

Ústav fyzikální elektroniky PŘF MU

# FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 1

**Zpracoval:** Artem Gorodilov

**Obor:** Astrofyzika

**Skupina:** Pa 10:00

**Naměřeno:** 6. března 2023

**Testováno:** uznáno

## Úloha č. 1: Měření hustoty

$$T = 21,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$p = 989 \text{ hPa}$$

$$\varphi = 23,3 \text{ }^{\circ}$$

### 1. Zadání

Je dán měděný válec o průměru  $D$ , výšce  $h$  a hmotnosti  $m$ . Válec má průchozí otvor o průměru  $d$ . Měření byla provedena pomocí posuvkou s nejmenším dílkem  $\sigma_t = 0.02 \text{ mm}$ , mikrometru s nejmenším dílkem  $\sigma_m = 0.01 \text{ mm}$  a digitálních vah s přístrojovou chybou  $\sigma_v = 0.001 \text{ g}$ .

Úkol: Určete hustotu válce pomocí třmenu, mikrometru a měřítka.

#### 1.1. Podúloha o měření

Hustota se vypočítá podle vzorce:

$$\rho = \frac{4m}{\pi(D^2 - d^2)h} \quad (1)$$

Byly změřeny rozměry válce. Každý rozměr se měřil desetkrát  $n = 10$ .

Ze získaných výsledků byl vypočten aritmetický průměr a směrodatná odchylka aritmetického průměru. Výpočty byly provedeny pomocí vzorců:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

$$u_A(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

Na základě chyb výpočetních přístrojů byla poté vypočtena kombinova nejistota. Výpočty byly provedeny podle vzorce:

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (4)$$

Přístrojovou nejistotu typu B  $u_B$  lze zjistit pomocí vzorce:

$$u_B = \frac{\sigma_{inst}}{k} \quad (5)$$

kde  $\sigma_{inst}$  je nejmenší dělení nástroje nebo chyba nástroje a  $k$  je koeficient, který závisí na typu statistického rozdělení.

Byly získány následující výsledky:

n	h [mm]	D [mm]	d [mm]	m [g]
1	15.26	39.83	10.05	159.062
2	15.28	39.82	10.06	159.069
3	15.27	39.84	10.06	159.064
4	15.26	39.82	10.05	159.071
5	15.24	39.82	10.06	159.065
6	15.22	39.83	10.05	159.062
7	15.23	39.84	10.06	159.069
8	15.24	39.82	10.06	159.070
9	15.26	39.84	10.06	159.068
10	15.24	39.82	10.05	159.065

$u_B(\sigma_t)$ [mm]	$u_B(\sigma_m)$ [mm]	$u_B(\sigma_v)$ [g]
0.006	0.003	0.0003

$\bar{x}, u$	h [mm]	D [mm]	d [mm]	m [g]
$\bar{x}$	15.250	39.828	10.056	159.067
$u_A(\bar{x})$	0.006	0.003	0.002	0.001
$u_C$	0.008	0.007	0.007	0.001

Poté byla vypočtena chybovost. To bylo provedeno pomocí Pythonu. Kód je uveden níže:

```
import pandas as pd
import numpy as np
import uncertainties as u
from uncertainties import ufloat
from uncertainties.umath import *
from uncertainties import unumpy

h = ufloat(15.250, 0.008)
D = ufloat(39.828, 0.007)
d = ufloat(10.056, 0.007)
m = ufloat(159.067, 0.001)

h = h * 10**(-3)
D = D * 10**(-3)
d = d * 10**(-3)
m = m * 10**(-3)

rho = (4 * m) / (np.pi * (D**2 - d**2) * h)

print(rho)
```

Po zaokrouhlení byl získán výsledek:

$$\rho = (8940 \pm 30) \frac{kg}{m^3} \quad (p = 99.73\%)$$

## 2. Závěr

Získaná hodnota  $\rho = (8940 \pm 30) \frac{kg}{m^3}$  hustoty je v dobré shodě s tabulkovými údaji  $\rho = (8900) \frac{kg}{m^3}$ . Chyba může být způsobena nepřesnostmi při měření velikosti a hmotnosti objektu.