

# Doutnavý výboj – zápalné napětí

Petr Veverka<sub>1</sub>  
David Šubrt<sub>2</sub>  
Vlastimil Kůs<sub>3</sub>

<sub>1</sub> Gymnázium Žatec; <sub>2</sub> Gymnázium Děčín; <sub>3</sub> VOŠ a SPŠE Plzeň  
<sub>1</sub> [magnusdeus@atlas.cz](mailto:magnusdeus@atlas.cz); <sub>3</sub> [v.kus@atlas.cz](mailto:v.kus@atlas.cz)

Supervisors: prof. Ing. Jaroslav Král, CSc.; RNDr. Jan Proška  
Katedra fyzikální elektroniky FJFI ČVUT v Praze

## Abstrakt:

Při určité hodnotě napětí mezi elektrodami ve výbojové trubici přechází nesamostatný elektrický výboj v plynu v samostatný výboj, což znamená, že již není zapotřebí působení ionizátoru k ionizaci plynu. Naše práce spočívala ve zjištění této hodnoty napětí v závislosti na vzdálenosti elektrod a hodnotě tlaku v trubici. Měření ukázala, že velikost zápalného napětí je funkcí součinu tlaku plynu a vzdálenosti elektrod.

## 1 Úvod

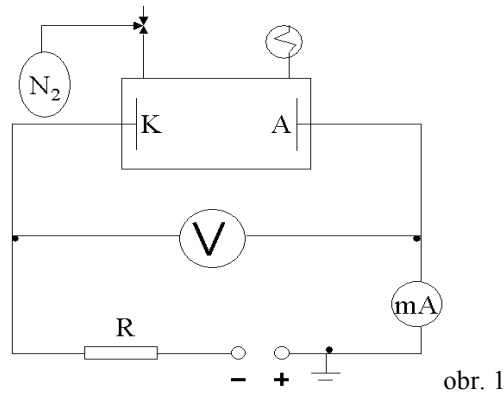
Plyn za normálních podmínek je elektricky nevodivý. K vytvoření nosičů náboje je třeba ionizace, což je generace páru elektron – kation. Tím se plyn stává vodivým prostředím. Prostředí plynu je vždy ionizováno působením vnějších činitelů např. kosmickým zářením nebo zemskou radiací, ale počet nabitých částic je malý a rekombinují navzájem, a proto má plyn velmi malou vodivost. V uzavřené trubici opatřené elektrodami můžeme upravit podmínky tak, že je možné pozorovat výboj. Uvolněné elektrony jsou urychlovány působícím napětím, čímž získávají určitou kinetickou energii. Je-li dostatečně veliká, jsou elektrony schopny ionizovat další atomy. V tuto chvíli již není třeba působení vnějšího ionizátoru na plynné prostředí. Dosáhli jsme tzv. zápalného napětí  $U_z$ . Nastává samostatný výboj. Kladné iony jsou přitahovány katodou a po dopadu způsobí emisi elektronu.

## 2 Experiment

### Zařízení:

K měření jsme užívali skleněné hermeticky utěsněné trubice naplněné dusíkem  $N_2$  a opatřené měděnými elektrodami. K čerpání tlaku jsme použili dvoustupňovou rotační a

difuzní olejovou vývěvu. Tlak plynu se měnil připouštěním přes jehlový ventil. Hodnotu tlaku nám zobrazoval Piraniho vakuometr (obr.1).



### Průběh experimentu:

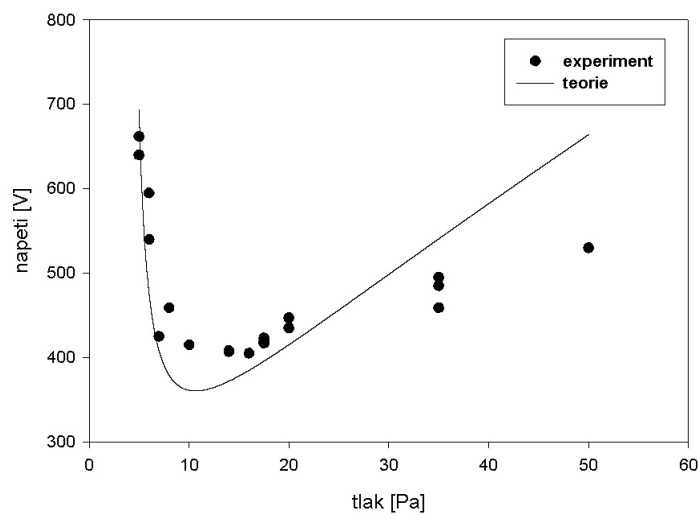
Nastavili jsme konstantní vzdálenost elektrod 8 cm a proměřovali zápalné napětí v závislosti na rostoucím tlaku. K zapálení výboje došlo až při tlaku 5 Pa a při napětí 660 V. Měření jsme ukončili na tlaku 50 Pa, čemuž odpovídalo napětí 530 V.

### Výsledky:

Od počátku měření až do 16 Pa klesala hodnota zápalného napětí s rostoucím tlakem, jelikož se postupně zvětšoval počet iontů vzniklých ionizačními srážkami elektronů s molekulami plynu. Dále se od hodnoty 16 Pa zápalné napětí zvyšovalo, neboť rostla hustota plynu v trubici a tím se zkracovala střední volná dráha elektronů mezi dvěma po sobě následujícími srážkami. Změřené hodnoty zápalného napětí jsou vyneseny do grafu (graf 1), na kterém je současně zobrazena teoretická křivka - Paschenova [1].

### Diskuse:

Rozptyl experimentálních bodů v blízkosti minima je pravděpodobně způsoben nestálostí tlaku v trubici. V této oblasti končila čerpací schopnost difuzní vývěvy. Pro vyšší tlaky byla trubice čerpána přímo rotační vývěvou.



graf 1

### **3 Shrnutí**

Měření nám ukázala jak závisí hodnota zápalného napětí na tlaku a vzdálenosti elektrod ve výbojové trubici. Zjistili jsme, že nejmenší hodnota zápalného napětí je při tlaku přibližně 16 Pa při konstantní vzdálenosti elektrod 8 cm. Tuto hodnotu jsme naměřili 405 V.

### **Poděkování**

Závěrem bychom rádi poděkovali všem pracovníkům katedry, zejména panu prof. Ing. Jaroslavu Královi, CSc a panu RNDr. Janu Proškovi za nesmírnou ochotu a pomoc.

### **Reference:**

[1] Rajzer, J.P.: Fyzika gazovogo razrjada Nauka, Moskva1987, str.322