

## Fyzika – úloha č. 06



Autor: Jan Sigl

## Určení hustoty kapalin pomocí Archimédova zákona

### Cíle

Určit hustotu tří různých kapalin pomocí Archimédova zákona a porovnat ji s hustotou určenou pomocí definice hustoty. Tím ověřit platnost Archimédova zákona.

### Zadání úlohy

Změř hustotu tří různých kapalin pomocí Archimédova zákona a porovnej výsledky s výsledky získanými z měření pomocí definice hustoty kapaliny. Diskutuj odchylky mezi výsledky.

### Pomůcky

počítač s DataStudiem, USB Link, siloměr Pasco, kádinka, odměrný válec, 3 různé tuby od vitamínů, voda, technický líh, sůl, písek (závaží), váhy

### Teoretický úvod

Archimédův zákon popisuje chování těles při ponoření do kapaliny. Říká, že těleso, které je ponořené do kapaliny, je nadlehčováno vztlakovou silou  $F_{vz}$ , jejíž velikost se rovná tíze kapaliny o stejném objemu jako je ponořená část tělesa. Její velikost tedy spočítáme ze vztahu

$$F_{vz} = V \cdot \rho_k \cdot g, \quad (1)$$

kde  $g$  je hodnota tíhového zrychlení (v našich zeměpisných šířkách přibližně  $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ),  $V$  je objem ponořené části tělesa a  $\rho_k$  je hustota kapaliny.

Je-li těleso ve vzduchu, můžeme velikost vztlakové síly většinou zanedbat, protože je výrazně menší než tíhová síla  $F_G$ . Je-li těleso ponořené v kapalině, je výslednice sil  $F$  působící na těleso dána vztahem

$$F = F_G - F_{vz}. \quad (2)$$

Její směr závisí na velikosti tíhové síly  $F_G$  a vztlakové síly  $F_{vz}$ . Jestliže tedy zjistíme velikost tíhové síly  $F_G$ , velikost výslednice sil  $F$  působící na těleso v kapalině a objem  $V$  tělesa ponořeného v kapalině, můžeme ze vztahů (1) a (2) vypočítat hustotu kapaliny  $\rho_k$  pomocí vztahu

$$\rho_k = \frac{F_G - F}{V \cdot g}. \quad (3)$$

Hustotu kapaliny z definice hustoty zjistíme změřením hmotnosti kapaliny  $m_k$  a příslušného objemu kapaliny  $V_k$  a dosazením do vztahu

$$\rho_k = \frac{m_k}{V_k}. \quad (4)$$

evropský  
sociální  
fond v ČR

EVROPSKÁ UNIE

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVYOP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Příprava úlohy (praktická příprava)

Připravíme si slaný roztok rozpuštěním co největšího množství soli ve vodě.

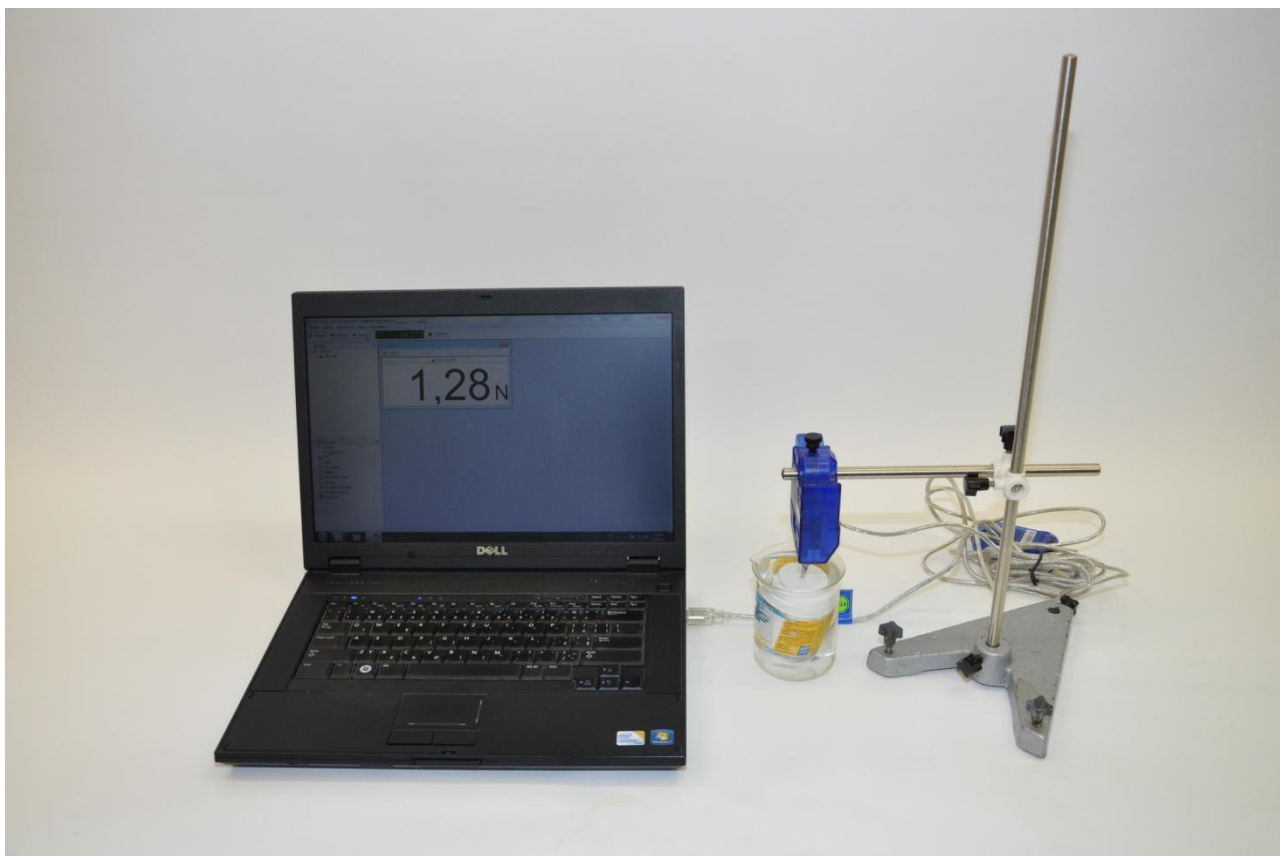
### Postup práce

Nejprve určíme hustotu kapaliny z definice hustoty. Zvážíme si prázdnou kádinku (nebo jinou nádobu vhodnou k měření objemu kapalin) a zapíšeme si její hmotnost  $m_n$ , poté do ní nalijeme měřenou kapalinu, zvážíme kádinku i s kapalinou a zapíšeme si tuto hodnotu hmotnosti  $m$ . Dále si zapíšeme objem  $V_k$  kapaliny v kádince. Hmotnost kapaliny v kádince zjistíme jako rozdíl hmotnosti  $m$  a  $m_n$ . Tento postup zopakujeme pro všechny tři kapaliny.

Pro určení hustoty kapaliny z Archimédova zákona nejprve změříme průměr  $d$  a výšku  $v$  všech tří tub od vitamínů. Objem tuby vypočítáme ze vztahu

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot v}{4}. \quad (5)$$

Do tuby dáme písek (závaží, kamínky apod.) a tubu zavřeme. Sestavíme aparaturu pro měření (viz obr. 1).



Obr. 1 – Foto uspořádání experimentu Měření hustoty kapalin pomocí Archimédova zákona

### Nastavení HW a SW

1. Siloměr připojíme k rozhraní USB Link a rozhraní připojíme pomocí USB kabelu k počítači.
2. Spustíme program DataStudio a zvolíme možnost *Vytvořit experiment*. Připojené čidlo by se mělo automaticky detekovat a v okně *Data* se zobrazí název měřené veličiny (*Force, push positive*). Z pracovní plochy smažeme předpřipravený graf.

3. V menu Setup odznačíme název *Force, push positive*, zatrhneme název *Force, pull positive* a okno zavřeme. Změníme název *Force, pull positive* na *Síla* dvojím poklepáním levým tlačítkem myši na název *Force, pull positive*. V nově otevřeném okně přepíšeme v *Názvu měření* a *Názvu proměnné Force, pull positive* na *Síla*. Dále nastavíme v záložce *Numerický formát* měření na dvě desetinná místa a potvrdíme *Ok*.
4. Se stisknutým levým tlačítkem myši přetáhneme název veličiny *Síla* z okna *Data* do okna *Displays*, záložky *Číslice*.

### Vlastní měření (záznam dat)

1. Spustíme měření tlačítkem *Start* (pokud siloměr neukazuje hodnotu 0,00, vynulujeme ho stiskem tlačítka *ZERO* přímo na siloměru).
2. Na siloměr pověsíme tubu od vitamínů a zapíšeme si zobrazenou hodnotu tíhové síly  $F_G$ .
3. Poté spustíme tubu do kádinky s měřenou kapalinou a zapíšeme si hodnotu síly  $F$ . Ukončíme měření stisknutím tlačítka *Konec*.
4. Měření opakujeme pro zbylé dvě kapaliny.

### Analýza naměřených dat

Vypočítáme hustotu kapaliny  $\rho_k$  ze vztahu (3) a porovnáme ji s hustotou kapaliny vypočítanou ze vztahu (5). Diskutujeme rozdíly ve výsledcích a možné chyby měření.