
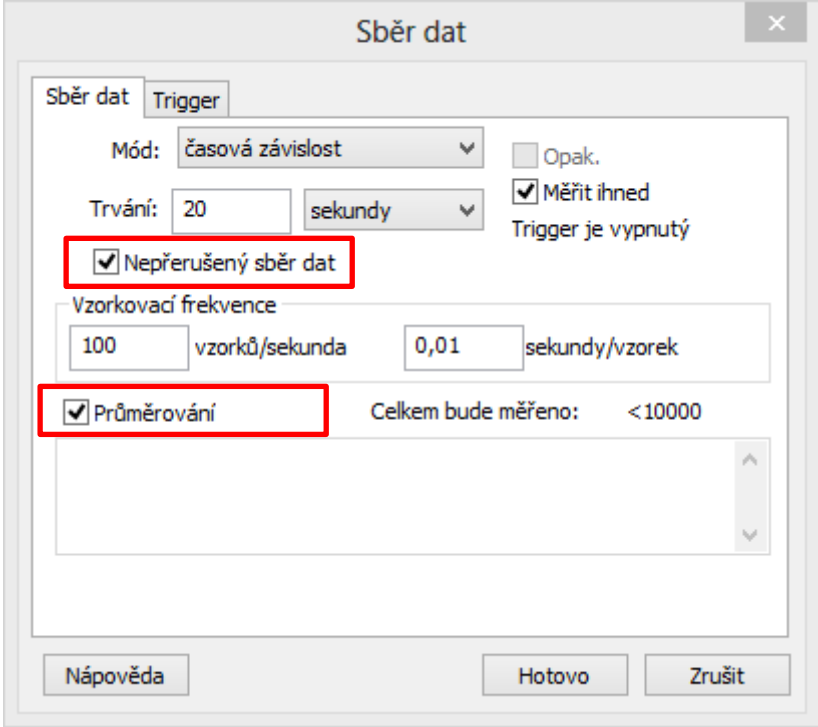


GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 6 Určení hustoty tělesa pomocí Archimédova zákona Postup práce

Pomůcky: siloměr DFS-BTA, LQmini, různé válečky, kádinka s vodou

Postup práce: Nastavte na siloměru rozsah ± 10 N a připojte ho k dataloggeru. Spusťte program Logger Pro a pomocí  na kartě **Sběr dat** nastavte dobu měření na 20 s, vzorkovací frekvenci 100 Hz a **zatrhněte** položku **Nepřerušovaný sběr dat** a **Průměrování**, viz obr. 1.



Sběr dat

Sběr dat Trigger

Mód: časová závislost Opak.

Trvání: 20 sekundy Měřit ihned
Trigger je vypnutý

Nepřerušovaný sběr dat

Vzorkovací frekvence

100 vzorků/sekunda 0,01 sekundy/vzorek

Průměrování Celkem bude měřeno: < 10000

Nápověda Hotovo Zrušit

Obr. 1 Nastavení parametrů měření.



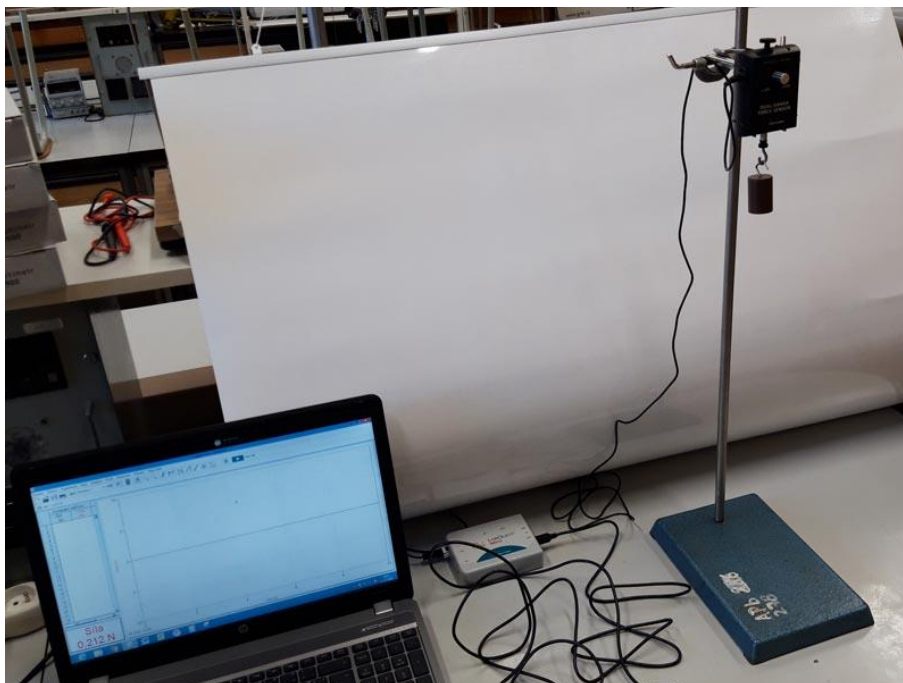
Obr. 2 Zvážení a změření rozměrů válečku.

Nejprve **10** krát zvažte hmotnost válečku a hodnoty zapište do tabulky 1. Posuvným měřidlem změřte jednu průměr d a výšku h válečku, viz obr. 2. Hodnoty zapište do protokolu.

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 6
Určení hustoty tělesa pomocí Archimédova zákona
Postup práce

Úkol 1. Určení hustoty válečku pomocí vztlakové síly

- a) Do siloměru zasuňte kovovou tyč, upevněte ji pomocí šroubu a siloměr upevněte na laboratorní stojan, viz obr. 3.



Obr. 3 Zavěšení válečku na siloměr.

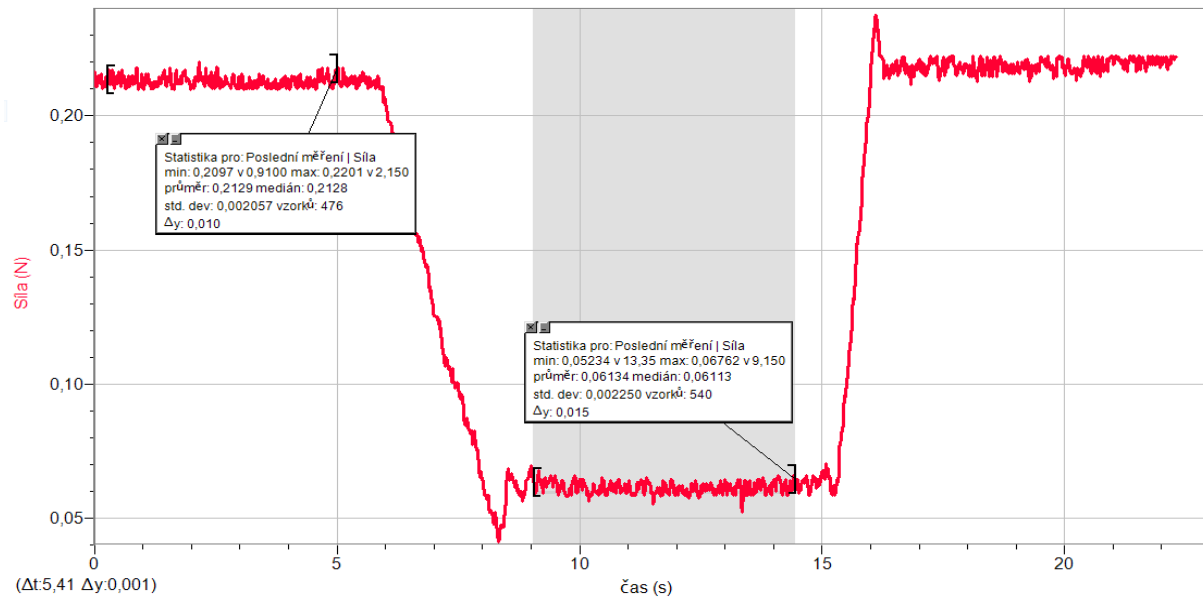
- Vynulujte siloměr**, zavěste na siloměr první váleček a spusťte měření. Po cca 5 s vezměte kádinku s vodou a opatrně do ní zcela ponořte váleček zavěšený na siloměru, viz obr. 4.



Obr. 4 Ponoření válečku do kapaliny.

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 6
Určení hustoty tělesa pomocí Archimédova zákona
Postup práce

Váleček ponechte v kapalině cca 5 s a pak opět kádinku s vodou odstraňte. **Před dalším měřením osušte váleček. Každý váleček změřte 10 krát.** Na obr. 5 je ukázka průběhu měření.



Obr. 5 Graf měření vztlakové síly.

- b) Na grafu vyberte oblast odpovídající stavu před ponořením válečku do kapaliny, kde je síla přibližně konstantní, viz obr. 4. Pomocí nástroje *Statistika* $\frac{1}{2}$ určete průměrnou hodnotu tíhové síly F_{G1} a zapište do tabulky.
- c) Dále vyberte v grafu oblast odpovídající válečku ponořenému zcela do kapaliny a opět pomocí nástroje *Statistika* určete průměrnou hodnotu tíhové síly F_{G2} a zapište do tabulky.
- d) Zkopírujte nad tabulku 1 do protokolu jeden vzorový naměřený graf se statistikami.
- e) Z rozdílu tíhových sil vypočítejte velikost vztlakové síly $F_{vz} = F_{G1} - F_{G2}$. Ze vztahu $F_{vz} = V\rho_k g$ vyjádřete a vypočítejte objem tělesa V a zapište do tabulky.
- f) Ze zjištěného objemu a změřené hmotnosti vypočítejte hustotu válečku a zapište do tabulky.
- g) Z pěti naměřených hodnot určete průměrnou hodnotu hustoty válečku a vypočítejte směrodatnou odchylku hustoty ze vztahu $\Delta\rho \cong 0,02 \cdot \bar{\rho}$, kterou zaokrouhlete na jednu platnou číslici. Pak stejným způsobem zaokrouhlete i průměrnou hustotu. Pod tabulku zapište výsledek ve tvaru: $\rho = (\bar{\rho} \pm \Delta\rho) \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = (\bar{\rho} \pm \Delta\rho) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
- h) V MFChT nebo na internetu vyhledejte hustoty pevných látek a určete z jakého materiálu je váleček vyroben. Do protokolu porovnejte tabulkovou hodnotu s vypočítanou hodnotou.
- i) Měření opakujte 5 krát pro druhý váleček.
- j) Pro každý váleček vypočítejte jeho objem V_{teor} z naměřených hodnot průměru d a výšky h a zapište do protokolu. Porovnejte tuto hodnotu s průměrnou hodnotou objemu V_{exp} určenou experimentálně.
- k) Pro každý váleček vypočítejte hodnotu hustoty ze vztahu $\rho_{\text{teor}} = m/V_{\text{teor}}$ a zapište do protokolu. Porovnejte tuto hodnotu s experimentálně určenou hodnotou hustoty a s tabulkovou hodnotou.

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 6
Určení hustoty tělesa pomocí Archimédova zákona
Postup práce

Náhled tabulky 1 a vypracování:

Průměr válečku: $d = \dots$ cm, poloměr válečku $r = \dots$ cm

Výška válečku: $h = \dots$ cm

Teoretický objem válečku: $V_{teor} = \pi r^2 h = 3,14 \cdot 12^2 \cdot 35 \text{ mm}^3 = 15825,6 \text{ mm}^3 = 15,826 \text{ cm}^3$

Tabulka 1 – Určení hustoty kovového válečku.

Č. měření	m (g)	F_{G1} (N)	F_{G2} (N)	F_{vz} (N)	V (cm ³)	ρ (g·cm ³)
1	42,6	0,2129	0,06134	0,15156	15,156	2,811
...						
5						

$$\bar{V}_{exp} = 15,14 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{exp} = 0,2 \text{ cm}^3$$

$$\delta V_{exp} = 0,01 = 1 \%$$

$$\bar{m}_{exp} = 42,6 \text{ g}$$

$$\Delta m_{exp} = 0,1 \text{ g}$$

$$\delta m_{exp} = 0,1/42,6 = 0,002 = 0,2 \%$$

$$\bar{\rho} = 2,809 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cong 2,81 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$\Delta \rho = 0,02 \cdot \bar{\rho} = 0,02 \cdot 2,809 = 0,05618 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cong 0,06 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 60 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\rho = (2,81 \pm 0,06) \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = (2810 \pm 60) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Porovnáním s tabulkovými hodnotami se naměřená hustota nejvíce blíží svou hodnotou hustotě hliníku $\rho_{Al} = 2,7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 2700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Námi naměřená hodnota $2810 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ je o 4 % větší než tabulková hodnota, což je v dobré shodě.

$$\rho_{teor} = m/V_{teor} = 42,6/15,826 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 2,692 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 2692 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}.$$

Teoreticky vypočítaná hodnota hustoty válečku se liší od experimentálně určené hodnoty o 4,5 % a od tabulkové hodnoty pouze o 0,3 %. Experimentální metoda je tedy méně přesná a pro výpočet hustoty je vhodnější použít klasický vztah $\rho = m/V$.