

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 1

Zpracoval: Milan Suk

Naměřeno: 26. února 2018

Obor: F

Skupina: PO 8:00

Testováno:

Úloha č. 3: Měření viskozity, hustoty a povrchového napětí kapalin

1. Úvod

V tomto měření se měla měrenit vizkozita, hustota a povrchové napětí kapalin. V první části jsem měřil kinematickou viskozitu vody pro více teplot pomocí **Ubbelohdeho viskozimetru**. V tomto měření se voda unitř viskozimetru ohrála na požadovanou teplotu umístěním do nádoby s vodou požadované teploty. Následně se měřil čas poklesu hladiny z horní rysky na dolní. Ze vztahu

$$\nu = K \cdot t \quad (1)$$

se následně určila hledaná viskozita.

V dalším měření se vizkosita určila pomocí výtoku vody z **Mariottovy láhve**. Změřil se čas, po který voda vytékala, a změna tlaku $p = p_2 - p_1$. Viskozita se potom určí pomocí následující rovnice.

$$\eta = \frac{\pi R^4 p t}{8 V L} \quad (2)$$

kde V je celkový objem, který vyteče a L délka kapiláry.

Poté jsem určoval hustotu lihu pomocí **pyknometru** a známé hustoty vody. Pro neznámou hustotu lihu platí

$$\rho = (\rho_{voda} - \rho_{vzduch}) \frac{m - m_0}{m_{voda} - m_0} + \rho_{vzduch} \quad (3)$$

kde m_0 je hmotnost prázdného pyknometru a m hmotnost pyknometru s lihem.

Hustotu lihu jsem pak ještě určil pomocí metody **ponorného tělíska**. Měření probíhalo na vahách s délním zavěšením. Váhy se vytárovaly na hmotnost tělíska, pak jsem změřila hmotnost m při ponoření tělíska do nádoby s lihem a potom m_{voda} při ponoření do nádoby s vodou. Hustota lze pak spočítat pomocí vztahu

$$\rho = \frac{m}{m_{voda}} \rho_{voda} \quad (4)$$

Dále se mělo změřit povrchové napětí vody pomocí **du Noüyho metody kroužku**. Při tomto měření se určila největší síla působící na kroužek, aby se povrchové napětí určitě dle vztahu

$$\sigma = \frac{F_{max}}{4\pi R} \cdot f \quad (5)$$

kde f je Harkinsův-Jordanův korekční faktor.

V posledním měření jsem určoval disperzní složku povrchové energie vody metodou kontaktního úhlu. Jako kalibrační kapalinu jsem použil glycerol a metylen jodid.

$$\frac{\sigma^{lw}}{\sigma} = \frac{\sigma_{kal}^{lw}}{\sigma_{kal}} \frac{\sigma}{\sigma_{kal}} \left(\frac{1 + \cos \theta}{1 + \cos \theta_{kal}} \right)^2 \quad (6)$$

2. Výsledky

2.1. Měření viskozity vody

Prováděl jsem měření pro dvě teploty ($20^\circ C$ a $30^\circ C$). Získané časy jsou

$$t_{20} = 13 : 56 : 46$$

$$t_{30} = 11 : 36 : 16$$

odtud jsem zjistil, že viskozita vody pro jednotlivé časy by měla být

$$\nu_{20} = 8.887 \cdot 10^{-7} m^2 \cdot s^{-1}$$

$$\nu_{30} = 7.398 \cdot 10^{-7} m^2 \cdot s^{-1}$$

2.2. Absolutní měření viskozity

Při této metodě jsem měřil čas vytékání vody kapilarou z Mariottovy láhve. Délka kapiláry je $L = (165.0 \pm 0.5) mm$ a její průměr $R = (0.570 \pm 0.001) mm$. Pak jsem zjišťoval změnu tlaku tak, že jsem změřil změnu výšku hladiny, určit jsem objem vody, která vytekla, a čas trvání tohoto procesu.

$$t = 108 s$$

$$\Delta V = 2.82 \cdot 10^{-5} m^3$$

$$p = 1096.4 Pa$$

Po dosazení vychází výsledná viskozita

$$\eta = (1.055 \pm 0.003) Pa \cdot s$$

2.3. Pyknometrická metoda

Změřil jsem jednotlivé hmotnosti

$$m_1 = 42.3 g$$

$$m_2 = 44.4 g$$

$$m_1 = 23.5 g$$

po dosazení do vztahu (3) dostávám

$$\rho_{lih} = 897.0 \pm 0.1 kg \cdot m^{-3}$$

2.4. Ponorné tělísko

V tomto měření hustoty lihu jsem nejdříve změřil hmotnost m_1 s destilovanou vodou a potom m_2 s lihem.

$$m_1 = 5.76 g$$

$$m_2 = 11.30 g$$

a po dosazení do rovnice (4) dostávám

$$\rho_{lih} = 508.21 \pm 0.01 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

2.5. du Nouyho metoda kroužku

Při této metodě jsem určoval maximální sílu působící mezi kroužkem a hladinou kapaliny. Skriptem níže jsem zanalyzoval data (jednoduše jsem našel největší hodnotu v seznamu s hodnotami síly)

```
1 import numpy
2 data = numpy.loadtxt(file_name)
3 x = [i[0] for i in data]
4 print(max(y))
```

Z těchto hodnot jsem určit hodnotu průměrnou

$$F_{max} = (35.38 \pm 0.01) \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

a výsledné povrchové napětí je

$$\sigma = (74.8 \pm 0.3) \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

2.6. Metoda kontaktního úhlu

Při této metodě jsem měřil kontaktní úhel vody z naměřených kontaktních úhlů a známých napětí kalibračních kapalin (glycerol a metylen jodid) pomocí vztahu (6).

$$\theta = 96.8^\circ$$

$$\theta_1 = 73.1^\circ$$

$$\theta_2 = 91.8^\circ$$

Z těchto hodnot jsem dopočítal následující povrchové napětí vody.

$$\sigma_1 = (16.2 \pm 0.1) \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\sigma_2 = (61.2 \pm 0.1) \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

3. Zhodnocení měření, závěr

Po dokončení měření je porovnáním s tabulkovými hodnotami vidět, že výsledky viskozit a povrchových napětí vyšli poměrně dobře (až na odchylku σ_1 v posledním měření pomocí metylen jodidu). Mnohem lepší shodu jsem čekal u měření hustoty pomocí pyknometrické metody, pravděpodobně bylo měření zatíženo hrubou chybou.