

# Tallinna Tehnikaülikool

## Füüsikainstituut

**Üliõpilane:** Paul Taklaja

**Teostatud:**

**Õpperühm:** GAK-31

**Kaitstud:** 07.11.02 *P. Taklaja*

**Töö nr:** 15

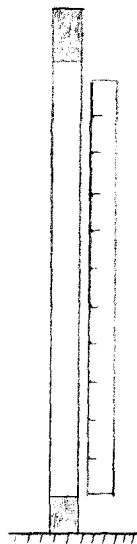
**OT allkiri:** *P. Taklaja*

### Stokes'i meetod

**Töö eesmärk:** Vedeliku sisehõõrdeteguri määramine toatemperatuuril.

**Töövahendid:** Klaasanum uuritava vedelikuga, kruvik, ajamõõtja, mõõtejoonlaud, areomeeter.

### Skeem



se nr.	d, mm	m, mg	t, s
1	4,54	6 mg	3,31
2	4,45	6 mg	3,27
3	4,50	6 mg	3,27
4	4,40	6 mg	3,16
5	4,52	6 mg	3,20

•  $l = 45 \text{ mm} \pm 1 \text{ cm}$

•  $D = 33,6 \pm 0,2 \text{ mm}$

Plini  $\rho = 11,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  (mullikens titrod)

glitserin  $\rho_0 = 1,26 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  (vedeliken tit)

$\rightarrow \eta = 1,48 \frac{\text{Pa} \cdot \text{s}}{\text{Pa} \cdot \text{s}} (20^\circ)$   
 Linjekvadratetektor.

$\pm 0,01$

$\rho$ , kg/m <sup>3</sup> ( $\rho$ )	$\eta$ , Pa.s	$\eta - \eta_i$ , Pa.s
$11,3 \cdot 10^3$ kg/m <sup>3</sup>	0,63	0,03
—— " ——	0,60	0
—— " ——	0,60	0
—— " ——	0,57	-0,03
—— " ——	0,60	0

$\eta) (\rho) \pm 0,01$

index  $(\rho_0) \pm 0,01$

0110.02  
*[Signature]*

$$\frac{4 + 4,45 + 4,50 + 4,40 + 4,52}{5} = \underline{4,48}$$

$$2,6 \cdot \sqrt{\frac{(0,0036)^2 + (0,0009)^2 + (0,0004)^2 + 0,0064 + 0,0016}{5 \cdot 4}} = 0,0660 \approx \pm 0,07 \text{ mm}$$

$$\Delta d_2 = 2 \cdot \frac{0,07}{\sqrt{3}} = 0,077 \approx 0,07$$

$$\Delta d = \sqrt{\Delta d_1^2 + \Delta d_2^2} = \sqrt{0,0660^2 + 0,077^2} = 0,067 \approx \pm 0,07$$

$$d = 4,48 \pm 0,07 \text{ mm}$$

$$r = 2,24 \pm 0,07 \text{ mm} \Rightarrow \begin{array}{l} 0,00224 \pm 0,00007 \text{ m} \\ (2,24 \pm 0,07) \cdot 10^{-3} \text{ m} \end{array}$$

$$\bar{t} = \frac{3,37 + 3,27 + 3,21 + 3,16 + 3,20}{5} = \underline{3,23}$$

$$\Delta t_1 = 2,6 \cdot \sqrt{\frac{0,0064 + 0,0016 + 0,0004 + 0,0049 + 0,0009}{20}} = 0,0692 \approx \pm 0,07 \text{ s}$$

$$\Delta t_2 = 2 \cdot \frac{0,07}{\sqrt{3}} = 0,077 \approx 0,07$$

$$\Delta t = \sqrt{\Delta t_1^2 + \Delta t_2^2} = \pm 0,07$$

$$t = 3,23 \pm 0,07 \text{ s}$$

$$\frac{z}{t} \quad \eta = \frac{2 \pi^2 (g - g_0) q}{9 \frac{z}{t} (1 + 2,4 \frac{z}{R})}$$

$$z = 2,27 \text{ mm} = 0,00227 \text{ m}$$

$$g = 45 \text{ cm} = 0,45 \text{ m}$$

$$R = 76,8 \text{ mm} = 0,0768 \text{ m}$$

$$\eta_1 = \frac{z}{9} \cdot \frac{(11300 - 1260) \cdot 0,00227^2 \cdot 9,81 \cdot 3,31}{0,45 \cdot (1 + 2,4 \frac{0,00227}{0,0768})} = \frac{0,62643}{\cancel{0,88364}}$$

$$\eta_2 = \frac{z}{9} \cdot \frac{(11300 - 1260) \cdot 0,002225^2 \cdot 9,81 \cdot 3,27}{0,45 \cdot (1 + 2,4 \frac{0,002225}{0,0768})} = 0,597477$$

$$\eta_3 = \frac{z}{4} \cdot \frac{(11300 - 1260) \cdot 0,00225^2 \cdot 9,81 \cdot 3,21}{0,45 \cdot (1 + 2,4 \frac{0,00225}{0,0768})} = 0,59814$$

$$\eta_4 = \frac{z}{9} \cdot \frac{(11300 - 1260) \cdot 0,0022^2 \cdot 9,81 \cdot 3,16}{0,45 \cdot (1 + 2,4 \frac{0,0022}{0,0768})} = 0,56601$$

$$\eta_5 = \frac{z}{9} \cdot \frac{(11300 - 1260) \cdot 0,00226^2 \cdot 9,81 \cdot 3,20}{0,45 \cdot (1 + 2,4 \frac{0,00226}{0,0768})} = 0,60094$$

$$\eta_{\text{avg}} = \frac{0,63 + 0,60 + 0,60 + 0,57 + 0,60}{5} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\sigma_{\eta} = \sqrt{\dots}$$

$$\sigma_{\eta} = 2,8 \sqrt{\frac{0,03^2 + (-0,03)^2}{5 \cdot 4}} = 0,0266 = 0,03$$

$$v = \frac{(R - \rho_0) g \pi^2}{\sqrt{(1 + 2,4 \frac{\pi}{R})}}$$

$$t = \frac{2 \cdot (R - \rho_0) g \pi^2 t}{9 \cdot (1 + 2,4 \frac{\pi}{R})} =$$

$$\rho = \frac{2 \cdot \rho g \pi^2 t}{9 \cdot (1 + 2,4 \frac{\pi}{R})} =$$

$$\rho_0 = \frac{2 \cdot \rho_0 g \pi^2 t}{9 \cdot (1 + 2,4 \frac{\pi}{R})} =$$

~~$$\rho' = \frac{4}{9} \cdot \frac{(R - \rho_0) g \pi^2 t \cdot \pi}{(1 + 2,4 \frac{\pi}{R})} = \frac{(R - \rho_0) g \pi^2 t \cdot \pi}{9 \cdot (1 + 2,4 \frac{\pi}{R})}$$~~

$$\rho' = \frac{2}{9} \cdot \frac{(R - \rho_0) g \pi^2 t \cdot l}{l^2 (1 + 2,4 \frac{\pi}{R})} =$$

$$\rho' = \frac{43,2 \cdot (R - \rho_0) g \pi^2 t \cdot l \cdot \frac{\pi}{R}}{[9l(1 + 2,4 \frac{\pi}{R})]^2}$$

$$t = 3,23 \pm 0,07 \text{ s}$$

$$\pi = 0,00224 \pm 0,00007 \text{ m}$$

$$R = 0,0168 \pm 0,0002 \text{ m}$$

$$l = 0,45 \pm 0,07 \text{ m}$$

$$\rho = (11,3 \pm 0,7) \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_0 = (1,26 \pm 0,07) \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{2}{9} \cdot \frac{(g - g_0) \rho \pi^2 t}{(1 + 2,4 \frac{\lambda}{R})}$$

$$S_0) \frac{\Delta R}{R} = \frac{[36(1 + 2,4 \frac{\lambda}{R}) - 43,2 \frac{\lambda}{R}] \cdot \Delta R}{[9R(1 + 2,4 \frac{\lambda}{R})]^2}$$

$\Delta R$

$$= (2,14 \pm 0,07) \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$(16,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$(45 \pm 1) \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$= 11300 \pm 700 \text{ kg/m}^3$$

$$1260 \pm 70 \text{ kg/m}^3$$

$$= \frac{2(18-8_0) \cdot 9,81 \cdot t}{9,81 \left(1 + 2,4 \frac{r}{R}\right)} = \frac{2(17300-1260) \cdot 9,81 \cdot 0,00224^2 \cdot 3,23}{9,81 \cdot 0,45 \left(1 + 2,4 \frac{0,00224}{0,0168}\right)} = 0,59778$$

$$\bar{\eta} = 0,60 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$d\bar{t} = \frac{2(17300-1260) \cdot 9,81 \cdot 0,00224^2 \cdot 0,07}{9,81 \cdot 0,45 \left(1 + 2,4 \frac{0,00224}{0,0168}\right)} = 0,012947893 \approx 0,01$$

$$d\bar{s} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 9,81 \cdot 0,00224^2 \cdot 3,23}{9,81 \cdot 0,45 \left(1 + 2,4 \frac{0,00224}{0,0168}\right)} = 0,005947967 \approx 0,01$$

$$d\bar{s}_0 = \frac{2 \cdot 10 \cdot 9,81 \cdot 0,00224^2 \cdot 3,23}{9,81 \cdot 0,45 \left(1 + 2,4 \frac{0,00224}{0,0168}\right)} = 0,000594796 \approx 0,00$$

$$d\bar{r} = \frac{2(17300-1260) \cdot 9,81 \cdot 0,00224^2 \cdot 3,23 \cdot 0,01}{9,81 \cdot 0,45 \left(1 + 2,4 \frac{0,00224}{0,0168}\right)} = 0,013270577 \approx 0,01$$

$$dR = \frac{43,2 \cdot \overbrace{(17300-1260)}^{10000} \cdot 9,81 \cdot 0,00224^2 \cdot 3,23 \cdot 0,45 \cdot \overbrace{0,00224}^{0,00224}}{0,0168}}{\left[9,81 \cdot 0,45 \left(1 + 2,4 \frac{0,00224}{0,0168}\right)\right]^2} =$$

$$dR = 0,000028953 \approx 0,00$$

$$d\bar{x} = \frac{\left[\overbrace{(17300-1260)}^{10000} \cdot 9,81 \cdot 3,23 \cdot 0,00224 \cdot 0,45\right] \cdot \left[36 \left(1 + 2,4 \frac{0,00224}{0,0168}\right) - 43,2 \frac{0,00224}{0,0168}\right] \cdot 0,00007}{\left[9,81 \cdot 0,45 \left(1 + 2,4 \frac{0,00224}{0,0168}\right)\right]^2}$$

$$d\bar{x} = 0,032799437 \approx 0,03$$

$$\Delta \bar{\eta} = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0,03^2} = 0,04$$



$$\sqrt{0,0129^2 + 0,0060^2 + 0,0006^2}$$

$$\eta = 0,60 \pm 0,04 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$Re = \frac{v \cdot r \cdot \rho_0}{\eta} = \frac{\rho_0 \cdot r \cdot v}{\eta \cdot t} =$$

; Jreklus; Stokes vobvunt

Frage betriebsgenuss

V: Vedelikus tihodus on  $\eta =$

$$+ 0,0733^2 + 0,0000^2 + 0,0328^2 = 0,038 = 0,04$$

$$0,66 < 10^3$$

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{(g - g_0) g r^2}{\sqrt{(1 + 2 + \frac{g}{R})}} \quad \text{formel}$$

de Formel

$$\underline{0,60 \pm 0,04 \text{ Pa} \cdot \text{s} \quad \text{unsicherheit } 95\%}$$