

*Michal Červeňák*

*dátum merania:* 17.10. 2016

*skupina:* 4

*Klasifikace:* .....

## 1 Úkol 1

### 1.1 Pracovní úkol

1. Změřte Poissonovu konstantu metodou kmitajícího pístku.
2. Změřte Poissonovu konstantu Clément-Désormesovou metodou. Nezapomeňte provést opravu vašeho měření na systematické chyby.
3. Oba výsledky vzájemně porovnejte (procentuálně) a diskutujte, jestli je v rámci chyb můžete považovat za stejná.

### 1.2 Postup merania

#### 1.2.1 Metoda kmitajícího pístku

1. ventilom bol nastavený prúd vzduchu tak aby piest kmital medzi značkami
2. bol spustený digitálny čítač kmitov a nastavený na počítanie kmitov po  $t = 300$  s.
3. po uplynutí intervalu boli dáta zaznamenané a opätovné spustenie počítanie.

#### 1.2.2 Clémentova-Désormesova metoda

1. Nádoba bola natlakovaná pomocou mechu, bol uzavretý prírodný ventil
2. tlak v nádobe bol odmeraný
3. pomocou ventilu bol tlak vyrovnaný s atmosferickým, pričom bol zaznamenaný čas otvorenia ventilu.
4. počkalo sa  $\sim 1$  min na ustálenie teplôt v nádobe s okolím a následne bol zmeraný opäť tlak v aparátúre.

### 1.3 Pomôcky

Barometr, aparatura na mēēené Poissonovy konstanty Clément-Désormesovou metódou, aparatura pro mēēení Poissonovy konstanty metódou kmitajícího pístku.

### 1.4 Teória

Poissonova konstanta  $\kappa$  j pomer merného tepla  $C_p$  pri stálom objeme a pri stálom objeme  $C_V$ , teda

$$\kappa = \frac{C_p}{C_V}.$$

#### 1.4.1 Clémentova-Désormesova metóda

Metóda určuje Poissonova konstanta z adiabatického deja, pri ktorom vypúšťame plyn z nádoby kde je pretlak  $h$ . A po vypustení a ustálení teplôt  $h'$ . Pre výpočet  $\kappa$  môžeme odvodiť vzorec

$$\kappa = \frac{h}{h - h'}.$$

#### 1.4.2 Metóda kmitajícího pístku

Pre hodnotu  $\kappa$  môžeme odvodiť vzťah na závislosť do doby kmitu

$$\kappa = \frac{4mV}{T^2 p r^4}, \quad (1)$$

kde

$$p = b + \frac{mg}{\pi r^2},$$

,pričom  $b$  je atmosferický tlak, hmotnosť piestu je  $m = 4,59 \cdot 10^{-3}$  kg, objem banky je  $V = 1,133$  l a priemer piestu je  $2r = 11,9 \cdot 10^{-3}$  m.

### 1.5 Výsledky merania

#### 1.5.1 Metóda kmitajícího pístku

V tab. 1 sú zaznamenané počty kmitov za čas  $t = 300$  s, pre jednotlivé merania. Z hodnôt v tab 1 bol vypočítaná priemerná hodnota počtu kmitov  $\langle N \rangle = 882 \pm 5$ . Priemerná hodnota bola dosadená do vzťahu 1 a bola vypočítaná Poissonova konstanta  $\kappa = 1,68 \pm 0,01$ .

#### 1.5.2 Clémentova-Désormesova metóda

Touto metódou boli namerané 2 „vzorky dát“. Prvá v pre otvárací čas pod 200 ms a druhá nad tento čas. Dáta boli vynesené do grafu obr. 1 a každé zvlášť preložené lineárnou funkciou. Následne bola vypočítaná extrapoláciou dat hodnota  $\kappa_{(0)}$ .

Pre dáta s otváracím časom pod 200 ms je hodnota  $\kappa_{(0)} = 1,36 \pm 0,04$  a pre hodnoty s otváracím časom nad 200 ms bola vypočítaná  $\kappa_{(0)} = 1,29 \pm 0,03$ .

$N[1]$
877
879
872
876
874
875
877
881
882
884
887
888
888
889
891
892

Tab. 1: Namerané počty kmitov za čas  $t = 300$  s

## 1.6 Diskusia

Pri metóde kmitajúceho piestu spôsobuje hlavný zdroj nepresností a systematických chýb netesnosť medzi piestom a aparatórou. Ďalej aj pomerne mala dierka na vypúšťanie plynu. Teda expanzia nieje okamžitá a vyrovnanie tlakov úplné. Zaujímavosťou je zvyšovanie počtu kmitov s pripadajúcim časom, mojou teóriou na vysvetlenie tohoto javu je na zahrievanie piestu trením a teda jeho zväčšenie a teda sa zlepšilo tesnenie a neunikalo toľko plynu, pokračoch.

Clémentova-Désormesova metóda sa však viac približuje očakávanému výsledku  $\kappa \approx 1,40$  pre  $N_2$  alebo  $O_2$ [1]. Hlavné nepresnosti pri tejto metóde spočívajú v nie dokonalým vyrovnaním teplôt po vypustení plynu. A nevhodná funkcia na extrapoláciu dát.

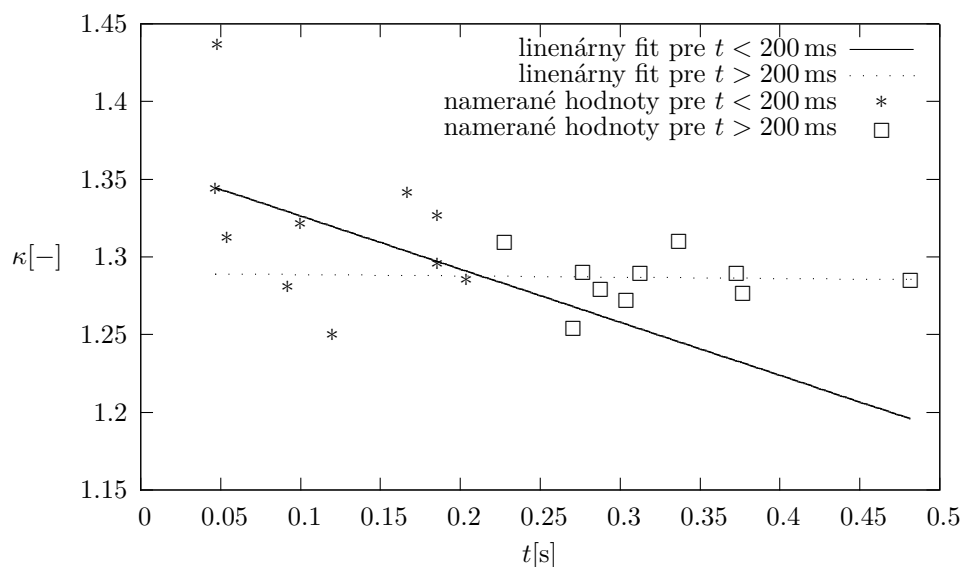
## 1.7 Záver

Clémentova-Désormesovou metódou bola  $\kappa_{(0)} = 1,36 \pm 0,04$ , a metódou kmitajúceho piestu  $\kappa = 1,68 \pm 0,01$ .

# 2 Úkol #2

## 2.1 Pracovní úkol

1. Určete objem láhve metódou vážení.
2. Určete objem těže láhve pomocí komprese plynu.
3. Oba výsledky vzájemně porovnejte.



Obr. 1: extrapolácia nameraných hodnôt pre  $t = 0$

## 2.2 Postup merania

### 2.2.1 Metóda kompresie plynu

1. povolením ventilu bol vyrovnaný tlak v byrete s atmosferickým tlakom.
2. Vertikálnym pohybom nádoby s vodou bola hladina v byrete ustálená na úroveň 0 %.
3. Ventil pol zatvorený.
4. následne sa pohlo nádobou s vodou nahor.
5. počkalo sa na ustálenie hladín a boli odčítané hodnoty  $\Delta h$ ,  $V_2$ .
6. Postup sa opakoval niekoľkokrát pre veľkú nádobu.
7. Meraná nádoba bola vymenená za utesnenie a postup bol zopakovaný pre meranie objemu len hadičky.

### 2.2.2 Metóda vážení

1. Nádoba bola odvážená na digitálnych váhach
2. Nádoba bola pookraj naplnená vodou a dôkladne osušení jej povrch
3. Naplnená nádoba bola opäť odvážená
4. Bola odmeraná teplota vody.

## 2.3 Pomôcky

Fľaška (nádoba), plynová byreta s porovnávacím ramenom, katetometr, teploměr, barometr, digitálne váhy do 5 kg.

## 3 Teória

### 3.0.1 Metóda kompresie plynu

Pre metódu kompresie plynu v našom prípade môžeme odvodiť vzťah

$$V = (V_2 - V_1) \frac{p}{\Delta p} + V_2 - V_{100}, \quad (2)$$

, kde

$$\Delta p = \Delta h \rho g.$$

Pričom  $V_1$  je objem v byrete pri vyrovnaní tlakov.  $\Delta h$  je rozdiel hladín, a  $V_2$  výška hladiny po kompresii.

V našom prípade  $V_1 = 0\%$ . Pričom  $V_{100} = 65,6 \text{ cm}^3$

### 3.0.2 Metóda vážení

Jednotkový objem vody je závislý na teplote  $t$  v  $^{\circ}\text{C}$  podľa vzťahu

$$V_v = 0.9998 \cdot (1 + 0.00018t) \frac{\text{cm}^3}{\text{g}}. \quad (3)$$

Potom objem metódou vážení určíme ako

$$V = (m_n - m_p) V_v. \quad (4)$$

## 3.1 Výsledky merania

### 3.1.1 Metóda kompresie plynu

V tab. 2 sú zaznamenané namerané hodnoty  $V_2$  a  $\Delta h$  z ktorých bola vypočítaná hodnota  $V$ . V prvej časti tabuľky sú hodnoty pre fľašku v druhej časti je hodnota pre samotnú hadičku.

Objem fľašky po odčítaní objemu hadičky bol určený ako  $V = (816,7 \pm 148,3) \text{ cm}^3$ .

### 3.1.2 Metóda vážení

Hmotnosť prázdnej suchej nádoby bola určená  $m_p = (582 \pm 1) \text{ g}$ , jednotková hmotnosť vody pri  $t = 11,8^{\circ}\text{C}$  bola určená podľa 3 ako  $V_v = 1,002 \frac{\text{cm}^3}{\text{g}}$ . Hmotnosť po naplnení vodou bola určená  $m_n = (1598 \pm 1) \text{ g}$ . Podľa vzorca 4 bol objem nádoby určený ako  $V = (1018 \pm 2) \text{ cm}^3$ .

## 3.2 Diskusia

Vo výsledkoch vidíme veľmi veľký rozdiel nameraných hodnôt, nepresnosť merania pri metóde kompresie plynu spôsobovali extrémne veľké netesnosti, pri ktorých pretlak z aparatury veľmi rýchlo unikol. Teda toto meranie bolo zaťažené veľkou systematickou chybou. Aj napriek snahe merať rýchlo sa štatistická chyba pohybuje na úrovni 18 %. Naopak metóda vážení sa ukazuje ako veľmi presná.

$V_2[\%]$	$\Delta h[\text{cm}]$	$V[\text{cm}^3]$
5	3.51	896.08
9	5.85	975.39
6	5.9	619.31
4.5	4, 10	676.69
8	4, 68	1 089.74
8	6.83	728.29
9	7.41	757.49
7	5.27	833.51
8	5.46	925.44
6.75	5.85	715.14
1	10.34	5.58

Tab. 2: Namerané hodnoty  $V_2$ ,  $\Delta h$  a vypočítaný objem  $V$ , v prvej časti pre nádobu a v druhej pre hadičku.

### 3.3 Záver

Metódou váženia bol objem nádoby určený na  $V = (1018 \pm 2) \text{ cm}^3$ . Metódou kompresie plynu bol určený objem  $V = (816,7 \pm 148,3) \text{ cm}^3$ .

## Reference

- [1] Článok dostupný na [https://cs.wikipedia.org/wiki/Poissonova\\_konstanta#Hodnoty\\_pro\\_re.C3.A1ln.C3.A9\\_plyny](https://cs.wikipedia.org/wiki/Poissonova_konstanta#Hodnoty_pro_re.C3.A1ln.C3.A9_plyny)