

Úloha č. 8: Měření Poissonovy konstanty

Datum: 29.3.2005

Vypracoval: Petr Novotný

Podmínky: $t=28^{\circ}\text{C}$, $p=736,48\text{torr}$, $\varphi=60\%$

1. Měření Poissonovy konstanty Clement-Desormesovou metodou

K dispozici máme velkou nádobu, k níž je připojena U-trubice a pumpa, kterou lze zvětšovat tlak v nádobě. Krátkým otevřením ventilu nádoby umožníme adiabatickou expanzi vzduchu v nádobě. Změříme výšku kapaliny h_1 v U-trubici po zvýšení tlaku pumpou, poté provedeme adiabatickou expanzi a změříme výšku kapaliny h_2 .

Poissonovu konstantu κ získáme ze vztahu

$$\kappa = \frac{\ln\left(\frac{p_0 - kh_1}{p_0}\right)}{\ln\left(\frac{p_0 - kh_1}{p_0 - kh_2}\right)}$$

(1)

kde k je konstanta přepočtu výšky kapaliny na tlak

Je-li změna tlaku ve srovnání s atmosférickým dostatečně malá, můžeme použít vztah

$$\kappa = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad (2)$$

Současně budeme čidlem měřit el. proud v závislosti na změně tlaku $I=I_0+c\Delta p$, kde c je konstanta úměrnosti, $I_0=4,15\text{mA}$

h_1/mm	h_2/mm	κ podle (1)	κ podle (2)	I_1/mA	I_2/mA	$(I_1-I_2)/\text{mA}$	$\Delta p=k(h_1-h_2)/\text{Pa}$	$\Delta p/(I_1-I_2)/\text{kPaA}^{-1}$
148	35	1,312	1,310	6,42	4,72	1,70	1108,53	652,08
121	29	1,317	1,315	5,99	4,61	1,38	902,52	654,00
140	32	1,298	1,296	6,30	4,68	1,62	1059,48	654,00
99	25	1,340	1,338	5,66	4,55	1,11	725,94	654,00
102	25	1,326	1,325	5,71	4,56	1,15	755,37	656,84
145	33	1,297	1,295	6,39	4,72	1,67	1098,72	657,92

Průměrná hodnota κ počítaná podle vztahu (1) $\kappa=1,315$

Průměrná hodnota κ počítaná podle vztahu (2) $\kappa=1,313$

2. Měření Poissonovy konstanty z rychlosti zvuku v plynu

Pro ideální plyn platí pro rychlost zvuku vztah

$$c = \sqrt{\kappa \frac{p}{\rho}}$$

$$\kappa = (\lambda f)^2 \frac{\rho}{p}$$

kde p je atmosférický tlak a ρ je hustota vzduchu ($p=98189\text{Pa}$, $\rho=1,142\text{kgm}^{-3}$)

Rychlost zvuku určíme z vlnové délky stojatého vlnění v rezonanční trubici. Při posouvání pístu v trubici zaznamenáváme polohu jednotlivých maxim. Rozdíl mezi dvěma nejbližšími polohami maxim je polovina vlnové délky. Polohy maxim měříme pro několik různých frekvencí. Pro každou frekvenci zjistíme příslušnou hodnotu vlnové délky metodou nejmenších čtverců.

Poloha maxim (v cm) při daných frekvencích

$f=875,8\text{Hz}$	$f=997,1\text{Hz}$	$f=1051,4\text{Hz}$	$f=1138,2\text{Hz}$	$f=1303,6\text{Hz}$
89,4	93,0	94,4	96,1	98,7
69,7	75,4	78,2	81,1	85,3
49,9	57,9	61,6	65,8	72,3
30,3	40,9	45,1	50,8	89,0
		28,9	35,5	45,8
				32,5

Příslušné hodnoty vlnových délek

f/Hz	$\lambda/2/\text{cm}$	c/ms^{-1}	κ
875,8	19,71	345,24	1,386
997,1	17,38	346,59	1,397
1051,4	16,41	345,07	1,385
1138,2	15,15	344,87	1,383
1303,6	13,22	344,67	1,382

Průměrná hodnota $\kappa=1,387$