
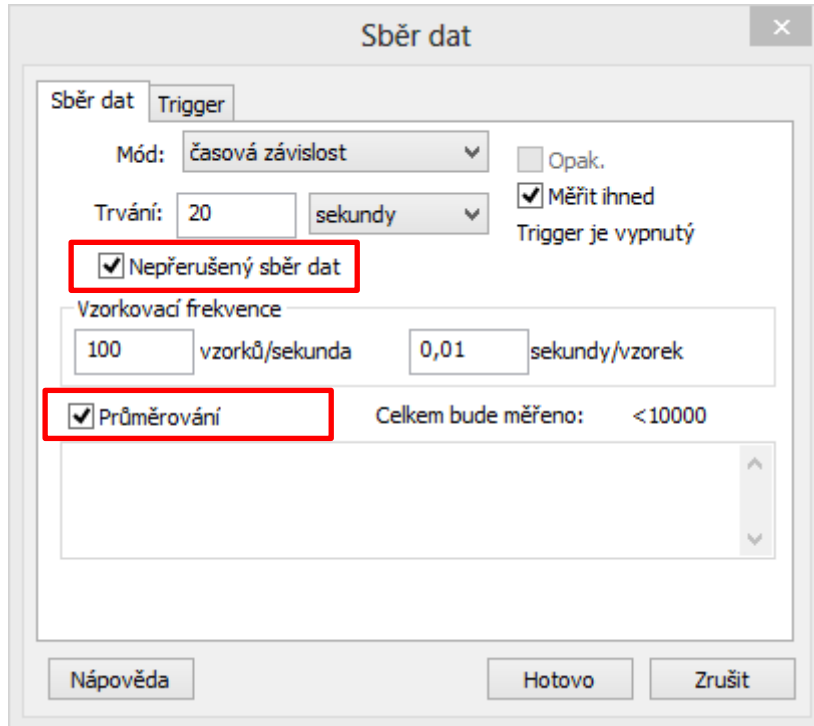


**G2 – Laboratorní práce č. 6**  
**Určení hustoty tělesa a kapaliny pomocí Archimédova zákona**  
**Postup práce**

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

**Postup práce:** Nastavte na siloměru rozsah  $\pm 10$  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**



Obr. 1 Nastavení parametrů měření.



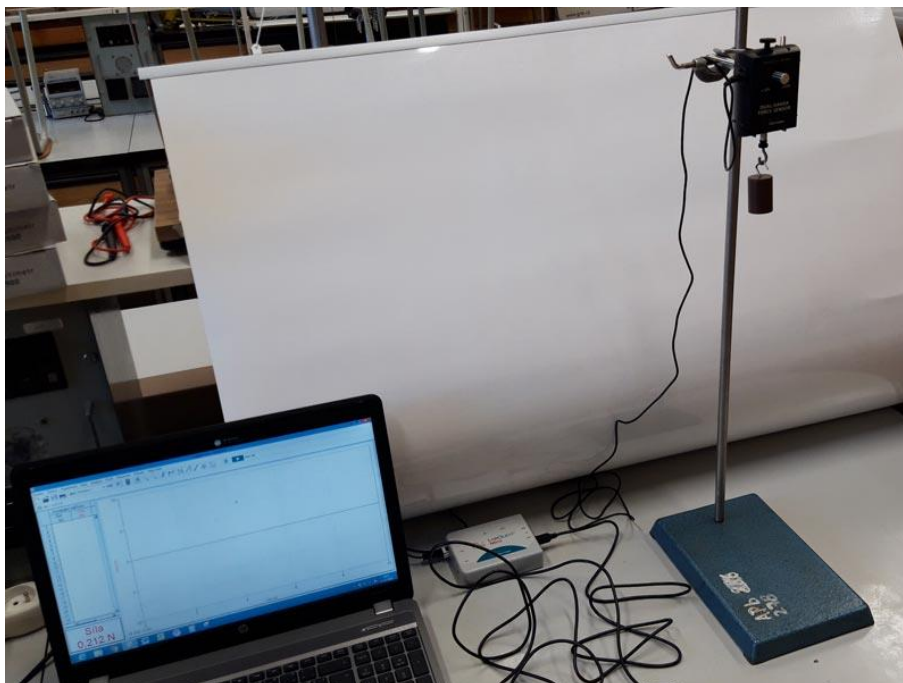
Obr. 2 Zvážení a změření rozměrů válečku.

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

**G2 – Laboratorní práce č. 6**  
**Určení hustoty tělesa a kapaliny 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.

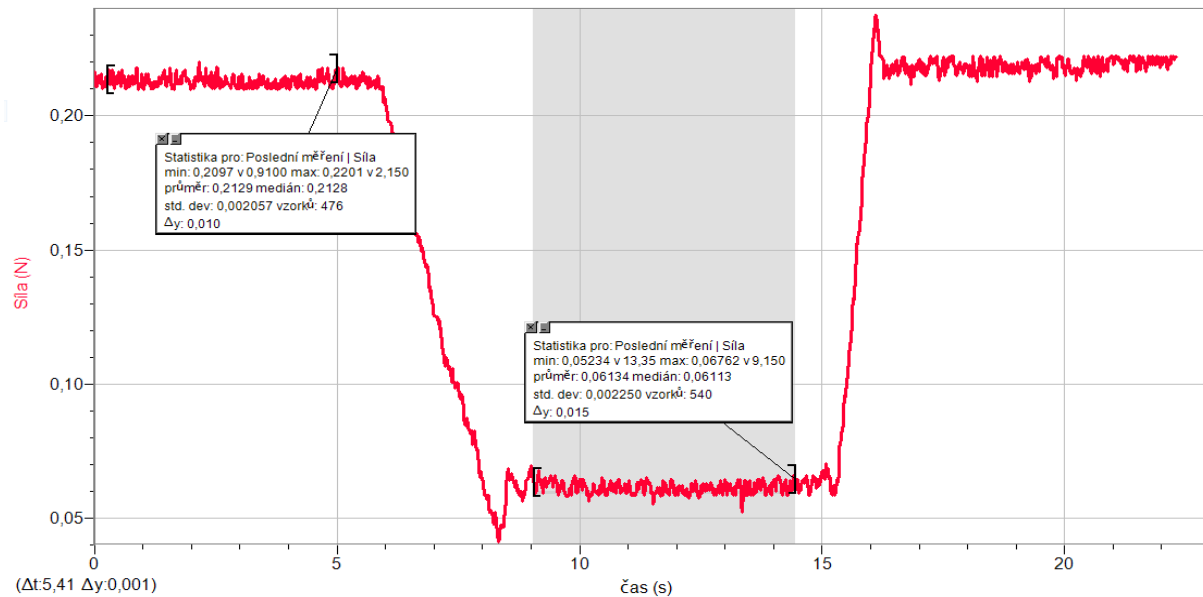
- Vynulujte siloměr**, zavěste na siloměr první váleček a spusťte měření. Po cca 5 s vezměte kádinku s kapalinou a opatrně do ní **zcela ponořte váleček zavěšený na siloměru**, viz obr. 4.



Obr. 4 Ponoření válečku do kapaliny.

**G2 – Laboratorní práce č. 6**  
**Určení hustoty tělesa a kapaliny pomocí Archimédova zákona**  
**Postup práce**

Váleček ponechte v kapalině cca 5 s a pak opět kádinku s vodou odstraňte. **Před dalším měřením osušte váleček. Celkem proved'te 5 měření.** 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. 5.  $\frac{1}{2}$  nocí nástroje *Statistika* 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 pod tabulku 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 1,  $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ .
- f) Ze zjištěného objemu a změřené hmotnosti vypočítejte hustotu válečku a zapište do tabulky 1.
- g) Z pěti naměřených hodnot určete pomocí MS Excel průměrnou hodnotu hustoty válečku a absolutní nejistotu  $\Delta\rho$ , kterou zaokrouhlete na jednu platnou číslici. Pak stejným způsobem zaokrouhlete i průměrnou hustotu. Pod tabulku zapište výsledek ve tvaru:  $\rho = (\bar{\rho} \pm \Delta\rho) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- 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. V případě více podobných hodnot hustoty různých materiálů uvažujte vizuální podobu válečku a dostupnost materiálu. Např., vyjde-li vám průměrná hustota  $(8800 \pm 100) \text{ kg/m}^3$ , může se jednat podle tabulek o nikel ( $8900 \text{ kg/m}^3$ ) nebo o měď ( $8960 \text{ kg/m}^3$ ) nebo mosaz ( $8400\text{--}8750 \text{ kg/m}^3$ ). Rozhodnout pak musíte podle barvy válečku případně dalších vlastností materiálu.

**G2 – Laboratorní práce č. 6**  
**Určení hustoty tělesa a kapaliny pomocí Archimédova zákona**  
**Postup práce**

Náhled tabulky 1 a vypracování:

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

**Výška válečku:**  $h = \dots\dots\dots$  cm

**Hustota kapaliny:**  $\rho_k = \dots\dots\dots$   $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (najdete v MFChT)

**Objem válečku:**  $V = F_{vz} / \rho_k g = \dots\dots\dots$   $\text{m}^3$  (počítáte 5x)

**Tabulka 1 – Určení hustoty kovového válečku.**

Č. měření	$m$ (kg)	$F_{G1}$ (N)	$F_{G2}$ (N)	$F_{vz}$ (N)	$V$ ( $\text{m}^3$ )	$\rho$ ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )
1	0,0426	0,2129	0,06134	0,15156	0,000015156	2811
...	0,0426				0,000015187	2805
5	0,0426				0,000014781	2882

**Popisná statistika v MS Excel pro hustotu válečku:**

$\Delta\rho = \dots\dots\dots$   $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cong \dots\dots\dots$   $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (zaokrouhlení na 1 platnou číslici)

$\bar{\rho} = \dots\dots\dots$   $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-3} \cong \dots\dots\dots$   $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  (zaokrouhlení podle  $\Delta\rho$ )

**Výsledný zápis hustoty válečku:**

$\rho = ( \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots ) \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} = ( \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots ) \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

**Závěr 1:**

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

**Úkol 2. Určení hustoty kapaliny pomocí vztlakové síly**

V první části postupujte stejně jako u úkolu č. 1, bod a) – d). Tabulku očísľujte jako tabulka 2.

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 hustotu kapaliny a zapište do tabulky 2,  $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ .

f) Z pěti naměřených hodnot určete pomocí MS Excel průměrnou hodnotu hustoty kapaliny a absolutní nejistotu  $\Delta\rho_k$ , kterou zaokrouhlete na jednu platnou číslici. Pak stejným způsobem zaokrouhlete i průměrnou hustotu kapaliny. Pod tabulku zapište výsledek ve tvaru:  
 $\rho_k = (\bar{\rho}_k \pm \Delta\rho_k) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

g) V MFChT nebo na internetu vyhledejte hustoty kapalin a určete, o jakou jde kapalinu.

**G2 – Laboratorní práce č. 6**  
**Určení hustoty tělesa a kapaliny pomocí Archimédova zákona**  
**Postup práce**

Náhled tabulky 2 a vypracování:

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

**Výška válečku:**  $h = \dots\dots\dots$  cm

**Objem válečku:**  $V = \pi r^2 h = \dots\dots\dots \text{cm}^3 = \dots\dots\dots \text{m}^3$  (počítáte 1x)

**Hustota kapaliny:**  $\rho_k = \frac{F_{vz}}{Vg} = \dots\dots\dots \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (počítáte 5x)

**Tabulka 2 – Určení hustoty kapaliny.**

Č. měření	$F_{G1}$ (N)	$F_{G2}$ (N)	$F_{vz}$ (N)	$V$ (m <sup>3</sup> )	$\rho_k$ (kg·m <sup>-3</sup> )
1	0,2129	0,06134	0,15156	0,0000152	950
...				0,0000152	980
5				0,0000152	1010

**Popisná statistika v MS Excel pro hustotu kapaliny:**

$\Delta\rho_k = \dots\dots\dots \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cong \dots\dots\dots \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (zaokrouhlení na 1 platnou číslici)

$\overline{\rho_k} = \dots\dots\dots \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (zaokrouhlení podle  $\Delta\rho_k$ )

**Výsledný zápis hustoty kapaliny:**

$\rho_k = ( \quad \pm \quad ) \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

**Závěr 2:**

Porovnáním s tabulkovými hodnotami se naměřená hustota kapaliny nejvíce blíží svou hodnotou hustotě vody  $\rho_{\text{voda}} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Námi naměřená hodnota  $950 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  je o 5 % menší než tabulková hodnota, což je ještě přijatelná odchylka.