Fyzikální sekce přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Praktikum z elektroniky

Zpracoval: Radek Žemlička
Obor: Fy PLAZ

Naměřeno: 26. Října 2010
Testováno:

Úloha č. 7: Graduace ionizačního manometru se žhavenou katodou

1 Teoretická část

Ionizační manomer se žhavenou katodou pracuje tak, že žhavená katoda emituje elektrony (tato emise je měřena jako emisní proud), jenž se při své cestě k anodě sráží s molekuly plynu čímž je ionizují. Kladné ionty pak dopadají na (studenou) katodu a tento dopad je měřen jako kolektorový proud. Při konstatním emisním proudu I_e je měřením kolektrového proudu I_c možné určovat tlak plynu. Vztah mezi těmito proudy a tlakem p je:

$$I_c = k \cdot I_e \cdot p \tag{1}$$

kde k je konstanta jedinečná každému měřícímu přístroji.

2 Experimentální část

2.1 Měření závislosti poměru proudů na tlaku

Pomocí použitých měřících přístrojů nebylo možné měřit emisní a kolektrový proud zvlášť, ale pouze jejich poměr $\frac{I_c}{I_e}$. Proto byla měřena závislost $\frac{I_c}{I_e}$ na tlaku p. Podle rovnice 1 je poměr $\frac{I_c}{I_e}$ přímo úměrný tlaku p, tedy:

$$\left(\frac{I_c}{I_e}\right) = k \cdot p \tag{2}$$

Výsledky uvedené v kapitole 3.1 však ukazují, že závislost $\frac{I_c}{I_e}$ na p je sice lineární, ne však přímá úměra, a vztah 2 je potřeba spřesnit na:

$$\left(\frac{I_c}{I_e}\right) = k_1 \cdot p + k_2 \tag{3}$$

Přepočet $\frac{I_c}{I_e}$ na p je pak nutné provádět pomocí tohoto vztahu:

$$p = \left(\frac{I_c}{I_e} - k_2\right) \cdot \frac{1}{k_1} \tag{4}$$

, a pro úplnost zpřesněná rovnice 1 vypadá pak takto:

$$I_c = k_1 \cdot p \cdot I_e + k_2 \cdot I_e \tag{5}$$

Kapitola 3.1 shrnuje měření závslosti $\frac{I_c}{I_e}$ na tlaku p pro dvě různé hodnoty I_e a výpočet koeficientů k_1 a k_2.

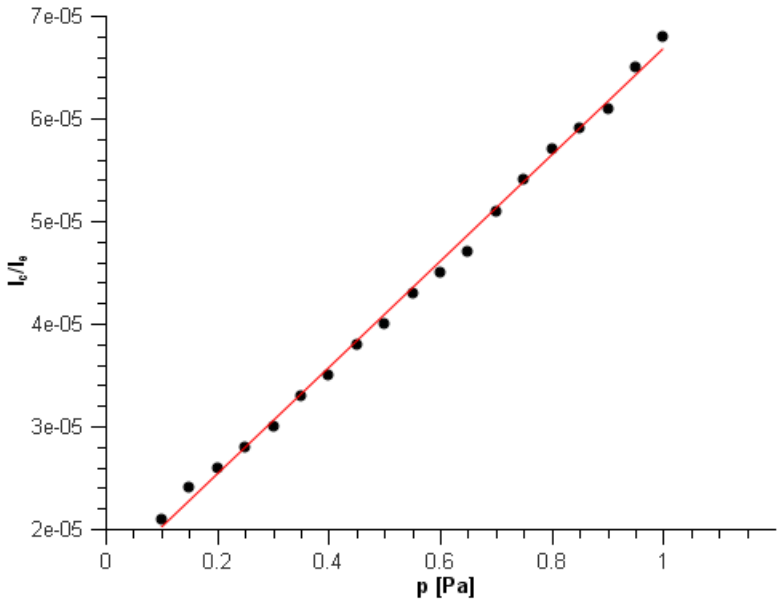
2.2 Měření závislsoti $\frac{I_c}{I_e}$ na I_e

Pro dvě různé hodnoty tlaku byl měřen závislsoti $\frac{I_c}{I_e}$ na I_e. Výsledky shrnuje tabulka 1 v kapitole 3.2. Z těchto hodnot byl na základě vztahu 1 určen koeficient k, viz kapitolu 3.2

3 Výsledky a diskuze

3.1 Měření závislosti poměru proudů na tlaku

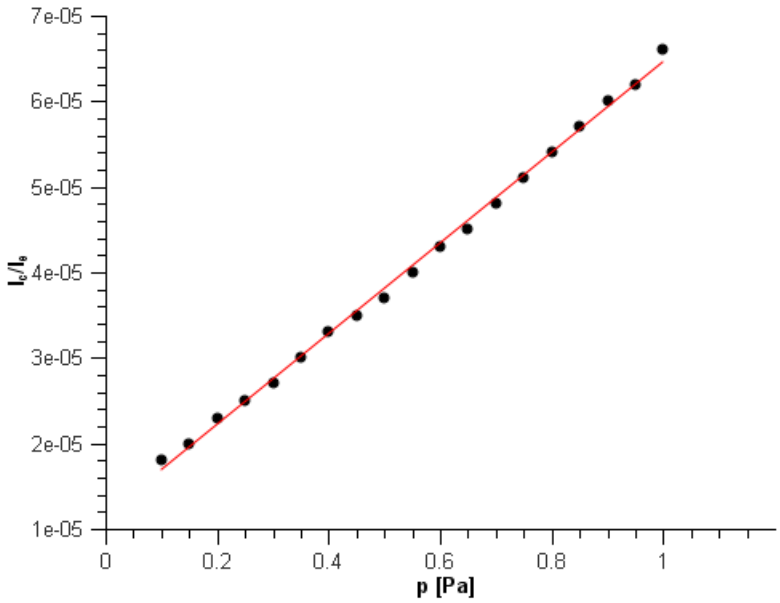
Grafy na obrázcích 1 a 2 zobrazují naměřenou závislost poměru $\frac{I_c}{I_e}$ na tlaku p. Koeficienty k_1 a k_2 byly určeny numericky lieárním fitem metodou nejmenších čtverců



Obrázek 1: Měření pro $I_e = 0.5mA$

$k_1 = (5.16 \cdot 10^{-5} \pm 7 \cdot 10^{-7}) Pa^{-1}$

$k_2 = (1.50 \cdot 10^{-5} \pm 4 \cdot 10^{-7} Pa^{-1}$



Obrázek 2: Měření pro $I_e = 0.9mA$

$k_1 = (5.29 \cdot 10^{-5} \pm 6 \cdot 10^{-7})Pa^{-1}$

$k_2 = (1.16 \cdot 10^{-5} \pm 4 \cdot 10^{-7}Pa^{-1}$

Diskuze: Pro obě hodnoty I_e vyšly sice podobné koeficienty, pro přesné měření tlaku jsou však jejich rozdíly přesto příliš vysoké. Navině mohou být nepřesnosti měření (například si nemůžeme být jisti, zda použitý tlakoměr neměří s menší přesností než zkoumaný ionizační manometr), nebo změny složení plynu v průbehu experimentu (pokud byl přístroj před experimentem pod atmosférickým tlakem, tak natékání zbytkových plynů uvolňovaných ze stěn mohlo být na začátku větší, než nakonci).

3.2 Měření závislsoti $\frac{I_c}{I_e}$ na I_e

p = 0.066 Pa		p = 0.72 Pa	
$I_e[mA]$	$\frac{I_c}{I_e}$	$I_e[mA]$	$\frac{I_c}{I_e}$
0.1	$1.32{\cdot}10^{-5}$	0.1	$4.81{\cdot}10^{-5}$
0.2	$1.33{\cdot}10^{-5}$	0.2	$4.82{\cdot}10^{-5}$
0.3	$1.34{\cdot}10^{-5}$	0.3	$4.83{\cdot}10^{-5}$
0.4	$1.35{\cdot}10^{-5}$	0.4	$4.83{\cdot}10^{-5}$
0.5	$1.35{\cdot}10^{-5}$	0.5	$4.84{\cdot}10^{-5}$
0.6	$1.35{\cdot}10^{-5}$	0.6	$4.84{\cdot}10^{-5}$
0.7	$1.35{\cdot}10^{-5}$	0.7	$4.84{\cdot}10^{-5}$
0.8	$1.35{\cdot}10^{-5}$	0.8	$4.84{\cdot}10^{-5}$
0.9	$1.36{\cdot}10^{-5}$	0.9	$4.84{\cdot}10^{-5}$
1.0	$1.36{\cdot}10^{-5}$	1.0	$4.84{\cdot}10^{-5}$

Tabulka 1: Měření závislsoti $\frac{I_c}{I_e}$ na I_e

Pro tlak p = 0.066 Pa vychází hodnota koeficientu k:

$k = 2.0 \cdot 10^{-3} Pa^{-1}$

Pro tlak p = 0.72 Pa vychází hodnota koeficientu k:

$k = 6.75 \cdot 10^{-5} Pa^{-1}$

Diskuze: $\frac{I_c}{I_e}$ na I_e nezávisí. Drobné změny $\frac{I_c}{I_e}$ byly způsobeny malými změnami tlaku. Rozdíl v koeficientech k je způsobený rozdílným poměrným zastoupením plynů při různých tlacích.