



# STEJNOSMĚRNÝ PROUD

## Samostatný výboj

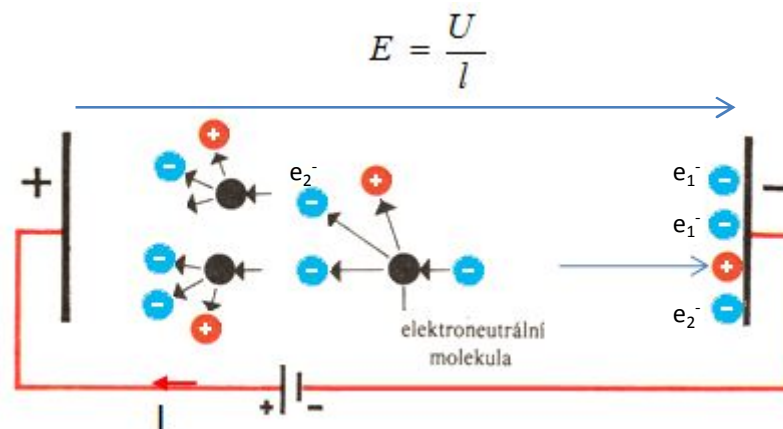
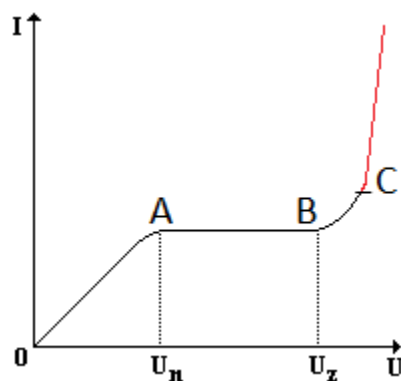
TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.



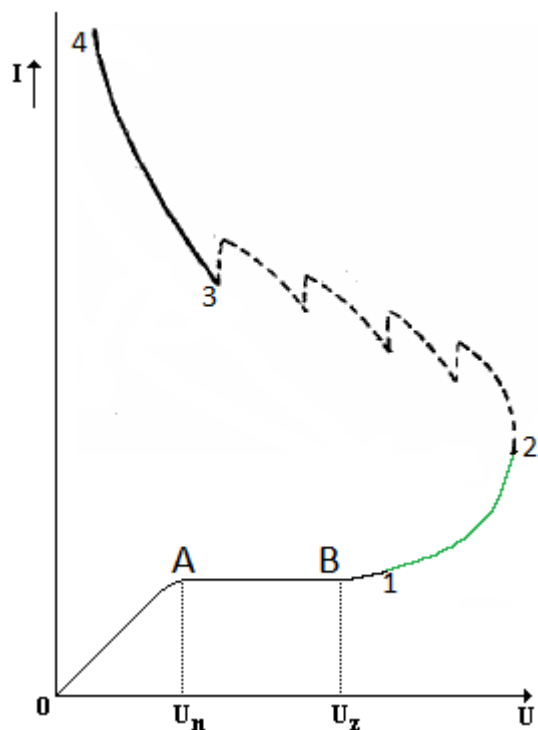
Plyny jsou tvořeny elektricky neutrálními molekulami. Proto jsou za normálního tlaku a teploty velmi dobrými izolanty a jejich elektrická vodivost je zanedbatelná. Aby v plynu vznikl elektrický proud, musí plyn obsahovat volné částice s nábojem a musí být v elektrickém poli. Pak vzniká **výboj v plynu**.

Podle podmínek, za nichž plynem prochází proud, rozlišujeme: 1) nesamostatný výboj v plynu, 2) **samostatný výboj v plynu**, který nastává v případě, kdy dojde k dalšímu zvýšení intenzity elektrického pole (řádu  $10^6 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ ), respektive  $U$  nad mez  $C$ , kdy elektrony  $e_1^-$  (primární) jsou do plynu vytrženy vnějším elektrickým polem z katody. Výboj sám udržuje potřebný počet nositelů náboje, je tedy nezávislý na vnějším ionizátoru; převládá ionizace molekul plynu nárazem (ionty a elektrony jsou urychleny elektrickým polem natolik, že při nárazu na neutrální molekulu plynu ji ionizují = štěpí na kationty a volné elektrony  $e_2^-$  (sekundární)) i se zesílením katodovým (na tuto dopadají kationty plynu s takovou energií a takovou rychlostí, že z ní vyrážejí další elektrony  $e_2^-$  (sekundární) do výbojového prostoru).

Počet ionizovaných molekul v plynu lavinovitě narůstá a proto velmi rychle narůstá velikost proudu. Výboj je většinou doprovázen světelnými a zvukovými efekty.



## výboj za normálního tlaku

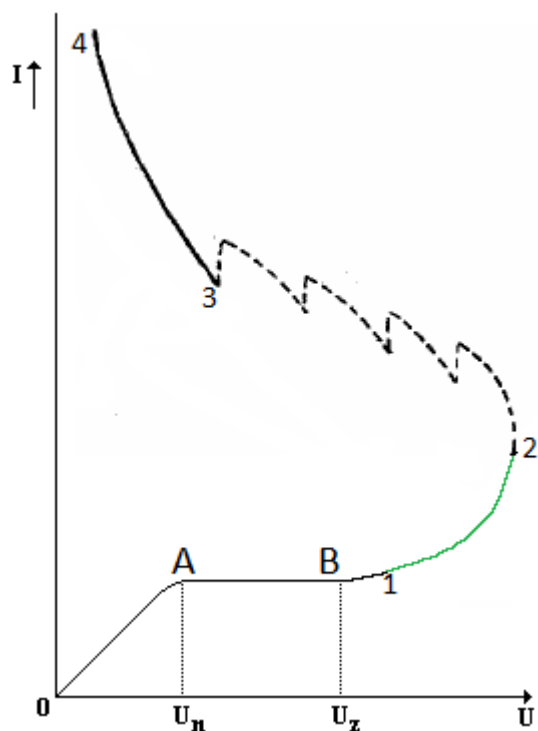


V části křivky 1–2 vzniká *tichý výboj* (neboli: Townsendův výboj), který se projevuje světélkováním plynu a slabým šelestem na elektrodách.

V praxi se projevuje v blízkosti nabitých vodičů, tam kde je zvláště velká intenzita elektrického pole a kde má povrchová vrstva malý poloměr křivosti, zvláště tedy u hrotů. Veliká intenzita elektrického pole může vést k tomu, že v okolním plynu nastane ionizace nárazem, a tím vzniká výboj. Tento tichý výboj má ve vzduchu červeně fialové zabarvení, vzniká např. na stožárech lodí nebo hrotech věží (Eliášovo světlo), projevuje se světélkováním a jiskřením.

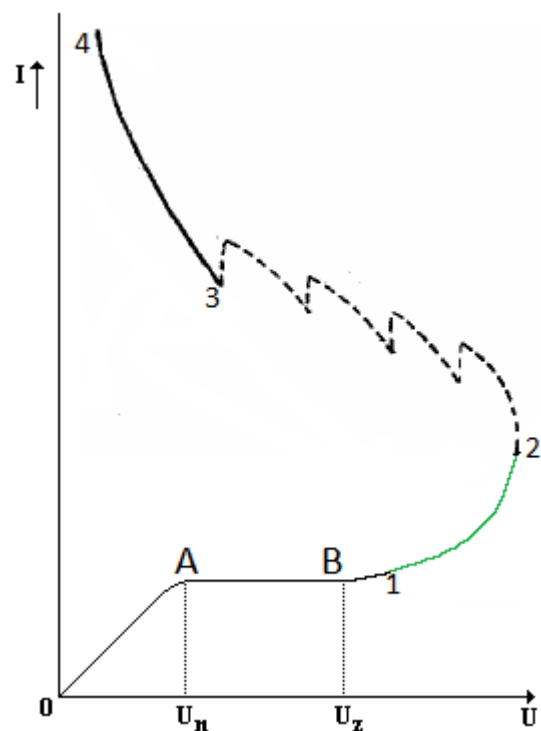


Také na dálkovém vedení elektrického proudu (při napětích nad 100 000 V) nastává tichý výboj, zvaný *koróna*. Koróna způsobuje značné ztráty energie, jsou-li dráty vedení příliš tenké; užívá se proto dutých vodičů, neboť při témže odporu mají menší křivost.



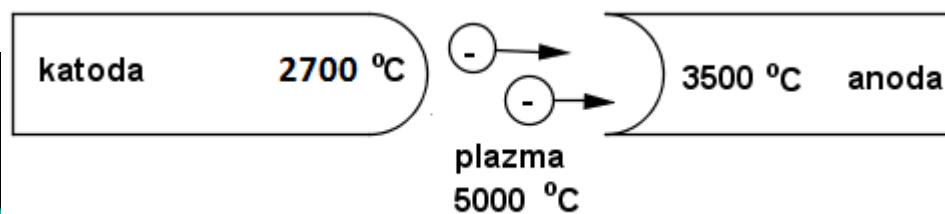
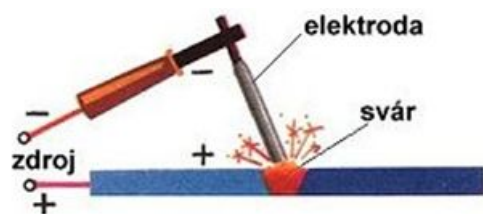
*výboj jiskrový* (část 2–3) - ionizace nárazem roste lavinovitě a může při určitém vhodném napětí zasáhnout celý prostor. Výboj jiskrový je přechodem většího náboje při vysokém napětí – jde o elektrický průraz plynu. Nastává, jestliže intenzita pole mezi elektrodami dosáhne hodnot potřebných k lavinové ionizaci, ale zdroj není schopen trvale dodávat elektrický proud. Teplota v jiskře je velmi vysoká; celkový výboj trvá velmi krátkou dobu. Každá jiskra je provázena praskotem, který je způsoben tím, že Jouleovo teplo vyvinuté okamžitým silným proudem vyvolá na výbojové dráze mimořádné ohřátí plynu. Takto vzniklý velmi vysoký tlak se vyrovnává v plynu tlakovou vlnou, projevující se jako praskot. Velkolepým příkladem tohoto výboje je *blesk*, tj. jiskrový výboj při napětí až  $10^9$  V mezi dvěma mraky nebo mrakem a zemí; blesk trvá asi  $10^{-3}$  sekundy a představuje energii asi 100 kWh.





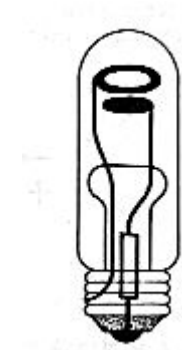
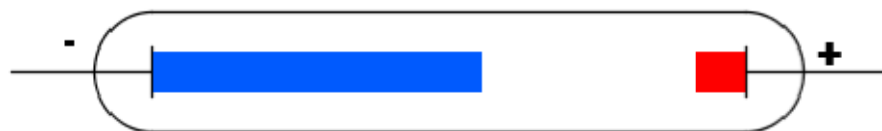
Je-li výkon zdroje dostatečně veliký, mění se výboj jiskrový na *výboj obloukový* (úsek 3-4).

Oblouk vznikne po krátkém dotyku obou elektrod, při němž se jejich konce proudem rozžhaví, a po mírném oddálení elektrod od sebe. Mezi oběma elektrodami se vytvoří následkem vysoké teploty (asi 5000 °C) vrstva silně ionizovaného vzduchu. Rozžhavená katoda emituje elektrony, které s sebou odnášejí i částičky uhlíku, proto se katoda během doby zahrocuje, kdežto anoda se vlivem dopadajících iontů a elektronů prohlubuje a tvoří se na ní kráter. Kráter anody má teplotu asi 3 500 až 3 900 °C a je hlavním zdrojem obloukového světla (asi 85 %), kdežto na katodu připadá jen 10 % a na vlastní oblouk 5 %. Teplota katody je 2 700 až 3 150 °C, kdežto oblouk má teplotu asi 4 800 až 5 000 °C.



## Výboj za sníženého tlaku

Při zředování plynu se v elektrickém poli dráha iontů mezi dvěma srážkami (tzv. volná dráha) zvětšuje a na delší dráze získávají ionty větší energii. Proto dochází snadněji k nárazové ionizaci a ve zředěných plynech vzniká výboj už při nižším napětí. Připojíme-li skleněnou trubici s elektrodami ke zdroji vysokého napětí, vznikají průchodem proudu různé světelné jevy. Jejich charakter závisí na tlaku plynu v trubici, barva světla je dána druhem plynu. Při poklesu tlaku (už na hodnotu asi  $10^4$  Pa) se náhle objeví úzký vlnící se pruh výboje, který se postupně rozšiřuje a při tlaku 100 Pa vyplňuje celou trubici. Probíhá *doutnavý výboj*, který se od obloukového liší malým proudem a nízkou teplotou elektrod i výbojové trubice. V blízkosti katody je možné pozorovat modré katodové doutnavé světlo a skoro celý zbytek trubice vyplňuje růžový anodový sloupec viz obr.:



Užití doutnavého výboje:

1. doutnavky - krátké výbojky plněné neonem při tlaku řádově  $10^3$  Pa .  
V nich nevzniká anodový sloupec, ale jen katodové doutnavé světlo, které pokrývá elektrodu s nižším potenciálem. Zápalné napětí je 80 – 150 V .  
Užití: kontrolní světla s nepatrnou spotřebou, ...
2. reklamní trubice, zářivky - využívají anodový sloupec. Jejich plynnou náplň tvoří argon a páry rtuti. Samotný výboj vydává především ultrafialové záření, které způsobuje světélkování vrstvy oxidů kovů nanesené na vnitřní stěně trubice. Světelná účinnost je několikrát větší v porovnání se žárovkami.

S použitím:

- Zdeněk Opava. *Elektřina kolem nás*. 2. opravené a doplněné vydání. Praha 1985: Albatros. od str. 0182.
- L. Javorský, A. Bobek, R. Musil. *Základy elektrotechniky*. 5. upravené vydání. Praha 1970: SNTL. od str. 388.
- Kolektiv AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY. *DVD Elektřina a magnetismus*. 2007.
- Doc. Ing. J. Lego, CSc, V. Forst, Ing. P. Lomberský. *Videoprogram El. proud v plynech*. Praha 1988: KOMENIUM

vypracoval: Ing. Milan Maťátko

---