

Datum měření: 2.3.2006

Teplota: 21,44°C

Tlak: 73,26 mm rtuťového sloupce

Vzdušná vlhkost: 39%

Úkol: Určit hustotu tělesa z neznámého materiálu pomocí nepřímo měřených veličin hmotnost m a objem V . Těleso je váleček, uprostřed provrtaný.

Postup:

1. Pečlivě zvážíme váleček.
2. Každou ze 3 rozměrových veličin měřených na válečku (průměr válečku, průměr „díry“ a výšku válečku budeme měřit posuvným celkem devětkrát.
3. Hodnoty zapíšeme do tabulky, určíme chyby.
4. Spočítáme objem válečku.
5. Dopočítáme hustotu válečku.

$$\text{Zákon šíření chyb: } \delta_i = \sqrt{\sum \frac{(df)^2}{(dx_i)^2} * S_i^2}$$

Naměřené hodnoty:

Velikosti uvedeny v milimetrech (milimetrech krychlových) s přesností na dvě desetinná místa:

Vnější průměr:

n	D	ΔD	$\Delta^2 D$
1	43,9	0,08	0,006049
2	44,0	-0,02	0,000494
3	44,0	-0,02	0,000494
4	44,0	-0,02	0,000494
5	44,0	-0,02	0,000494
6	43,9	0,08	0,006049
7	44,0	-0,02	0,000494
8	44,0	-0,02	0,000494
9	44,0	-0,02	0,000494

$$\begin{aligned} & 395,8 & \Sigma \Delta^2 D = 0,0155 \\ \langle D \rangle = 43,98, \text{mm} & & S = 0,04 \text{mm} \end{aligned}$$

$$D = (43,98 \pm 0,04) \text{ mm}$$

Vnitřní průměr:

n	D	ΔD	$\Delta^2 D$
1	9,7	-0,100	0,0100
2	9,7	-0,100	0,0100
3	9,3	0,300	0,0900
4	9,2	0,400	0,1600
5	9,8	-0,200	0,0400
6	9,6	0,000	0,0000
7	9,8	-0,200	0,0400
8	9,6	0,000	0,0000
9	9,7	-0,100	0,0100
	86,40		$\Sigma \Delta^2 D = 0,36$
	9,6		$S = 0,07 \text{ mm}$
	$D = (9,60 \pm 0,07) \text{ mm}$		

Výška válečku:

n	D	ΔD	$\Delta^2 D$
1	15,55	-0,03	0,000772
2	15,6	-0,08	0,006049
3	15,75	-0,23	0,051883
4	15,3	0,22	0,049383
5	15,55	-0,03	0,000772
6	15,6	-0,08	0,006049
7	15,4	0,12	0,014938
8	15,5	0,02	0,000494
9	15,45	0,07	0,005216
	139,7		$\Sigma \Delta^2 D = 0,135$
	$\langle D \rangle = 15,25 \text{ mm}$		$S = 0,04 \text{ mm}$
	$D = (15,25 \pm 0,04) \text{ mm}$		

Hmotnosti uvedeny v gramech. Hodnoty n jsou odečteny ze stupnice na váze:

$$n_{01} = 2,2$$

$$z_1 = 173 \text{ g}$$

$$n_1 = 2,1$$

$$z_2 = 173,1 \text{ g}$$

$$n_2 = 1,875$$

$$n_{02} = 2,2$$

Zpracování měření:

$$z_0 = z_1 + \frac{(z_2 - z_1)}{(n_2 - n_1)} * (n_0 - n_1) \rightarrow \text{dosazení} \rightarrow 173 + \frac{(173,1 - 173,0)}{(1,9 - 2,1)} * (2,2 - 2,1) = 173 - \frac{0,1}{0,2} * 0,1 = 172,95$$

$$n_0 = \frac{1}{2} * (n_{01} + n_{02}) \rightarrow \text{po dosazení} : \frac{1}{2} * (2,2 + 2,2) \rightarrow n_0 = 2,2$$

$$c = \frac{(n_2 - n_1)}{(z_2 - z_1)} \rightarrow c = \frac{(1,8 - 2,1)}{(173,1 - 173)} \rightarrow c = 3$$

$$z_0 = (172,95 \pm \frac{1}{3}) g$$

Relativní chyba:

$$r = \frac{1}{z_0} * 100 \rightarrow \frac{1}{172,95} * 100 \rightarrow \delta = \frac{100}{3 * 172,95} = 0,5$$

Hmotnost válečku jsem tedy určil na $z_0 = (172,95 \pm \frac{1}{3}) g$

Objem válečku je:

$$V = \frac{1}{4} h \pi (D^2 - d^2) = 22056 \pm \delta_p$$

$$\delta_p = \sqrt{\left(\frac{1}{2} \pi R h\right)^2 \delta_R^2 + \left(\frac{-1}{2} \pi r h\right)^2 \delta_r^2 + \left(\frac{1}{4} \pi R^2 - \frac{1}{4} \pi r^2\right)^2 \delta_h^2}$$

$$\delta_p = 0,73$$

$$V = (22,05 \pm 0,73) mm^3$$

$$m = \rho * V \rightarrow \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \sqrt{\left(\frac{1}{V}\right)^2 \delta_m^2 + \left(\frac{-m}{V^2}\right)^2 \delta_V^2} \rho = 0,24$$

$$\rho = (8,50 \pm 0,24) \frac{g}{cm^3}$$

Z tabulek sem zjistil, že váleček svou hustotou odpovídá mosazi.