

STANOVENÍ HUSTOTY TĚLESA

Pracovní úkol:

- 1) Metodou tří kyvů určete hmotnost zadaného tělesa (kuličky).
- 2) Posuvným měřítkem určete rozměry tělesa.
- 3) Ze známé hmotnosti a průměru tělesa určete hustotu materiálu tělesa.
- 4) Stanovte chyby měření u jednotlivých veličin.

Pomůcky: laboratorní váhy, sada závaží, posuvné měřítko, měřené vzorky.

Teorie:

Hustota ρ je definována vztahem:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

kde m je hmotnost a V objem tělesa.

Pro těleso ve tvaru koule stanovíme objem ze změřeného průměru d tělesa podle vzorce:

$$V = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3 \quad (2)$$

Pro hustotu získáme vzorec:

$$\rho = \frac{m}{\frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3}, \text{ tj. } \rho = \frac{6 \cdot m}{\pi \cdot d^3} \quad (3)$$

Chybu určení hustoty ρ stanovíme postupem pro určení chyby nepřímého měření:

$$\sigma_\rho = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho}{\partial m} \cdot \sigma_m\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial d} \cdot \sigma_d\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial \pi} \cdot \sigma_\pi\right)^2} \quad (4)$$

Protože hodnotu konstanty π lze najít v tabulkách s dostatečnou přesností vzhledem k ostatním veličinám, lze její vliv na celkovou chybu určení hustoty zanedbat. Vztah (4) proto lze zjednodušit do podoby:

$$\sigma_\rho = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho}{\partial m} \cdot \sigma_m\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial d} \cdot \sigma_d\right)^2} \quad (5)$$

Po dosazení parciálních derivací $\frac{\partial \rho}{\partial m} = \frac{\partial}{\partial m} \left(\frac{6 \cdot m}{\pi \cdot d^3}\right) = \frac{6}{\pi \cdot d^3}$ a $\frac{\partial \rho}{\partial d} = \frac{\partial}{\partial d} \left(\frac{6 \cdot m}{\pi \cdot d^3}\right) = \frac{-18 \cdot m}{\pi \cdot d^4}$

a algebraické úpravě dostaneme finální vztah:

$$\sigma_\rho = \rho \cdot \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2 + \left(-\frac{3 \cdot \sigma_d}{d}\right)^2} \quad (6)$$

Pokyny pro měření a jeho zpracování:

- 1) Na laboratorních váhách metodou tří kyvů stanovte hmotnost kuličky m včetně její chyby σ_m .
- 2) Posuvným měřítkem změřte n -krát na různých místech průměr kuličky. Počet měření n volte nejméně 10.
- 3) Stanovte hodnotu průměru d kuličky jako aritmetický průměr ze změřených n hodnot včetně její celkové chyby σ_d .
- 4) Stanovte hustotu ρ materiálu kuličky včetně její chyby σ_ρ .

Literatura:

Kolektiv autorů: Úvod do fyzikálních měření, Liberec: TUL, 2012, ISBN 978-80-7372-819-9.

Tabulky:

Vážení	v1	v2	v3		
				n0' =	n0 =
				n0" =	
Z1 =				n1 =	
Z2 =				n2 =	
Hmotnost = (±) g					

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d [m]										