

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 1

Zpracoval: Milan Suk

Naměřeno: 10. dubna 2018

Obor: F

Skupina: PO 8:00

Testováno:

Úloha č. 8: Měření teploty

1. Úvod

V první části jsem zjišťoval závislost teploty na odporu v olejové lázni. Teplota se nechala vzrůstat z teploty 20°C na 120°C . Linerní regresí jsem pak mohl určit hodnotu α , pro kterou při lineární závislosti $R = a + b \cdot t$ platí

$$\alpha = \frac{b}{a} \quad (1)$$

V druhé části jsem zjišťoval relaxační dobu odporového čidla. Pro relaxační dobu τ_m platí vztah

$$t(\tau) = t_2 - (t_2 - t_1)e^{-\frac{\tau}{\tau_m}} \quad (2)$$

Dále jsem proměřoval emisivitu desky pokryté černým, bílým a aluminiovým lakem. Deska se vyhřála na teplotu T a pak se proměřila infračerveným teploměrem a získala se hodnota T_P . Pro emisivitu ϵ pak platí

$$\epsilon = \frac{T_P^4}{T^4} \quad (3)$$

Ve čtvrté části jsem emisivitu měřil přes okánka z různých materiálů a určoval propustnost \mathcal{T} , pro kterou platí

$$\mathcal{T} = \frac{T_P^4}{T^4} \quad (4)$$

kde T_P je zde teplota měřená přes okénko a T bez okénka.

V poslední části jsem proměřoval emisivitu povrchu s námrazou a bez námrazi. K vyhodnocení lze použít rovnici (3).

$$\mathcal{T} = \frac{T_P^4}{T^4} \quad (5)$$

2. Postup měření

2.1. Teplotní závislost odporových čidel

Lieární regresí jsem určil koeficienty lineární funkce a pomocí nich určil hodnotu α .

```
1 from scipy import stats
2
3 data_raw = open('mereni_8_000.txt').readlines()
4 x = list()
5 y = list()
6
7 for line in data_raw:
8     d = line.replace(',','').split('\t')
9     x.append(float(d[1]))
10    y.append(float(d[4]))
11
12 b, a, _, _, _ = stats.linregress(x, y)
13 alpha = b / a
14
15 print(f"R_0 = {a}")
16 print(f"alpha = {alpha}")
```

výsledek vyhodnocení je

$$R_0 = 954.42 \, \Omega$$

$$\alpha = 0.00679 \, K^{-1}$$

2.2. Relaxační doba odporového čidla

Nasbíraná data jsem nafitoval na funkci $a + b \cdot e^{-\frac{x}{c}}$. Parameter c pak přímo odpovídá hledané relaxační době.

```
17 from numpy import exp
18 from scipy.optimize import curve_fit
19
20 data_raw = open('suk_mereni_000.txt').readlines()
21 x = list()
22 y = list()
23
24 for line in data_raw:
25     d = line.replace(',','').split('\t')
26     x.append(float(d[0]))
27     y.append(float(d[1]))
28
29 def func(x, a, b, c):
30     return a + b * exp(- x / c)
31
32 popt, pcov = curve_fit(func, x, y)
33
34 print(popt)
```

$$\tau_m = (89 \pm 8) \, s$$

2.3. Emisivita teploměru

Nejdříve jsem určil střední hodnotu teploty určené infračerveným teploměrem, pak jsem dosadil do rovnice pro emisivitu.

```
35 import numpy
36 from math import pow, sqrt
37
38 pow2 = lambda x: x * x
39
```

```

40 T = 483.15
41 uT = 0.5
42
43 data_raw = open('data1.txt').readlines()
44 data = list()
45 data_sub = list()
46
47 for line in data_raw:
48     if line.strip() == '':
49         data.append(data_sub)
50         data_sub = []
51     else:
52         data_sub.append(float(line))
53
54 def calc_epsilon(d: list):
55     t_p = numpy.average(d)
56
57     epsilon = pow(t_p / T, 4)
58     epsilon_err = epsilon * sqrt(pow2(4 * uT / T))
59
60     return (epsilon, epsilon_err)
61
62 for d in data:
63     print(calc_epsilon(d))

```

Pro jednotlivé materiály pak emisivita vychází

$$\epsilon_{cerna} = (0.991 \pm 0.001)$$

$$\epsilon_{bila} = (1.400 \pm 0.001)$$

$$\epsilon_{aluminium} = (0.3847 \pm 0.0003)$$

2.4. Propustnost τ okének

Co se týče analýzy tohoto experimentu, jedná se ve skutečnosti o téměř stejný postup jako u předchozí části, takže na vyhodnocení výsledků jsem použil úplně stejný script (naštěstí je napsán dostatečně obecně, aby s ním šlo vyhodnotit libovolný počet měření v jednom kroku), jen jsem místo skutečné teploty T používal teplotu naměřenou infračerveným teploměrem bez okénka.

$$\mathcal{T}_{Cu} = 0.13$$

$$\mathcal{T}_{GaAs} = 0.46$$

$$\mathcal{T}_{Si} = 0.44$$

$$\mathcal{T}_{NaCl} = 0.55$$

$$\mathcal{T}_{KBr} = 0.20$$

$$\mathcal{T}_{CaF2} = 0.16$$

$$\mathcal{T}_{SiO2} = 0.15$$

$$\mathcal{T}_{polykarbonat} = 0.16$$

2.5. Emisivita povrchu s námrazou

K vyhodnocení tohoto měření jsem opět použil variace na script z předchozích měření. Spočítal jsem střední hodnoty teplot změřených kontaktním teploměrem a pak infračerveným. Pak jsem jsem vzhledem k těmto hodnotám určil emisivitu podle rovnice (4).

```

64 import numpy
65 from math import pow, sqrt
66
67 pow2 = lambda x: x * x
68
69 data_raw = open('data3.txt').readlines()
70 data = list()
71 data_sub = list()
72
73 for line in data_raw:
74     if line.strip() == '':
75         data.append(data_sub)
76         data_sub = []
77     else:
78         data_sub.append(float(line) + 273.15)
79
80 def calc_epsilon(t1_l: list, t2_l: list):
81     t_1 = numpy.average(t1_l)
82     t_1_err = numpy.average((t1_l - t_1)**2)
83     t_2 = numpy.average(t2_l)
84     t_2_err = numpy.average((t2_l - t_2)**2)
85
86     epsilon = pow(t_1 / t_2, 4)
87     epsilon_err = epsilon * sqrt(pow2(4 * t_1_err / t_1) + pow2(4 * t_2_err / t_2))
88     return (epsilon, epsilon_err)
89
90 print(calc_epsilon(data[0], data[1]))
91 print(calc_epsilon(data[2], data[3]))

```

$$\epsilon_1 = 0.826 \pm 0.007$$

$$\epsilon_2 = 0.937 \pm 0.008$$

kde ϵ_1 je emisivita povrchu s námrazou a ϵ_2 povrchu bez námrazy.

3. Výsledky

Ve srovnání s tabulkovými hodnotami jsou moje výsledky minimálně řádově v pořádku. Trochu překvapující jsou pro mě hodnoty emisivity povrchu s námrazou a bez námrazy, kde jsem očekával větší rozdíly těchto dvou hodnot. Zajímavé při měření bylo, že jednotlivá měření pomocí infračerveného teploměru měla relativně velké rozptyly, proto se u některých měření špatně určovaly odchylky hodnot, protože samotné rozptyly teplot byly řádově větší, než hodnoty emisivity samotné.