



STEJNOSMĚRNÝ PROUD

Nesamostatný výboj

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

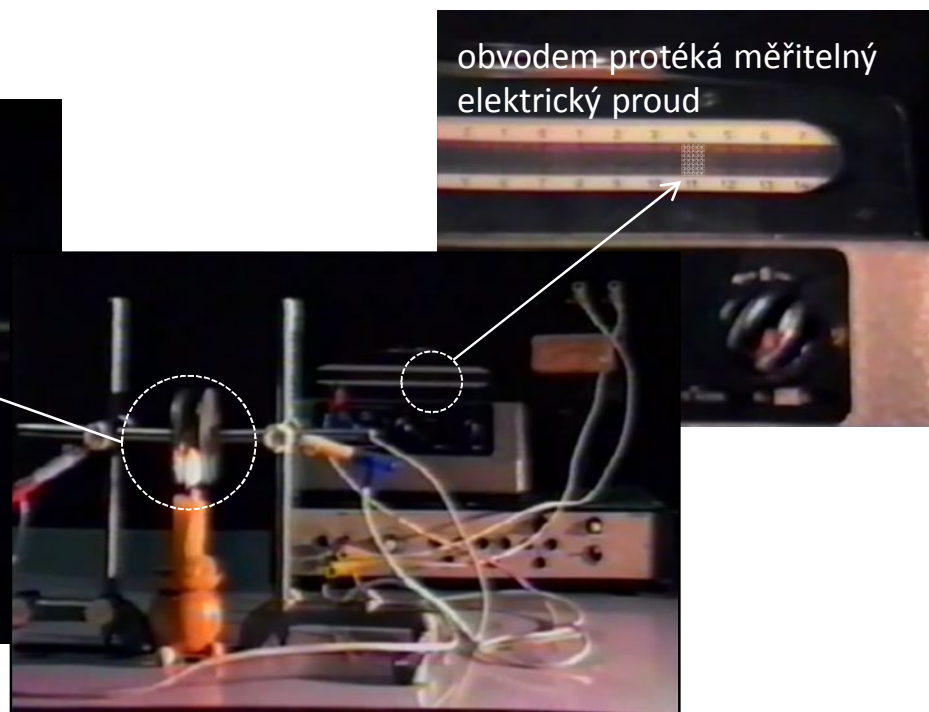
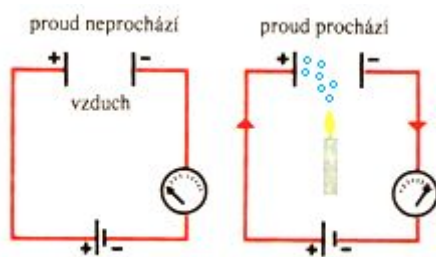


Plyny jsou tvořeny elektricky neutrálními molekulami. Proto jsou za normálního tlaku a teploty velmi dobrými izolanty a jejich elektrická vodivost je zanedbatelná. Aby v plynu vznikl elektrický proud, musí plyn obsahovat volné částice s nábojem a musí být v elektrickém poli. Pak vzniká **výboj v plynu**.

Podle podmínek, za nichž plynem prochází proud, rozlišujeme:

1) **nesamostatný výboj v plynu**, který nastává v případě, kdy volné nosiče nábojů jsou v plynu vytvořeny vnějším působením. Jestliže toto působení zanikne, zanikne i výboj v plynu.

Realizace: a) *Dodání volných elektronů do plynu plamenem*



b) Ionizace plynu

Základní podmínkou, aby plyn vedl elektrický proud, je rozštěpení elektricky neutrálních molekul na kladné ionty a záporné elektrony. Tento děj se nazývá *ionizace*. K rozštěpení molekul je třeba dodat plynu nějakým způsobem tzv. *ionizační energii*. Ionizační energie se místo v *Joulech* udává obvykle v *elektronvoltech* (eV), přičemž platí $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

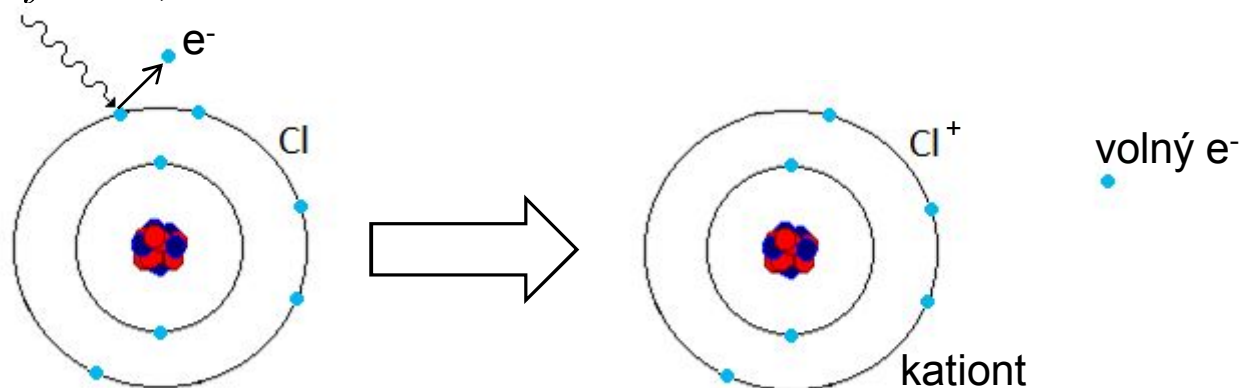
Ionizátorem jsou různé druhy záření (UV, RTG, γ), jehož fotony jsou nositelé energie $E = h \cdot f$, kde $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ (Planckova konstanta) a f je frekvence záření v Hz. Je-li tato energie větší než výstupní práce elektronu = ionizační energie, pak se elektron uvolní z valenčního orbitalu a stane se volným.



Velikost ionizační energie závisí na druhu molekul plynu:

PRVEK	Ionizační energie (eV)
vodík	13,53
kyslík	13,6
neon	21,51
sodík	5,14
rtuť (páry)	10,42
chlor	13,00

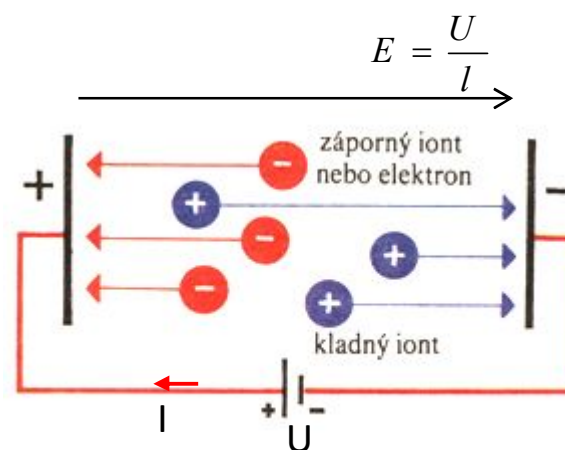
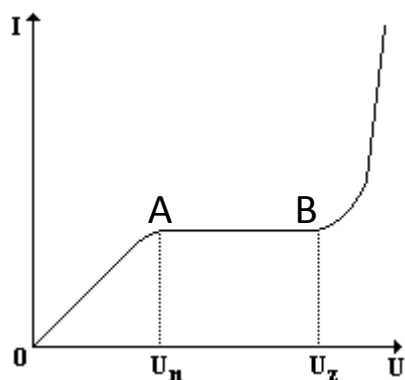
$$E = h \cdot f \geq 13,00 \text{ eV}$$



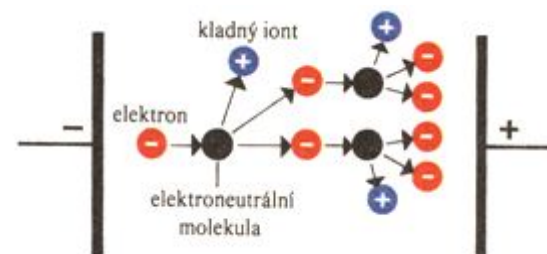
Při ionizaci se tedy z elektricky neutrální molekuly uvolnili elektrony a zbytek molekuly vytvořil kladný iont. Elektrony se pohybují působením vnějšího elektrického pole. Přitom se mohou zachytit na neutrálních molekulách a vznikají záporné ionty. Tzn. nosiči nábojů v plynu jsou kladné i záporné ionty a elektrony.

Současně s ionizací plynu probíhá opačný děj - *rekombinace iontů*. Ionty s opačným nábojem, popř. kladné ionty a elektrony se spojují a vznikají opět neutrální molekuly plynu. Přestanou-li na plyn působit vlivy, které vedou k ionizaci, nosiče náboje zanikají a plyn se stává nevodivým. Když naopak ionizace plynu trvá, nastane rovnovážný stav mezi ionizací a rekombinací. Počet nosičů nábojů je pak relativně stálý a tomu odpovídá určitá elektrická vodivost plynu. To je znázorněno VA charakteristikou:

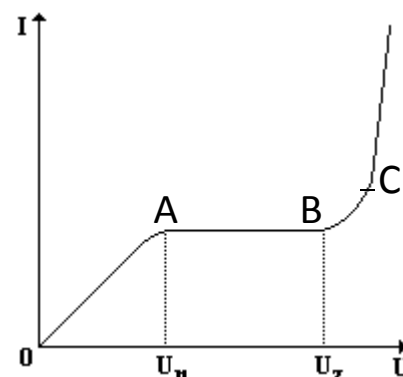
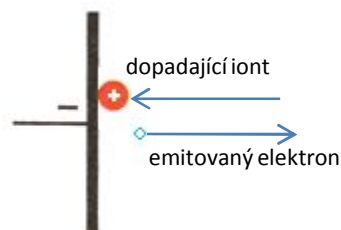
1. Pokud je $U < U_n$, zanikne mnoho iontů rekombinací dříve, než dorazí na elektrody. Tedy jen malé procento volných elektronů a iontů přechází na elektrody a realizují výboj; platí Ohmův zákon (úsek OA).
2. Při napětí $U \geq U_n$ se **všechny** ionty a elektrony podílejí na vedení proudu (mají takovou rychlost, že nestačí rekombinovat), proud se s rostoucím napětím nezvyšuje (úsek AB).



3. Při napětí $U \geq U_z$ (U_z – zápalné napětí) nastane ionizace nárazem. Ionty a elektrony jsou urychleny elektrickým polem natolik, že při nárazu na neutrální molekulu plynu ji ionizují. Počet ionizovaných molekul v plynu lavinovitě narůstá.



Při takovýchto intenzitách elektrického pole, tedy při značných napětích zdroje se uplatňuje i zesílení katodové. Na tuto dopadají anionty plynu s takovou energií a takovou rychlostí, že z ní vyrážejí další elektrony do výbojového prostoru.



Výsledkem je proto velmi rychlý nárůst proudu. Tomuto ději říkáme *plynové zesílení* (úsek BC). Stále však platí, že se zánikem ionizačního činidla zanikne i výboj v plynu = nesamostatný výboj. Velikost U_z závisí na tlaku plynu a na druhu plynu. Se snižujícím se tlakem roste střední volná dráha částic. Na delší dráze získají ionty a elektrony kinetickou energii potřebnou k ionizaci molekul i při menším napětí. Proto je za nižšího tlaku zápalné napětí menší.

Principu nesamostatného výboje v praxi využíváme pro detekci ionizujících záření.

S použitím:

- Zdeněk Opava. *Elektřina kolem nás*. 2. opravené a doplněné vydání. Praha 1985: Albatros. od str. 0181.
- 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
