

## Výpočet objemu valčeka

### Hlavička

### Teória:

Výpočet aritmetického priemeru hodnoty  $x$ : 
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

kde  $x_i$  je hodnota  $i$ -teho merania a  $n$  je počet merní danej hodnoty.

Určenie odchýlky merania: 
$$\Delta_i = (\bar{x} - x_i) \quad (2)$$

Stanovenie chyby merania: 
$$\bar{\delta}_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta_i)^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

Zápis výsledku spracovania meranej hodnoty  $x$ : 
$$x = \bar{x} \pm \bar{\delta}_x \quad (4)$$

Výpočet objemu valčeka určíme podľa vzťahu: 
$$V = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 h, \quad (5)$$

kde  $d$  – priemer valčeka  
 $h$  - výška valčeka.

Chybu určenia objemu valčeka určíme podľa vzťahu:

$$\bar{\delta}_V = \bar{V} \sqrt{\left(\frac{1}{h}\right)^2 \bar{\delta}_h^2 + \left(\frac{2}{d}\right)^2 \bar{\delta}_d^2} \quad (6)$$

### Cieľ merania:

#### 1) Výpočet objemu valčeka a spracovanie chyby merania

### Pomôcky:

- valček
- mikrometer ( $\Delta = 0.005$  mm), šublera ( $\Delta = 0.05$  mm)

Postup merania: Pomocou meradla zmeriame 10 krát priemer a výšku valčeka, z ktorých určíme ich stredné hodnoty, chybu určenia. Zo zistených hodnôt vypočítame objem valčeka podľa vzťahu (1) a jeho chybu.

## Experimentálne meranie

### A) Výpočet priemeru valčeka d a jeho chyby

i	$d_i$ [mm]	$\Delta_i = (\bar{d} - d_i) \times 10^{-4}$	$(\Delta_i)^2 \times 10^{-8}$
1	22,360	-15	225
2	22,350	85	7225
3	22,360	-15	225
4	22,370	-115	13225
5	22,355	35	1225
6	22,360	-15	225
7	22,355	35	1225
8	22,360	-15	225
9	22,365	-65	4225
10	22,350	85	7225
	$\sum_{i=1}^{10} d_i = 223,585 \text{ mm}$		$\sum_{i=1}^{10} (\Delta_i)^2 = 35250 \times 10^{-8} \text{ mm}^2$

Stredná hodnota priemeru valčeka:  $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10} d_i}{10} = \frac{223,585}{10} = 22,3585 \text{ mm}$

Výpočet chyby priemeru valčeka:

$$\bar{\delta}_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{35250 \times 10^{-8}}{10 \cdot 9}} = 19,79057 \times 10^{-4} \doteq 0,002 \text{ mm}$$

Priemer:  $d = \bar{d} \pm \bar{\delta}_d = (22,359 \pm 0,002) \text{ mm} = (22,359 \pm 0,002) \times 10^{-3} \text{ m}$

## B) Výpočet výšky valčeka h a jeho chyby

i	$h_i$ [mm]	$\Delta_i = (\bar{h} - h_i) \times 10^{-4}$	$(\Delta_i)^2 \times 10^{-8}$
1	15,010	-135	18225
2	15,015	-185	34225
3	14,970	265	70225
4	14,990	65	4225
5	14,980	165	27225
6	14,995	15	225
7	14,990	65	4225
8	15,010	-135	18225
9	15,005	-85	7225
10	15,000	-35	1225
	$\sum_{i=1}^{10} h_i = 149,965 \text{ mm}$		$\sum_{i=1}^{10} (\Delta_i)^2 = 185250 \times 10^{-8} \text{ mm}^2$

Stredná hodnota výšky valčeka: 
$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \Delta_i}{10} = \frac{149,965}{10} = 14,9965 \text{ mm}$$

Výpočet chyby priemeru valčeka:

$$\bar{\delta}_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{185250 \times 10^{-8}}{10 \cdot 9}} = 45,36886 \times 10^{-4} \doteq 0,005 \text{ mm}$$

Výška: 
$$h = \bar{h} \pm \bar{\delta}_h = (14,997 \pm 0,005) \text{ mm} = (14,997 \pm 0,005) \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

### C) Výpočet objemu valčeka V

Na výpočet objemu valčeka použijeme vzťah (1), do ktorého dosadíme stredné hodnoty priemeru a výšky valčeka:

$$\bar{V} = \pi \cdot \left(\frac{\bar{d}}{2}\right)^2 \cdot \bar{h} = \frac{3,14}{4} (22,359 \text{ mm})^2 \cdot 14,997 \text{ mm} = 5885,4381 \text{ mm}^3$$

Výpočet chyby určenia objemu:

$$\bar{\delta}_V = \bar{V} \sqrt{\left(\frac{1}{\bar{h}}\right)^2 \bar{\delta}_h^2 + \left(\frac{2}{\bar{d}}\right)^2 \bar{\delta}_d^2} = \bar{V} \sqrt{\left(\frac{1}{14,997}\right)^2 (0,002)^2 + \left(\frac{2}{22,359}\right)^2 (0,005)^2} = 2,7467 \text{ mm}^{-3} \doteq 3 \text{ mm}^{-3}$$

Výsledok: 
$$\underline{V = \bar{V} \pm \bar{\delta}_V = (5885 \pm 3) \text{ mm}^{-3} = (5885 \pm 3) \times 10^{-9} \text{ m}^{-3}}$$

### Záver merania:

Vypočítaný objem valčeka je  $V = (5885 \pm 3) \times 10^{-9} \text{ m}^{-3}$ . Pričom chyba určenia objemu nepresahuje 0.5 ‰