

Úloha č. 1 - Měření hustoty válečku

1 Teorie

Hustotu válečku počítáme ze vzorce $\rho = \frac{m}{V}$.

Hmotnost změříme na vahách.

Objem zjistíme z rozměrů válečku, tj. vnitřního d a vnějšího D průměru a výšky h .

Výslednou hustotu pak dostaneme ze vzorce:

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

Relativní nejistotu hustoty ρ dostaneme ze zákona přenosu nejistoty:

$$r(\rho) = \sqrt{r(m)^2 + \frac{4\bar{D}^4}{(\bar{D}^2 - \bar{d}^2)^2}r(D)^2 + \frac{4\bar{d}^4}{(\bar{D}^2 - \bar{d}^2)^2}r(d)^2 + r(h)^2}$$

2 Postup měření

Nejprve provedeme jedno zvážení na digitálních vahách.

Poté šuplérkou 10x změříme vnitřní a vnější průměr a nakonec mikrometrickým šroubem 10x změříme výšku.

3 Výsledky měření

Měření probíhalo za těchto podmínek:

teplota ... 21,6 °C

tlak ... 99,3 kPa

vlhkost ... 48 %

D [mm]	d [mm]	h [mm]
36,62	9,78	14,97
36,64	9,82	14,96
36,68	9,90	14,94
36,80	9,88	14,93
36,78	9,84	14,94
36,68	9,86	14,96
36,72	9,90	14,98
36,64	9,84	14,96
36,68	9,92	14,94
36,62	9,86	14,95

$$m = (123,021 \pm 0,001) \text{ g}, \quad r(m) = 0,008 \%$$

$$\begin{array}{l}
\bar{D} = 36,70 \text{ mm} \quad u_A(D) = 0,02 \text{ mm} \quad u_B(D) = 0,02 \text{ mm} \quad u(D) = 0,03 \text{ mm} \quad r(D) = 0,08 \% \\
\bar{d} = 9,84 \text{ mm} \quad u_A(d) = 0,02 \text{ mm} \quad u_B(d) = 0,02 \text{ mm} \quad u(d) = 0,03 \text{ mm} \quad r(d) = 0,29 \% \\
\bar{h} = 14,95 \text{ mm} \quad u_A(h) = 0,005 \text{ mm} \quad u_B(h) = 0,005 \text{ mm} \quad u(h) = 0,007 \text{ mm} \quad r(h) = 0,05 \%
\end{array}$$

Z těchto hodnot vypočteme požadovanou hustotu:

$$\bar{\rho} = 8382 \text{ kg m}^{-3} \quad r(\rho) = 0,18 \% \quad u(\rho) = 15 \text{ kg m}^{-3}$$

Výsledná hustota je tedy:

$$\rho = (8382 \pm 15) \text{ kg m}^{-3}$$

4 Závěr

Měřený váleček byl mosazný, přičemž pro mosaz se tabulková hodnota hustoty pohybuje od 8400 do 8700 kg m^{-3} . Naše naměřená a vypočítaná hustota je tedy těsně pod touto hranicí. Tato odchylka, i když malá, od tabulkové hodnoty nejpravděpodobněji pochází z toho, že měřené těleso není přesně válec, nebo z obsažených příměsí, které snižují hustotu.

Pokud jde o možné zlepšení měření, tak na straně hmotnosti už jej zlepšit mnoho nejde, použité váhy byly velmi přesné. Ovšem můžeme jej zlepšit na straně objemu, pokud bychom jej neměřili nepřímou přes rozměry a pak jej dopočítávali, ale měřili jej přímo, například ponořením do kapaliny v odměrné nádobě.