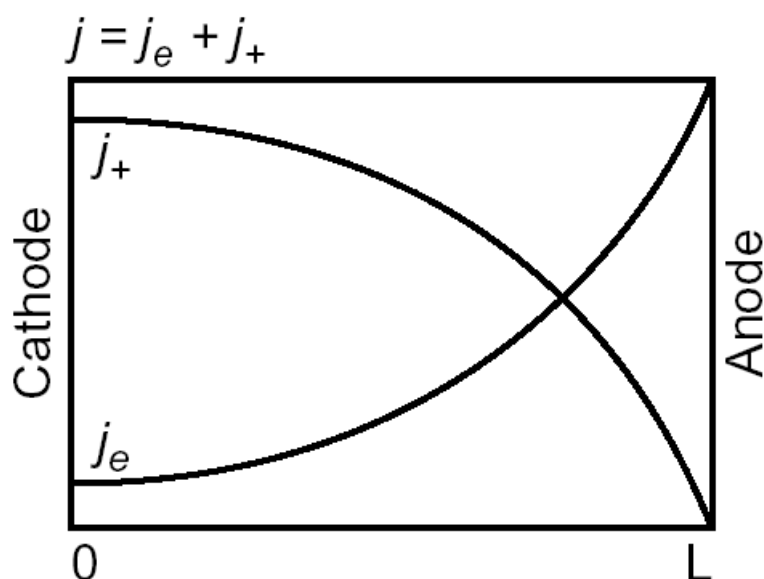


TOWNSENDOVÝ VÝBOJ

Townsendov (tmavý) výboj je (obykle) nesamostatný el. výboj horiaci obvykle pri nízkych tlakoch pri veľmi nízkych prúdových hustotách, takž. (Pozn.: niekedy sa pod Townsendovým výbojom rozumie i typ samostatného difúzneho barierového výboja horiaceho pri atmosferickom tlaku). **V Townsendovom výboji je vplyv priestorového náboja zanedbateľný.** Pri stálych vonkajších podmienkach je Townsendov výboj stacionárny, čo umožňuje určiť z Townsendovho vzťahu

$$j = j_0 \exp(\alpha x) / [1 - \gamma [\exp(\alpha x) - 1]] \quad (\text{vid'. Martišovitš})$$



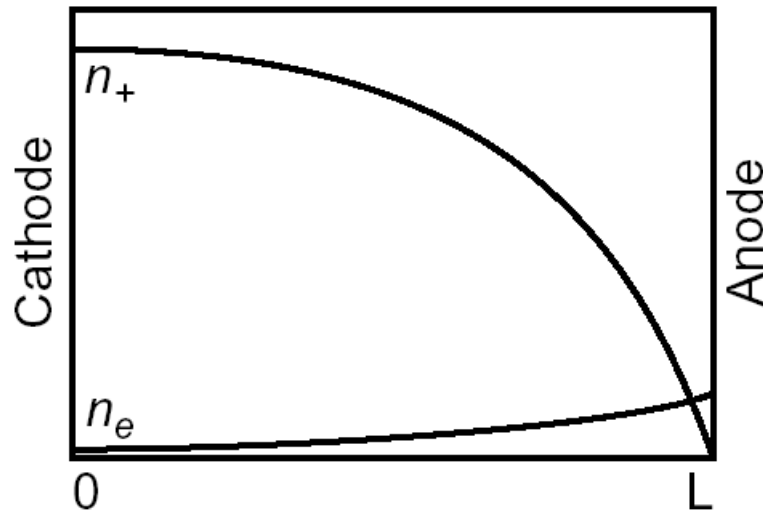
Nech x_0 je vzdialenosť medzi elektródami ($x_0 = L$, na obr., len iné značenie) je vzdialenosť od katódy. Keďže výboj je stacionárny platí $j = \text{konšt.}$, z čoho vyplýva

$$j_e/j = \exp[-\alpha(x_0 - x)], \quad j_i/j = 1 - \exp[-\alpha(x_0 - x)], \quad \text{a } j_i/j_e = \exp[-\alpha(x_0 - x)] - 1$$

Keďže prúd elektrónov narastá so vzdialenosťou od katódy exponenciálne a celkový prúd je konštantný, prúd iónov je vo väčšej časti medzielektródového priestoru väčší než prúd elektrónov (vid'. obr 1).

Rozdiel v koncentráciách je ešte väčší, lebo pohyblivosť elektrónov je rádovo 10^2 krát vyššia než pohyblivosť kladných iónov. V dôsledku toho sa bod v ktorom sú koncentrácie iónov a elektrónov rovnaké nachádza v blízkosti anódy (obr. 2).

$$1 = n_i/n_e = \mu_e \cdot j_e / \mu_i \cdot j_i = \exp [\alpha(x_0 - x)] - 1 \mu_e / \mu_i$$



Obr.: Rozdelenie hustoty elektrónov a kladných iónov pozdĺž osi dlhého Townsendovho výboja

Ak položíme $\mu_e / \mu_i = 100$ koncentrácie iónov a elektrónov budú rovnaké v bode $x/x_0 = 0,998$, takže vo veľkej časti medzielektródového priestoru prevažuje kladný náboj.

Townsendov výboj sa zmení na tleci (doutnavý) v dôsledku nárastu koncentrácie kladných iónov a z toho vyplývajúceho zvýšenia intenzity el. pol'a v blízkosti katódy, ako i celkového prúdu v dôsledku exponenciálnej závislosti α (E/N), resp. α (E/p) v oblasti malých hodnôt α :

$$\alpha/p = A \cdot \exp(-B/(E/p))$$

Pole môžeme približne vypočítať pomocou **Poissonovej rovnice**:

$$dE/dx = e (n_i - n_e) / \epsilon_0 \approx e \cdot n_i / \epsilon_0$$

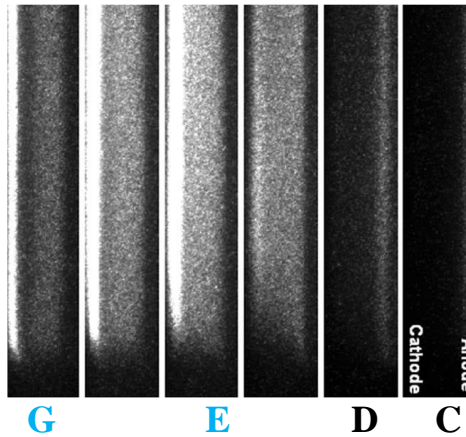
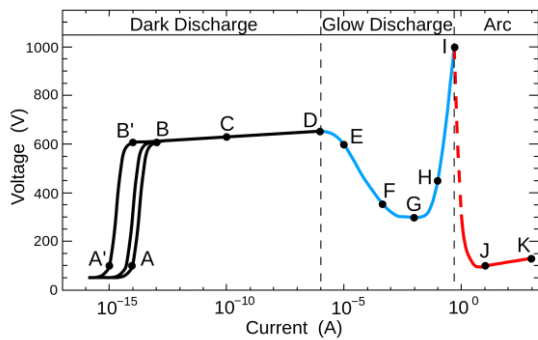
riešením rovnice je vzťah

$E = E_c (1 - x/d)^{1/2}$, $d = \epsilon_0 \cdot \mu_i \cdot E_c^2 / 2 \cdot j$, kde E_c je intenzita pol'a na katóde a parameter **d** odpovedá vzdialenosti od katódy kde $E = 0$ a pre **Townsendov**

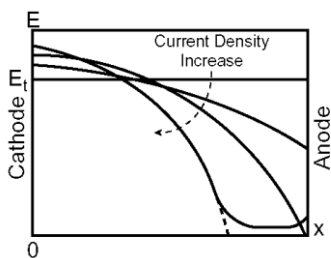
výboj je $d > x_0$. (x_0 je vzdialenosť medzi elektródami). Prechod nastáva pre prúdovú hustotu kde $d > x_0$, z čoho vyplýva,

$$j_{\max} = \epsilon_0 \cdot \mu_i \cdot E_c^2 / 2x_0$$

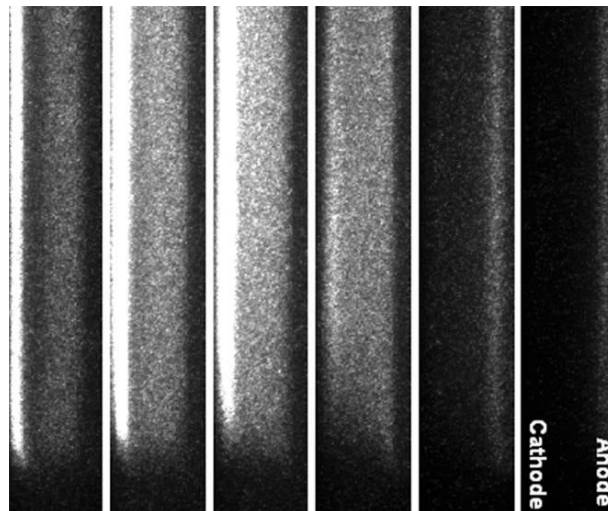
Napr. pre výboj v N_2 pri tlaku 0,1 Pa vzdialenosti elektród 10 cm, ploche elektród 100 cm^2 a $\gamma = 0,01$ je $j_{\max} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ A}$ (vid' obr)



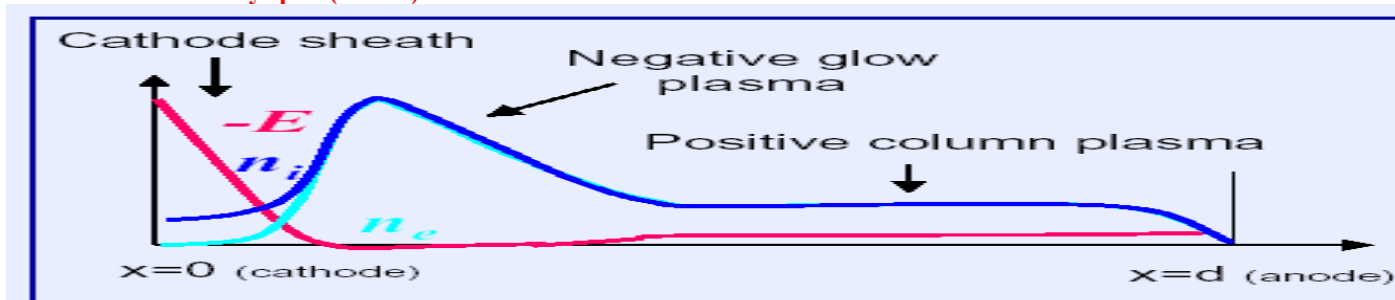
$$\alpha/p = A \cdot \exp(-B/(E/p))$$



I-----I
Katódový spád (oblasť)

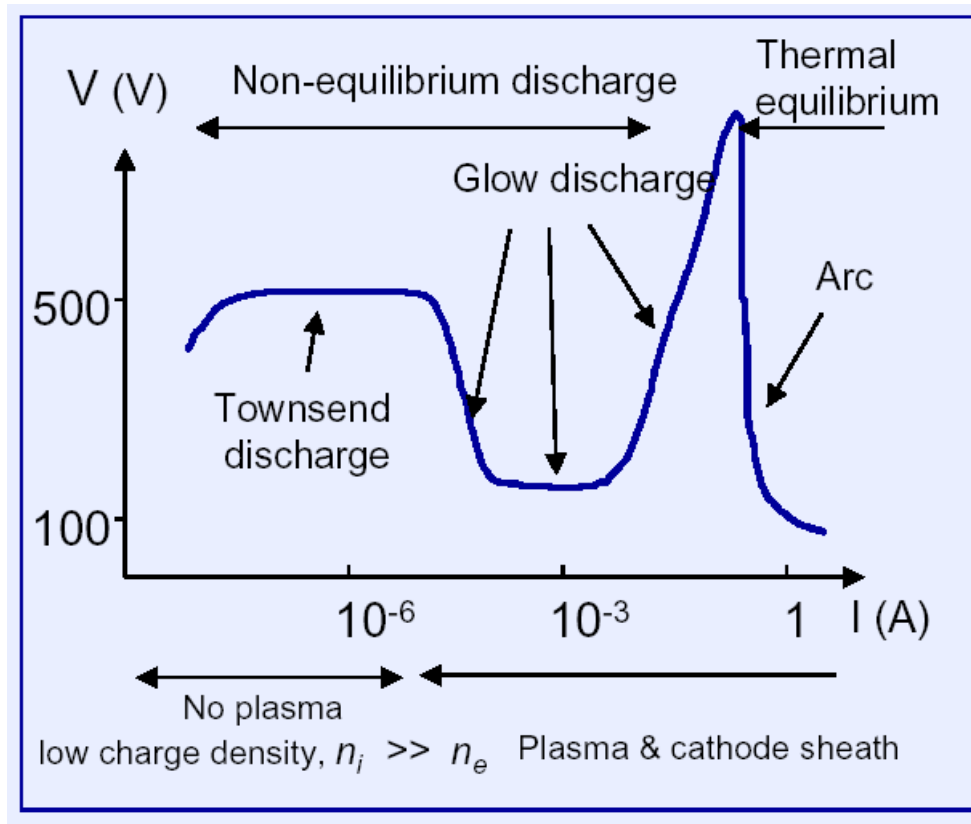


G (tlečí-doutnavý výboj) D C (Town.v)

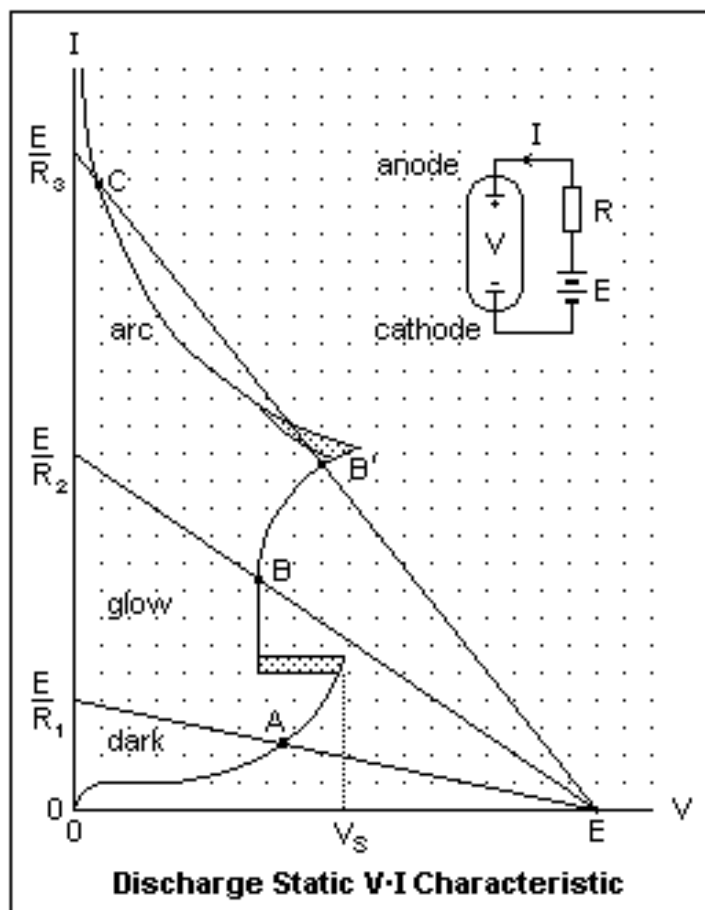


Obr.: Vývoj intenzity el. poľa pozdĺž osi výboja a intenzity žiarenia výboja s rastúcou hustotou el. prúdu. Prechod do tlecieho výboja Prechod Townsendovho výboja do

normálneho tlecieho výboja je obvykle sprevádzaný nestabilitami (osciláciami) výbojového prúdu a kontrakciou výboja. Táto prechodová oblasť má zápornú V/A charakteristiku:



Townsendov výboj je stacionárny nesamostatný výboj obvykle napájaný konštantným jednosmerným napätím. Stacionárnymi jednosmernými výbojmi sú tlecí a oblúkový výboj. Pri danom vhodnom napätí na zdroji \mathcal{E} môžeme režim výboja zvoliť veľkosťou odporu vo vonkajšom obvode:

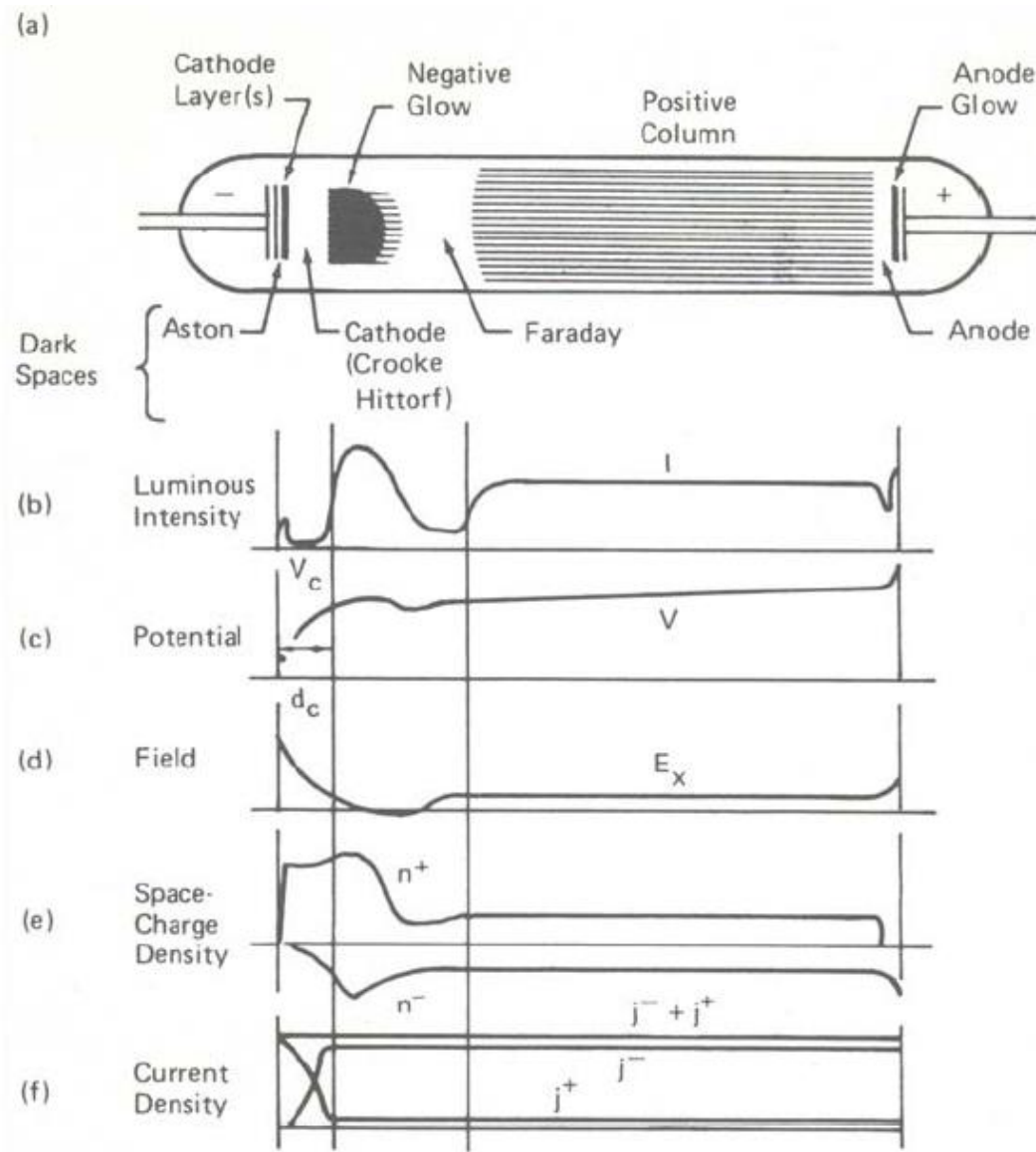


Obr. Statické V/A charakteristiky výboja. Elektromotorické napätie na obrázku je označené E, v texte ho značíme \mathcal{E} .

PASCHENOV YÁKON – P. KRIVKA

- vid'. V. Martišoviš kapitola 5.3.3.

TLECI VÝBOJ



Engel – Steinbeckova teória katódovej časti tlecieho výboja bola vypracovaná v r. 1934:

$$j = en_+\mu_+E \approx \frac{\varepsilon_0\mu_+E_c^2}{d} \approx \frac{\varepsilon_0\mu_+V_c^2}{d^3}.$$

Tlecí výboj s dutou katódou:

Majme dva tlecie výboje s s dvomi rovnakými symetrickými katódami a spoločnou anódou v tvare riedkej sieťky, alebo kruhu. Aká bude závislosť prúdu od vzdialenosti pri symetrickom približovaní katód ?

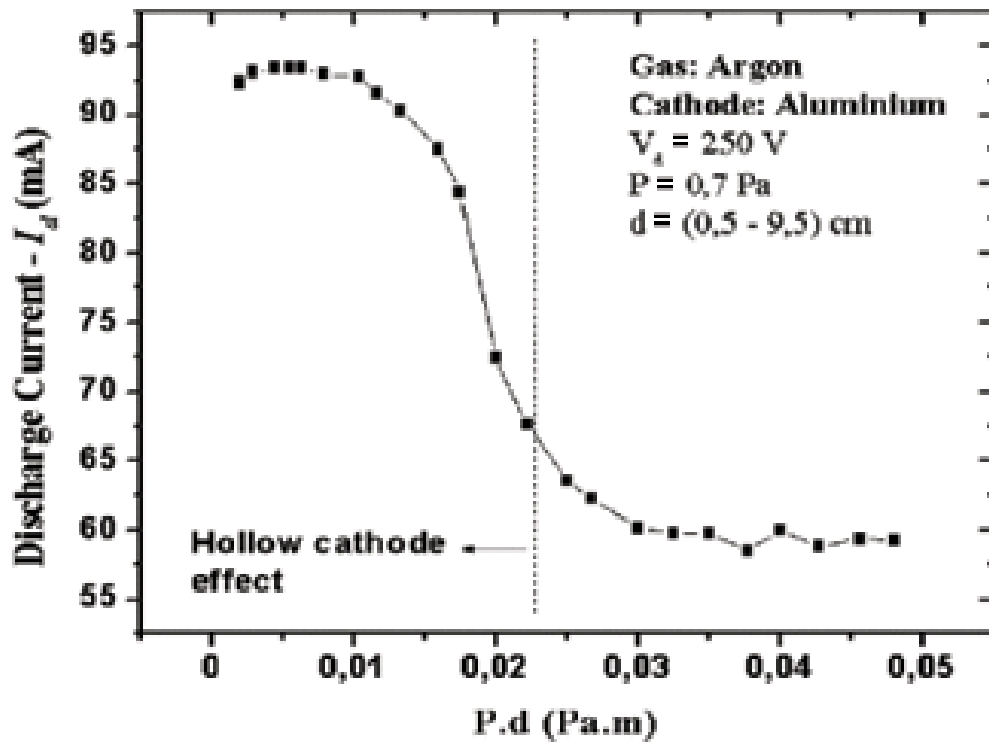


FIG. 2: Hollow Cathode discharge current as a function of the (P.d) parameter.

Zistíme, že prúd výboja prudko vzrastie keď sa „stretnú“ záporné svetlá výboja.

Tlecí výboj s dutou katódou má mnohé aplikácie, napr. Lampy a zariadenia na spektrálnu analýzu vodivých materiálov:

