

Monika Fialová

# VÝBOJE V PLYNECH I.

# OSNOVA

---

- ✗ generace plazmatu
- ✗ termické plazma – Sahova rovnice
- ✗ elektrické výboje
  - + Townsendovy koeficienty
  - + podmínka pro zapálení výboje
  - + Paschenův zákon
- ✗ výboje v plynech

# GENERACE PLAZMATU

---

## × termické plazma

- + ohřátí plynu na vysokou teplotu
- + termická ionizace
- + termodynamická rovnováha
- + statistický přístup

## × elektrické výboje

- + nerovnovážné plazma
- + popis pomocí rozdělovací funkce

# TERMICKÉ PLAZMA - SAHOVA ROVNICE

$$\frac{P_+^2}{1-P_+^2} = \frac{g_+g_-}{g_0} \frac{1}{n} \left( \frac{m_k T}{2\pi\hbar^2} \right)^{3/2} \exp\left( -\frac{\varepsilon_i}{kT} \right)$$

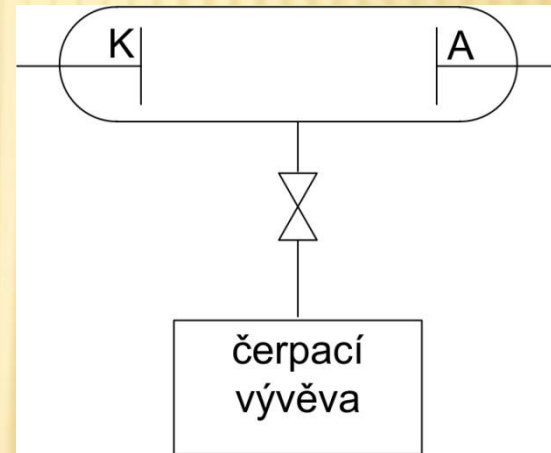
- ✗  $P_+$  - stupeň ionizace
- ✗  $g_+$ ,  $g_-$ ,  $g_0$  – statistické váhy iontů, elektronů a atomů v základním stavu
- ✗  $n$  – koncentrace těžkých částic (atomů a iontů)
- ✗  $\varepsilon_i$  – ionizační energie

# ZAPÁLENÍ ELEKTRICKÉHO VÝBOJE

- ✘ primární elektrony → elektronová lavina
- ✘ rovnice kontinuity pro elektrony a ionty

$$\frac{dj_-}{dx} = \alpha j_-$$

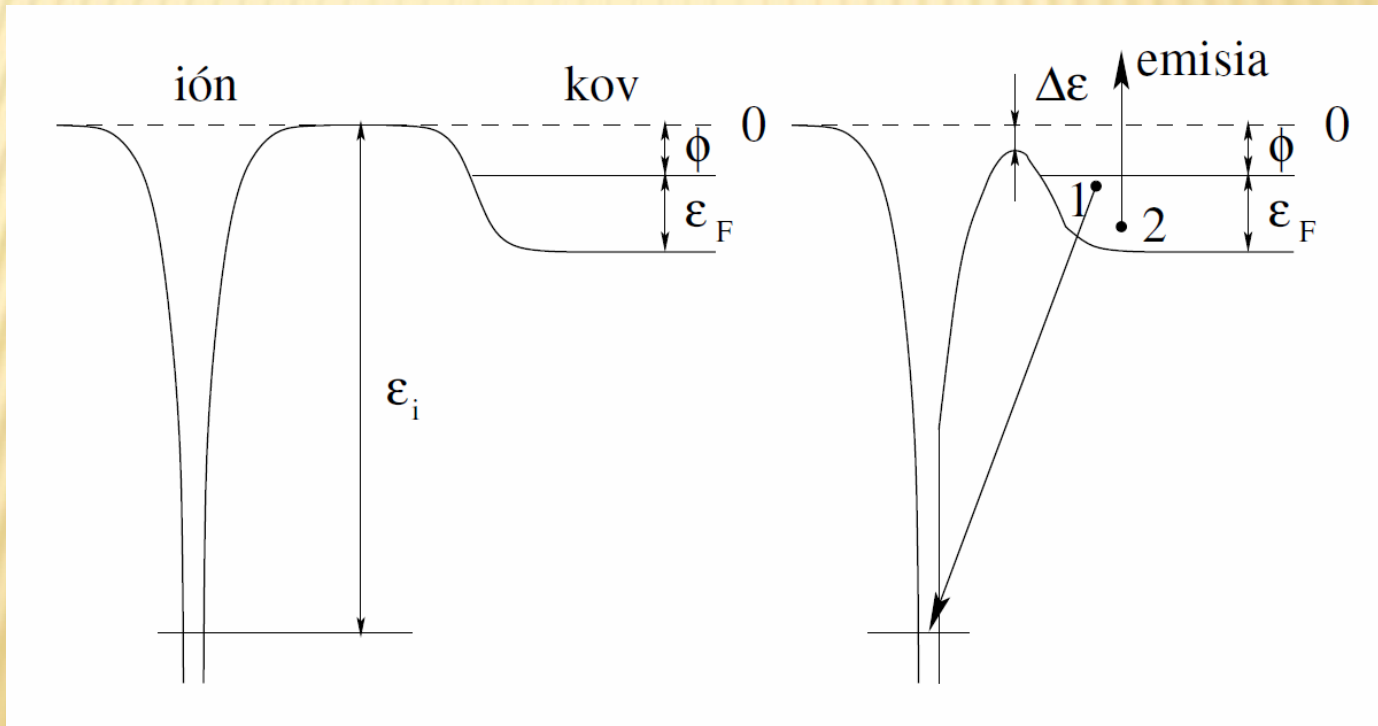
$$\frac{dj_+}{dx} = \alpha j_-$$



- ✘  $\alpha$  - první Townsendův koeficient [ $\text{m}^{-1}$ ]
- ✘  $\beta$  - druhý Townsendův koeficient [ $\text{m}^{-1}$ ]

# ZAPÁLENÍ ELEKTRICKÉHO VÝBOJE

- ✗ potenciálová emise (Augerova)
- ✗  $\gamma$  – třetí Townsendův koeficient



# PODMÍNKA ZAPÁLENÍ VÝBOJE

- ✘ hustota toku elektronů  $j_-(x=0)$

$$j_-(0) = j_0 - \gamma j_+(0) \quad + \text{ rovnice kontinuity}$$

- ✘ hustota elektrického proudu

$$i = \frac{i_0 \exp(\alpha d)}{1 - \gamma [\exp(\alpha d) - 1]}$$

- ✘ nesamostatný X samostatný výboj
- ✘ podmínka zapálení výboje

$$\gamma [\exp(\alpha d) - 1] = 1$$

# PASCHENŮV ZÁKON

$$\frac{\alpha}{n_g} = f\left(\frac{E}{n_g}\right)$$

- ✗ jednotka Townsend  $1 \text{ Td} = 10^{-21} \text{ Vm}^2$
- ✗ Paschenův zákon

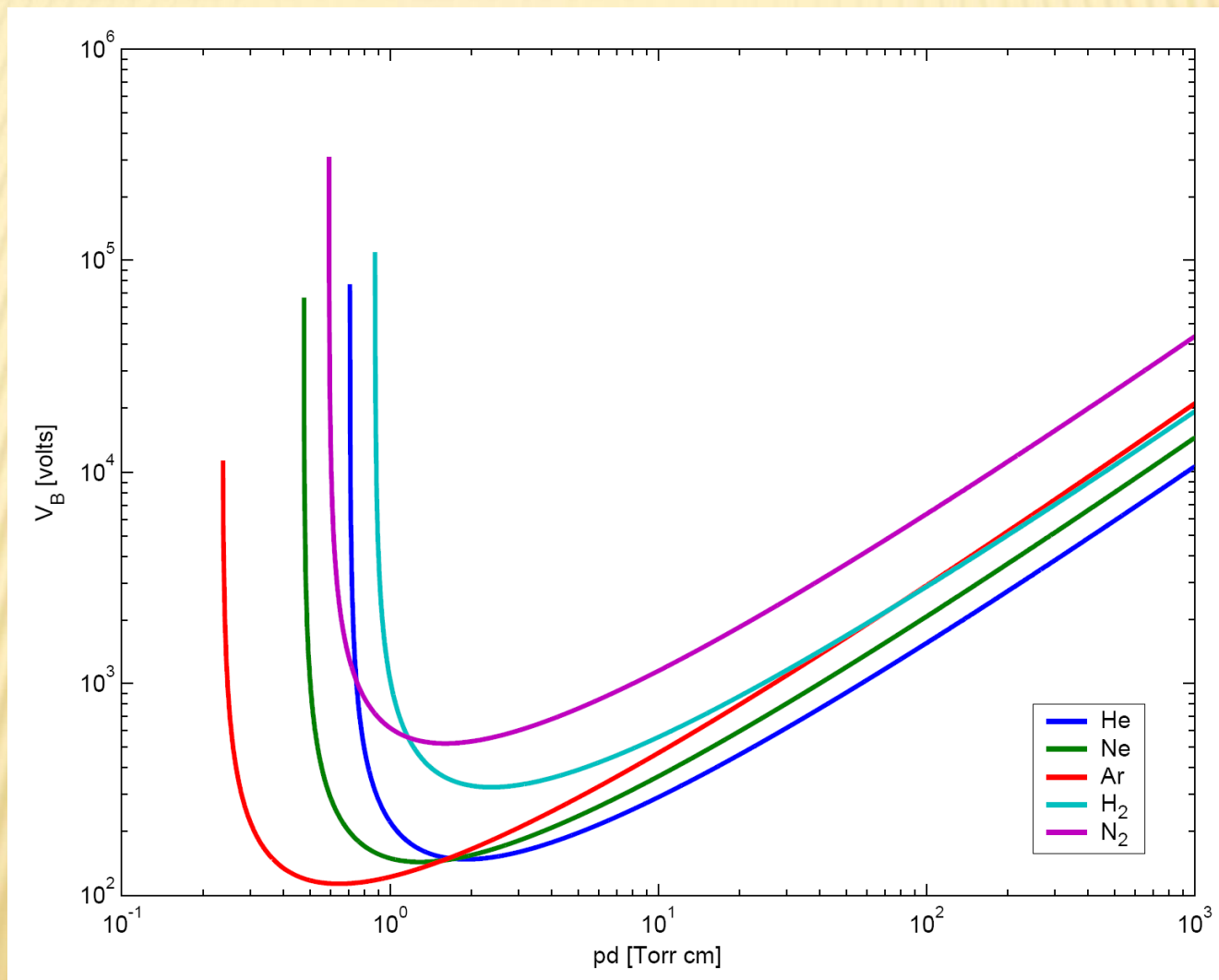
$$U_{\text{záp}} = f(pd)$$

$$U_{\text{záp}} = \frac{Bpd}{\ln(Apd) - \ln[\ln(1 + 1/\gamma)]}$$

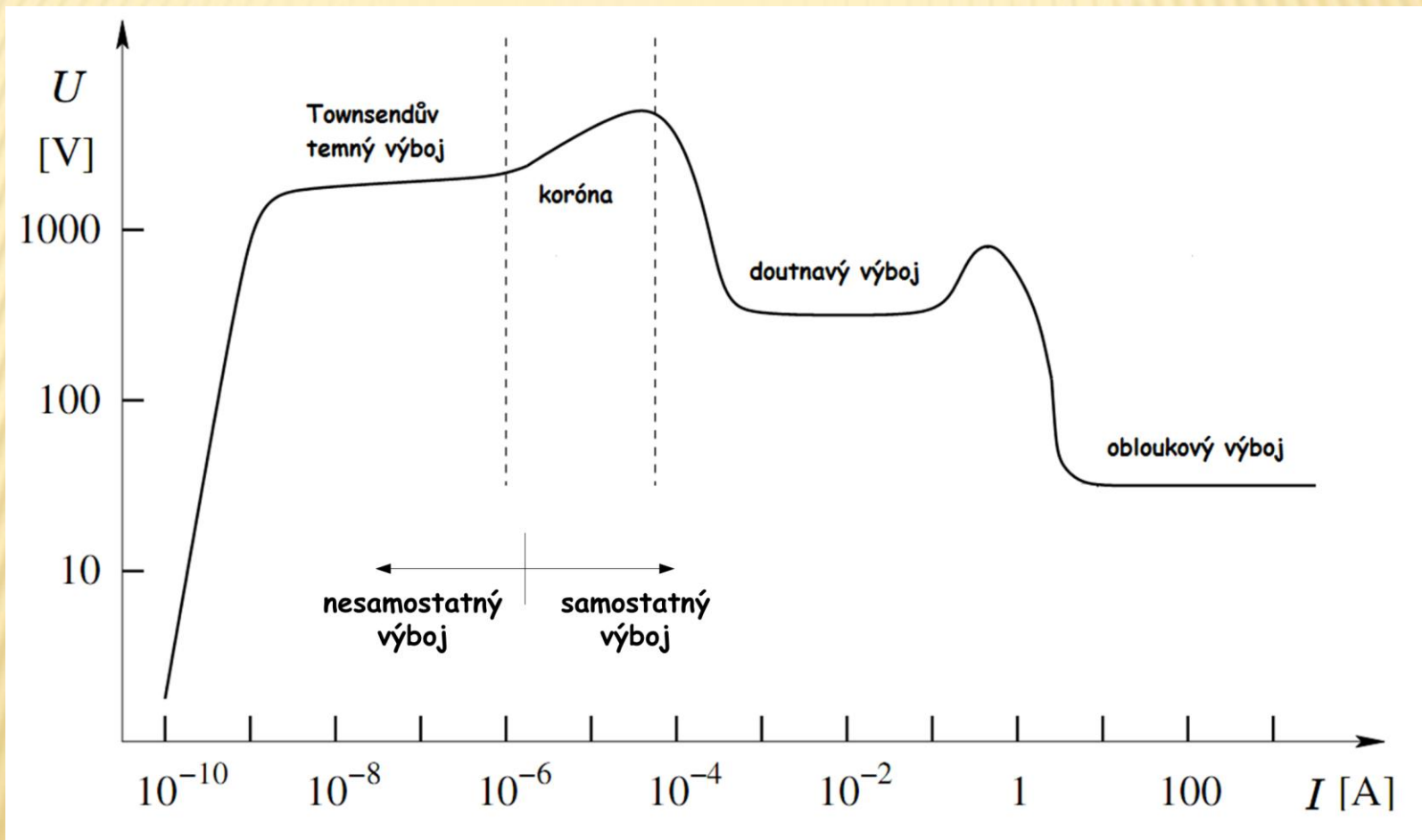
- ✗ A, B – konstanty závislé na druhu plynu



# PASCHENOVY KŘIVKY



# V-A CHARAKTERISTIKA VÝBOJE



**DĚKUJI ZA POZORNOST!**