

Termická emise elektronů

Marek Rost, Lukáš Záruba

Cesta k Vědě 09/10

18.6.2010

- 1 Úkol
- 2 Teorie
 - Pohyby elektronů
 - Náběhové proudy
 - Nasycené proudy
 - Zapojení
- 3 Metody a materiály
 - Vakuová dioda
- 4 Zpracování
 - Měření
 - Diskuze
- 5 Reference

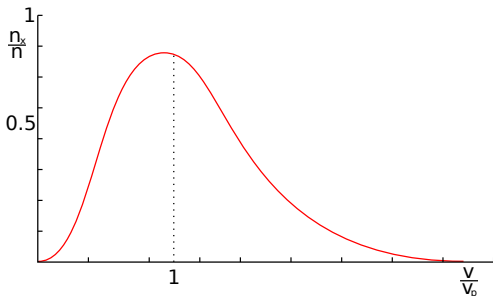
Úkol

- 1 Závislost emisního proudu katody na kladném anodovém napětí (0 - 600) V při konst. T katody.
- 2 Vypočtete výstupní práci $e\varphi_v$ a určete hodnotu Richardsonovy konstanty A .
- 3 Závislost náběhového proudu $I_a = f(U_{ka})$, při konst. žhavicím napětí U_z .

Pohyby elektronů

- Elektrony v kovu jsou volné, nemohou samovolně opustit mřížku
- $e\phi_v$ - výstupní energie potřebná pro opuštění
- Koncentrace elektronů v okolí katody - Maxwellovo-Boltzmanovo rozdělení rychlostí

$$n_x = n_0 \exp\left(\frac{e\phi_x}{kT}\right)$$



Náběhové proudy

- S rostoucí teplotou roste emise elektronů
- Záporně nabitý oblak při malém napětí
- Podle kinetické teorie plynu platí pro proudovou hustotu:

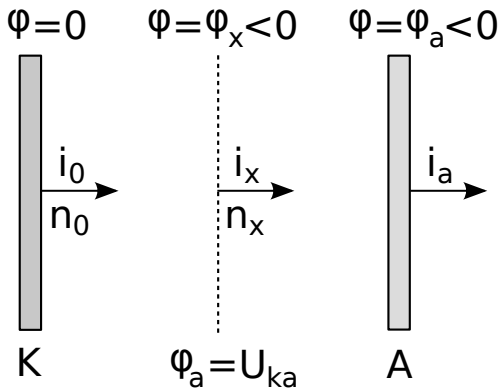
$$i_x = \frac{1}{4}en_x v_p$$

- Následně upravíme na poměr proudových hustot:

$$i_a = i_0 \exp\left(\frac{e\varphi_x}{kT}\right)$$

- Stejně pravidlo platí i pro proudy, upravíme do log. tvaru:

$$\ln(I_a) - \ln(I_0) = \frac{e\varphi_a}{kT}$$



Nasycené proudy

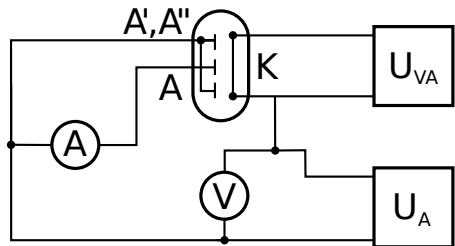
- Při konstantní teplotě roste jen do určité meze
- Hustotu nasyceného proudu lze vyjádřit jako:

$$i_0 = AT^2 \exp\left(-\frac{e\varphi_a}{kT}\right)$$

- Po úpravách můžeme vyjádřit:

$$\ln(i_0) - 2\ln(T) = \ln(SA)$$

Zapojení

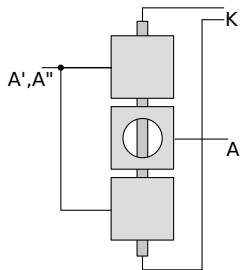


Použité přístroje:

- Vakuová dioda
- Ampérmetr
- Galvanometr
- Voltmetr
- Trubomolekulární + olejová vývěva
- Optický pyrometr

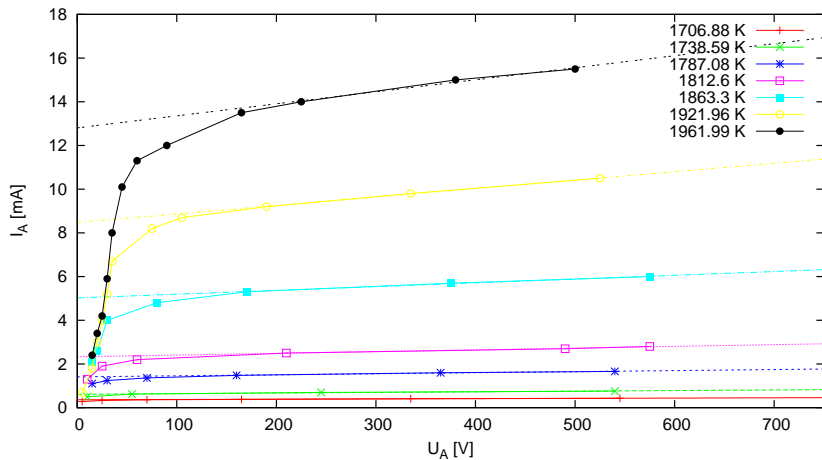


Vakuová dioda

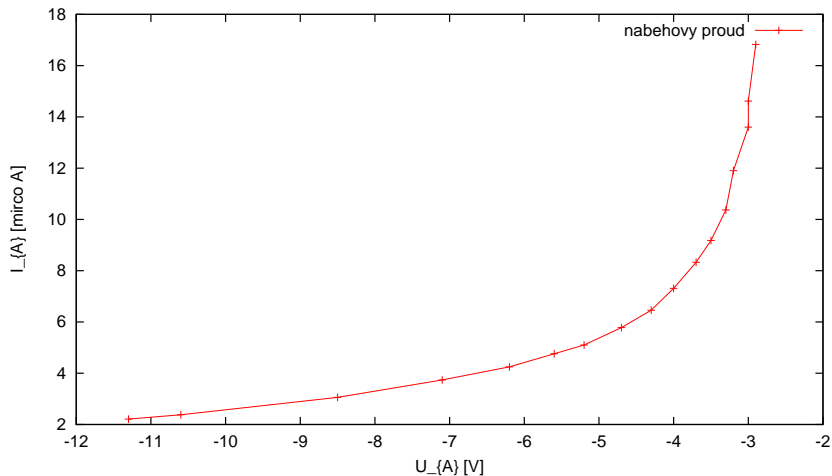


- Vzduch vyčerpán na tlak pod $10^{-3} Pa$
- Wolframová katoda
- Anoda rozdělena na tři díly -> homogenní pole na měřicí anodě
- Teplota snímána přes dutinu v anodě pyrometrem

Schottkyho přímka na grafu nasycených proudů



Náběhové proudy



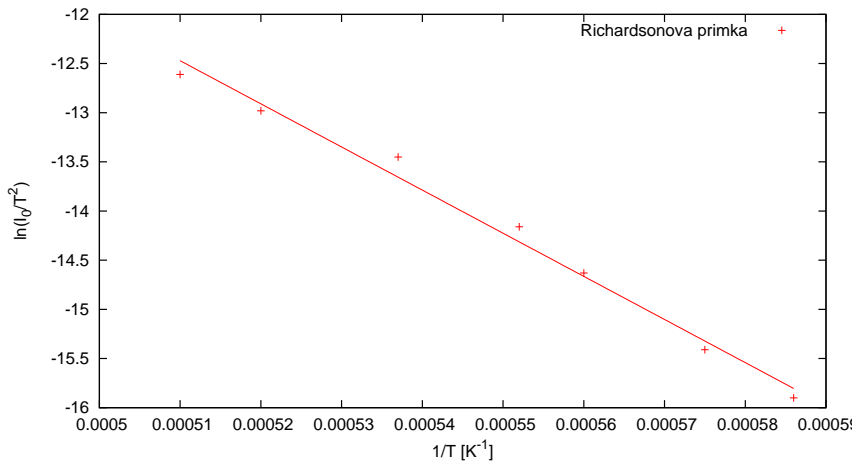
Výpočet

Výstupní potenciál

$$\varphi_v = \frac{ak}{e}$$

Richardsonova konstanta

$$A = \frac{e^b}{S}$$



Závěry měření

- Výstupní potenciál (odpovídá výstupní práci) 3.78 V
- Richardsonova konstanta $160 (+370 / - 120) \times 10^4 \text{ Am}^{-2} \text{ K}^{-2}$
(Teoretická hodnota je $120 \times 10^4 \text{ Am}^{-2} \text{ K}^{-2}$)

Diskuze - chyb měření

- Nedokonalé vakuum - dopady iontů plynu na elektrody
- Nepřesnost přístrojů - pyrometr
- Nedokonalost povrchu katody

Reference

-  <http://praktika.fjfi.cvut.cz/Termoemise/>. 18.6.2010.
-  <http://odstrtom.webnode.cz/products/termicka-emise-elektronu/>. 18.6.2010.
-  <http://files.odstrtom.webnode.cz/200000066-948df9681f/11.pdf>. 18.6.2010.
-  http://en.wikipedia.org/wiki/Thermionic_emission. 18.6.2010.