

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM Ústav fyziky FEKT VUT BRNO		Jméno a příjmení Ladislav Šulák		ID 155736
		Ročník 1	Předmět IFY	Kroužek 38
Spolupracoval Jan Tinka		Měřeno dne 11.3.2013		Odevzdáno dne 25.3.2013
Příprava	Opravy	Učitel		Hodnocení
Název úlohy Teplotné žiarenie				Číslo úlohy 26

1 Úloha

Overte Stefan-Boltzmannov zákon , určite koeficient pohltivosti žiariaceho telesa.

2 Teoretický úvod

Jednou z najrozšírenejších foriem hmoty je elektromagnetické vlnenie. Ak sú jeho zdrojom premeny energie v atónoch, molekulách, alebo jadrách atómov, nazývame ich elektromagnetické žiarenie. Najľahšie vybudíme teleso k žiareniu zahriatím.

Časť spektra elektromagnetického žiarenia začínajúc od infračerveného žiarenia až po ultrafialové svetlo nazývame teplotné žiarenie. Výkon prenášaný žiarením sa nazýva žiarivý tok Φ_e [W]. Zavádzame tiež intenzitu vyžarovania M_e [W*m⁻²] a intenzitu ožarovania E_e [W*m⁻²].

$$M_e = \frac{d\Phi_e}{dS} \qquad E_e = \frac{d\Phi_e}{dS}$$

Telesa žiarenia vydávajú, ale aj prijímajú z iných telies. Z celkového dopadajúceho toku každá látka časť odráža, časť prepúšťa a zvyšok pohlcuje.

Ak zoberieme do úvahy len látky , ktoré žiarivú energiu neprepúšťajú, ale iba odrážajú alebo pohlcujú, tak platia vzťahy:

$$\frac{\Phi_{e,odr}}{\Phi_{e,dop}} = \rho \quad \text{koeficient odrazivosti}$$

$$\frac{\Phi_{e,pohl}}{\Phi_{e,dop}} = \alpha \quad \text{koeficient pohltivosti}$$

$$\rho + \alpha = 1$$

Ich súčet sa rovná 1, pretože ak berieme do úvahy látku, ktoré neprepúšťajú žiarivú energiu, všetko čo na ne dopadne sa buď odrazí alebo pohltí.

Teleso, ktoré pohltí všetko žiarenie dopadajúce na jeho povrch sa nazýva dokonalé čierne teleso, a jeho koef. pohltivosti $\alpha = 1$. Ak ho zahrejeme, jeho intenzita vyžarovania $M_{e,0}$ je najväčšia aká je pri teplote T možná, a závisí iba podľa nej. Vzťah medzi oboma veličinami vyjadruje **Stefan– Boltzmannov zákon**

$$M_{e,0} = \sigma \cdot T^4, \quad \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}]$$

Pri overovaní tohto zákona použijeme jako vyžarovacie teleso wolframové vlákno žiarovky stočené do špirály, kt. je zahrievané prechádzajúcim prúdom.

$$P = S \alpha \sigma T^4$$

$$S = L \pi d$$

P = vyžarovaný výkon, S = plocha žiariacej špirály žiarovky (valec, kt. dĺžka je L a priemer je d)

2.1 Schéma zapojenia:

schéma č.1

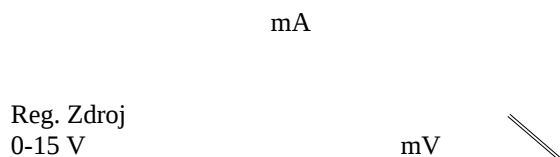
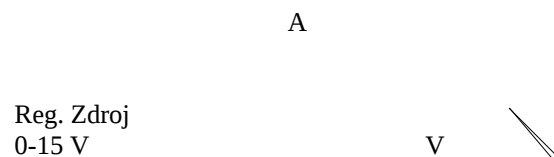
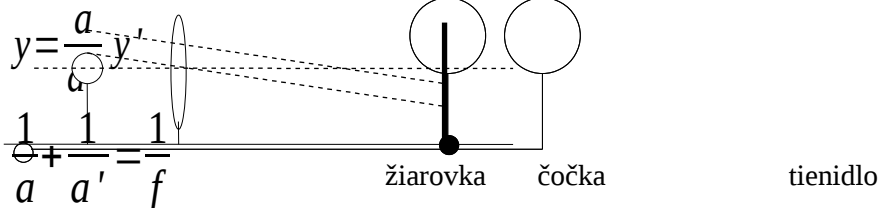


schéma č.2



2.2 Určenie rozmerov vlákna

Priame určenie rozmerov vlákna je nemožné, preto si vlákno žiarovky premietneme na tienidlo cez čočku a zmeriame obraz. Rozmery vlákna (vzoru) sme spočítali zo vzťahu



a = vzdialenosť vlákna od čočky

a' vzdialenosť obrazu od čočky
 y veľkosť vzoru (vlákna)
 y' veľkosť obrazu

2.3 Teplota vlákna

Odpor vlákna R sa s teplotou mení podľa vzťahu :

$$R_T = R_{293} [1 + 4,636 \cdot 10^{-3} (T/K - 273) + 3,19 \cdot 10^{-7} (T/K - 273)^2]$$

R_{293} - odpor za studena - musí zostať jeho príkon, teda aj prúd aj napätie čo najmenšie.

V druhej fáze merania (VA charakteristika) sa pracuje s väčšími prúdmi aj napätiami.

3 Postup merania

- Zapojíme obvod podľa **schémy č.1**. Zmeriame niekoľko hodnôt prúdu a napätia a vypočítame priemerný odpor za studena. Rozsah voltmetra bol 300mV/1mA, rozsah ampérmetra bol 60mV/10Ω.
- Zmeníme schému zapojenia, podľa **schémy č. 2**. Pomocou druhého zapojenia sme schopní merať väčšie hodnoty napätí a prúdov. Zmeriame V-A charakteristiku vlákna žiarovky (napätie meníme v rozsahu 0,4 až do plného výkonu zdroja). Zmeriame aspoň 10 hodnôt.
- Podľa vyššie uvedeného postupu vypočítame rozmery vlákna, zohľadníme pri tom aj teplotu v laboratóriu.
- Vypočítame príslušné teploty vlákna, a koeficient pohltivosti α .

4 Tabuľky nameraných hodnôt

Odpor vlákna za studena (R_{293})		
U/[mV]	I/[mA]	R/[Ohm]
3	1,24	2,419
5	2	2,5
6,2	2,4	2,583
9,5	3,6	2,638
11,6	4,4	2,636

V-A charakteristika, příkon, odpor, teplota, pohltivost							
číslo m.	U/[V]	I/[mA]	P/[W]	R/[Ohm]	R/R0	T/[K]	Alfa
1	0,4	45	0,018	8,888	3,478	784	0,205
2	1	80	0,08	12,5	4,891	1056	0,279
3	2	125	0,25	16	6,261	1310	0,368
4	2,5	140	0,35	17,857	6,988	1442	0,351
5	3	155	0,465	19,354	7,574	1546	0,352
6	5	212,5	1,062	23,529	9,208	1831	0,409
7	6	240	1,44	25	9,783	1929	0,45
8	7	262,5	1,837	26,666	10,435	2039	0,46
9	9	302,5	2,722	29,752	11,643	2239	0,469
10	10	325	3,25	30,769	12,041	2304	0,5
11	11,5	355	4,081	32,394	12,677	2407	0,527
12	12,5	370	4,625	33,783	13,221	2494	0,518
13	13,5	387,5	5,231	34,838	13,634	2560	0,528
14	15	410	6,15	36,585	14,317	2667	0,527

5 Příklad výpočtu

5.1 Pre prvú tabuľku (Odpor vlákna za studena)

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3,0}{1,24} = \underline{\underline{2,41\Omega}}$$

Priemerný odpor za studena vypočítame znasledujúceho vzťahu:

$$R_{239} = \frac{\sum R}{n} = \underline{\underline{2,555\Omega}}$$

Rozmery vlákna

Vzdialenosti predmetu a obrazu od čočky

$$a = 77,5 \text{ mm}$$

$$a' = 737,5 \text{ mm}$$

Šírka obrazu vlákna

$$d' = 1,25 \text{ mm}$$

Skutočná šírka vlákna

$$d = d' \cdot \frac{a}{a'} = 1,25 \cdot \frac{77,5}{737,5} = 0,1314 \text{ mm}$$

Délka obrazu vlákna

$$y' = 94 \text{ mm}$$

Skutočná dĺžka vlákna žiarovky

$$y = y' \cdot \frac{a}{a'} = 94 \cdot \frac{77,5}{737,5} = 9,878 \text{ mm}$$

5.2 Pre druhú tabuľku (V-A charakteristika)

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3}{155 \cdot 10^{-3}} = \underline{\underline{19,355 \, \Omega}}$$

Koeficient pohltivosti

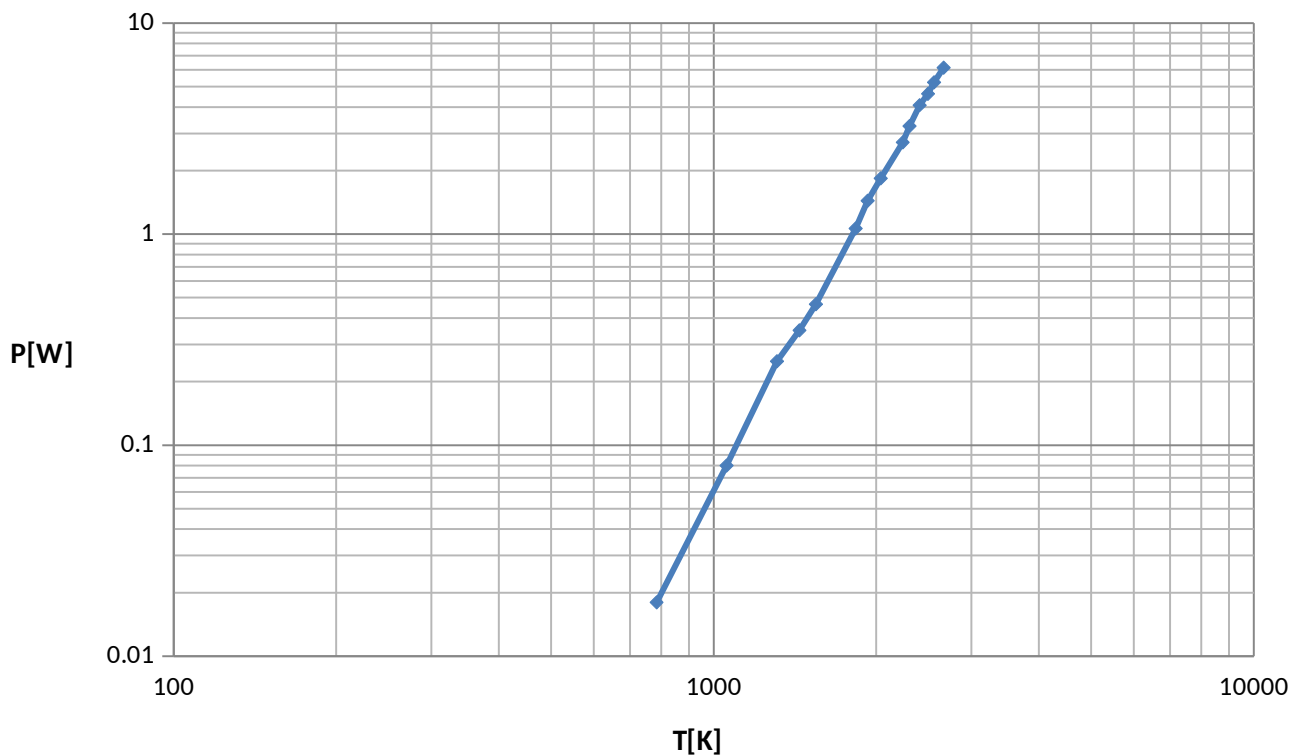
$$\alpha = \frac{P}{\pi \cdot y \cdot d \cdot \sigma \cdot T^4} = \frac{0,465}{\pi \cdot 9,878 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1314 \cdot 10^{-3} \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1546^4} = \underline{\underline{0,352}}$$

Veľkosť smernice

$$k = \frac{\log y_2 - \log y_1}{\log x_2 - \log x_1} = \frac{\log 6,150 - \log 0,018}{\log 2667 - \log 784} = \underline{\underline{4,765}}$$

6 Graf

Závislosť výkonu vyžarovaného žiarovkou na teplote vlákna žiarovky



7 Záver

Mocninovú závislosť výkonu žiarovky na teplote vlákna sme vyniesli do logaritmického zobrazenia, t.j. na grafe závislosti výkonu na teplote žiarovky sme použili logaritmické delenie oboch osí. Podľa predpokladu nám táto závislosť vyšla lineárna.

Teoretická veľkosť smernice je 4, vypočítaná je 4.765. Nie je to ani zďaleka hodnota 4, pretože došlo k nepresnostiam pri meraní rozmeru vlákna, tiež to mohlo byť spôsobené zlým odpočítaním nameraných hodnôt z meracích prístrojov.

Koeficient pohltivosti α nám vyšiel v intervale 0,205 až 0,528. Pri tomto meraní sme nebrali do úvahy žiarenie okolných telies. Táto chyba sa zvyšuje so zvyšujúcou sa teplotou, tzn. že pre menšie teploty bude menšia chyba merania.

Napriek nepresnostiam sme potvrdili platnosť Stefan-Boltzmannovho zákona.

