

# FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

## Fyzikální praktikum 1

**Zpracoval:** Milan Suk

**Naměřeno:** 26. února 2018

**Obor:** F

**Skupina:** PO 8:00

**Testováno:**

---

### Úloha č. 1: Měření hustoty válečku

## 1. Úvod

Cílem toho měření je zjistit hustotu válečku s válcovým výřezem. Hustota má být vypočtena pomocí měření jeho výšky, vnitřního a vnějšího průměru, a jeho hmotnosti.

Objem válečku určím pomocí změřené výšky  $h$ , vnitřního poloměru  $r$  a vnějšího poloměru  $R$  pomocí rovnice

$$V = h\pi(R^2 - r^2) \quad (1)$$

Pak se změřenou hmotností  $m$  lze určit hustotu válečku jako

$$\rho = \frac{m}{h\pi(R^2 - r^2)} \quad (2)$$

při vlastním měření jsem ovšem ve skutečnosti měřil průměry  $2R \rightarrow R$  a  $2r \rightarrow r$ . Výslednou hustotu určím podle upraveného vztahu

$$\rho = \frac{4m}{h\pi(R^2 - r^2)} \quad (3)$$

### 1.1. Zpracování chyb měření

Nejistotu měření určím ze *Zákona šíření nejistoty* jako

$$u(\rho) = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho}{\partial m}\right)^2 \cdot u(m)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial r}\right)^2 \cdot u(r)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial R}\right)^2 \cdot u(R)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial h}\right)^2 \cdot u(h)^2} \quad (4)$$

konkrétně potom

$$u(\rho) = \sqrt{\left(\frac{4u(m)}{h\pi(R^2 - r^2)}\right)^2 + \left(\frac{8mR \cdot u(R)}{h\pi(R^2 - r^2)^2}\right)^2 + \left(\frac{8mr \cdot u(r)}{h\pi(R^2 - r^2)^2}\right)^2 + \left(\frac{4m \cdot u(h)}{h^2\pi(R^2 - r^2)}\right)^2} \quad (5)$$

## 2. Postup měření

Pomocí posuvného měřidla (s přesností  $0.02 \text{ mm}$ ) jsem nejdříve změřil vnitřní průměr  $r$  a vnější průměr válečku  $R$ . Poté jsem pomocí mikrometru (s přesností  $0.01 \text{ mm}$ ) změřil výšku válečku  $h$  a nakonec pomocí laboratorních vah jsem určil hmotnost válečku  $m$ .

### 3. Výsledky

#### 3.1. Měření průměrů a výšky válce

$R$ [mm]	$r$ [mm]	$h$ [mm]
46.06	9.80	14.83
46.10	9.76	14.75
46.06	9.76	14.76
46.06	9.78	14.77
46.08	9.76	14.81
46.06	9.82	14.82
46.06	9.72	14.81
46.06	9.78	14.86
46.10	9.80	14.83
46.08	9.80	14.77

Tabulka 1: Měření průměrů a výšky válce

Hmotnost válečku jsem měřil na laboratorních vahách.

$$\overline{m} = 159.096g$$

Hodnoty průměrů a odchylek si nechám vypočítat počítačem.

```
1 import statistics
2 import math
3
4 R = [46.06, 46.10, 46.06, 46.06, 46.08, 46.06, 46.06, 46.06, 46.10, 46.08]
5 r = [9.80, 9.76, 9.78, 9.76, 9.82, 9.82, 9.72, 9.78, 9.80, 9.80]
6 h = [14.83, 14.75, 14.76, 14.77, 14.81, 14.82, 14.81, 14.86, 14.83, 14.77]
7
8 result = {}
9
10 student_9_6827 = 1.067
11 student_9_9973 = 4.094
12
13 for key, data in {"R": R, "r": r, "h": h}.items():
14     mean = statistics.mean(data)
15     stdev = statistics.stdev(data)
16     stdev1 = student_9_6827 * stdev
17     u = stdev1 / math.sqrt(len(data))
18     r = stdev1 / mean * 100
19
20     result[key] = {
21         "mean": mean,
22         "u": u,
23         "r": r
24     }
25
26 print(result)
```

Provoláním tohoto skriptu získám následující výstup

```
1 > python3 valecek.py | sed -e "s/'/\"/g" | jq
2 {
3   "R": {
4     "mean": 46.072,
5     "u": 0.0056906666666666419,
6     "r": 0.03905944623950355
7   },
```

```

8  "r": {
9    "mean": 9.784,
10   "u": 0.0104544222219864,
11   "r": 0.33789642112864493
12 },
13 "h": {
14   "mean": 14.801,
15   "u": 0.01226405507072511,
16   "r": 0.26202518325267715
17 }
18 }

```

Spolu s kombinovanými nejistotami  $u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$  získám následující údaje o změřených veličinách.

$$m = (191.5761 \pm 0.001) \text{ g}$$

$$R = (46.07 \pm 0.01) \text{ mm}$$

$$r = (9.78 \pm 0.01) \text{ mm}$$

$$h = (14.80 \pm 0.01) \text{ mm}$$

```

1  from math import pow, sqrt, pi
2
3  pow2 = lambda x: pow(x, 2)
4
5  R = 46.07 / 1000
6  r = 9.78 / 1000
7  h = 14.80 / 1000
8  m = 191.5761 / 1000
9
10 uR = 0.01 / 1000
11 ur = 0.01 / 1000
12 uh = 0.01 / 1000
13 um = 0.00005 / 1000
14
15 u = 4 / (pi * h * (pow2(R) - pow2(r))) * \
16         sqrt(pow2(um) + pow2(m * uh / h) + pow2(2 * R * m * uR / (pow2(R) - \
17         pow2(r))) + pow2(2 * r * m * ur / (pow2(R) - pow2(r))))
18
19 rho = m / (pi * h * (pow2(R / 2) - pow2(r / 2)))
20
21 print("{} +- {} kg * m^-3".format(rho, u))

```

A provedením získám celkový výsledek.

```

1 > python3 valecek_nejistota.py
2 (8131.666998920163 +- 6.668565171779014) kg * m^-3

```

Hledaná hustota tedy je

$$\rho = (8132 \pm 7) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

.

## 4. Zhodnocení měření, závěr

Podle zjištěné hustoty byl neznámý materiál pravděpodobně **mosaz**.