

Tallinna Tehnikaülikool

Füüsikainstituut

Üliõpilane: Paul Taklaja

Teostatud:

Õpperühm: GAK-31

Kaitstud: 7.11.02 *P. Taklaja*

Töö nr: 12

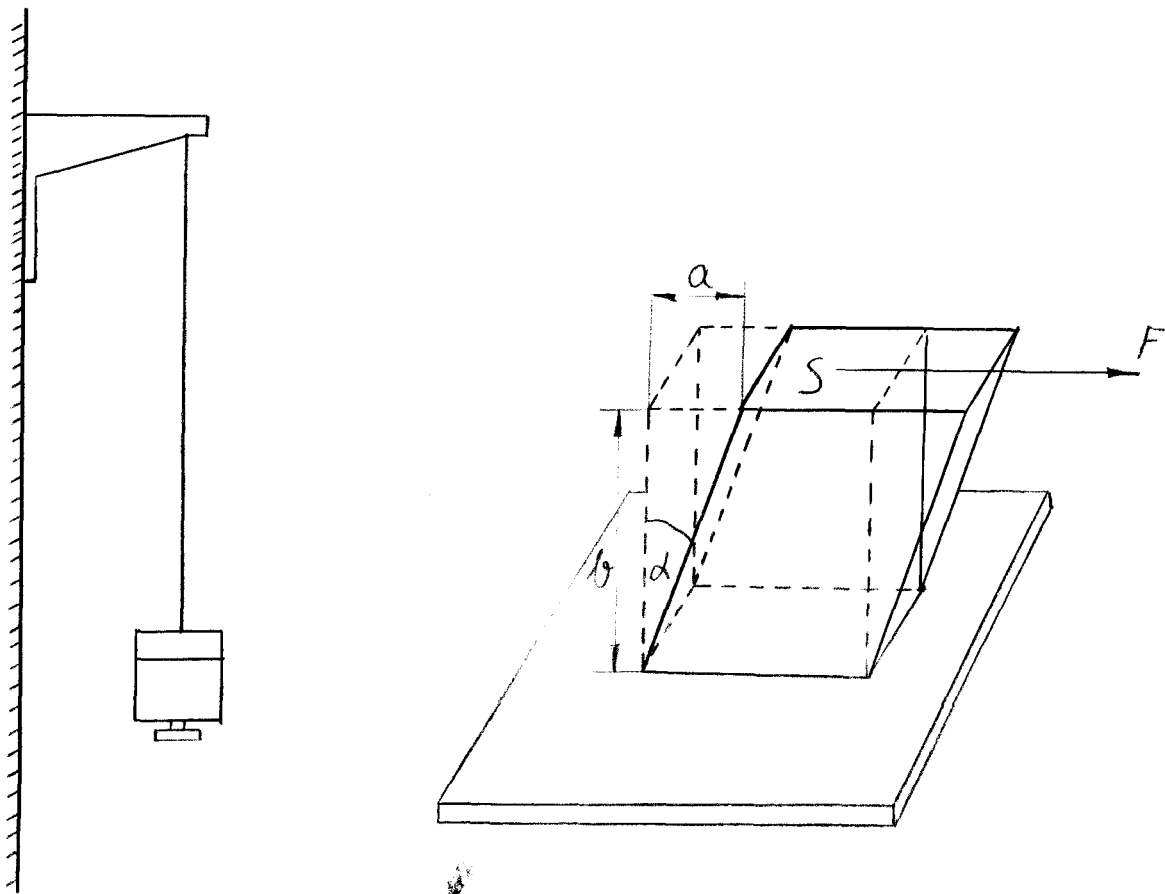
OT allkiri: *P. Taklaja*

Nihkemoodul

Töö eesmärk: Traadi nihkemooduli määramine keerdvõnkumisest.

Töövahendid: Keerdpendel lisaraskusega, nihik, kruvik, ajamõõtja, tehnilised kaalud.

Skeem



Trochuľ Librament je pohlavný.

	d_i , mm	$d - \bar{d}$, mm	$(d - \bar{d})^2$, mm ²
1	1,14	0,03	$9 \cdot 10^{-4}$
2	1,10	-0,01	$1 \cdot 10^{-4}$
3	1,10	-0,01	$1 \cdot 10^{-4}$
4	1,10	-0,01	$1 \cdot 10^{-4}$
5	1,11	0	0
6	1,10	-0,01	$1 \cdot 10^{-4}$

$$L = 161 \pm 1 \text{ cm}$$

$$d = 1,11 \pm 0,02 \text{ mm}$$

$$\lambda = 0,56 \pm 0,02 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{1,14 + 1,10 + 1,10 + 1,10 + 1,11 + 1,10}{6} = 1,11$$

$$\sigma_{d_1} = t_{n-1, \beta} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \Rightarrow$$

$$\sigma_{d_1} = 2,6 \cdot \sqrt{\frac{(9 \cdot 10^{-4} + 10^{-4} + 10^{-4} + 10^{-4} + 10^{-4})}{6 \cdot 5}} = 2,6 \cdot \sqrt{\frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{30}} \Rightarrow$$

$$\sigma_{d_1} = 0,017175 \approx 0,02$$

$$\sigma_{d_2} = t_{\infty, \beta} \frac{\sigma_x}{\sqrt{3}} \quad \sigma_{d_2} = 2 \cdot \frac{0,01}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$$\sigma_{d_2} = 0,011547 \approx 0,01$$

$$\sigma_d = \sqrt{\sigma_{d_1}^2 + \sigma_{d_2}^2} \Rightarrow \sqrt{0,017175^2 + 0,011547^2} = \pm 0,02 \text{ mm}$$

$$L = 1,61 \pm 0,01 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{0,00114 \pm 0,00002 \text{ m}}{0,00056} = \frac{(1,11 \pm 0,02) \cdot 10^{-3} \text{ m}}{(5,6 \pm 0,2) \cdot 10^{-4} \text{ m}}$$

Võnkeperioodide mõõtmine

Katselise nr.	$l_1 = \pm$ cm			$l_2 = \pm$ cm		
	n	$t_{1,s}$	$T_{1,s}$	n	$t_{2,s}$	$T_{2,s}$
1						
2						
3						

Võnkeperioodide mõõramine

Katselise nr.	m	Põhiketas		Põhiketas - lihtketas		
		t_1, s	T_1, s	n	t_2, s	T_2, s
1	10	29,22	2,922	10	61,85	6,185
2	10	29,19	2,919	10	61,79	6,179
3	10	29,26	2,926	10	61,83	6,183

$\pm 0,05$

$$m = 7098 \pm 0,5 \text{ g}$$

$$D_1 = 200 \pm 0,05 \text{ mm (väetumine)}$$

$$D_2 = 6 \pm 0,05 \text{ mm (süüvitus)}$$

time. (znova radnega)
izolinski

$$T_1 = \begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$$

$$T_2 = \begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$$

$$\bar{T}_1 = 2,92 \pm 0,01$$

$$\bar{T}_2 = 6,78 \pm 0,01$$

15.10.02
Wibler

$$\bar{t}_1 = \frac{29,22 + 29,19 + 29,26}{3} = 29,22$$

$$\Delta t_1 = 3,2 \cdot \sqrt{\frac{0,0009 + 0,0016}{3 \cdot 2}} = \pm 0,06532 \approx \pm 0,07$$

$$\Delta t_2 = 2 \frac{0,005}{\sqrt{3}} = 0,00577$$

$$\Delta t_1 = \sqrt{\Delta t_2^2 + \Delta t_1^2} = \sqrt{0,00577^2 + 0,06532^2} = \pm 0,07$$

$$\bar{t}_2 = \frac{67,88 + 67,79 + 67,83}{3} = 67,83$$

\bar{x}_1

$$\Delta t_2 = 3,2 \cdot \sqrt{\frac{0,0025 + 0,0016}{6}} = \pm 0,08$$

$$\Delta t_2 = \pm 0,08 \quad (\text{arrondir à deux décimales, et arrondir à l'excès})$$

$$T = \frac{t}{n}$$

$$\Delta T_1 = \frac{\Delta t_1}{n} = \frac{0,07}{10} = \pm 0,007$$

$$\Delta T_2 = \frac{\Delta t_2}{n} = \frac{0,08}{10} = \pm 0,008$$

$$T \begin{cases} T_1 = 2,922 \pm 0,007 \\ T_2 = 6,783 \pm 0,008 \end{cases}$$

$$0 = \frac{4\pi L m (\lambda_1^2 + \lambda_2^2)}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)}$$

$$L \cdot \lambda^2 = 2L \lambda$$

$$L \cdot \lambda^{-4} = -4 \lambda^{-5}$$

$$\Delta L' = L' \cdot \frac{4\pi m (\lambda_1^2 + \lambda_2^2)}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)} \quad \Delta L = \frac{4\pi \Delta L m (\lambda_1^2 + \lambda_2^2)}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)}$$

$$\Delta m' = \frac{4\pi \cdot L \Delta m (\lambda_1^2 + \lambda_2^2)}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)}$$

$$\Delta \lambda_1' = \frac{4\pi L m \lambda_1^2}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)} + \frac{4\pi L m \lambda_2^2}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)} \quad \Delta \lambda_1 = \frac{8\pi L m \lambda_1^2}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)} \cdot \Delta \lambda_1$$

$$\Delta \lambda_2' = \frac{8\pi L m \lambda_2^2}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)} \cdot \Delta \lambda_2$$

$$\Delta \lambda' = -\frac{16\pi L m (\lambda_1^2 + \lambda_2^2)}{\lambda^5 (T_2^2 + T_1^2)} \cdot \Delta \lambda$$

$$\Delta T_2' = -\frac{8\pi L m (\lambda_1^2 + \lambda_2^2) T_2}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)^2} \cdot \Delta T_2$$

$$\Delta T_1' = -\frac{8\pi L m (\lambda_1^2 + \lambda_2^2) T_1}{\lambda^4 (T_2^2 + T_1^2)^2} \cdot \Delta T_1$$

$L' = 3,1 \cdot 10^{-2}$	Pobmoček
$m = 0,2 \cdot 10^{-4}$	
$\lambda_1 = 0,5 \cdot 10^{-4}$	erwachsen
$\lambda_2 = 0,01 \cdot 10^{-4}$	einige Wärmest.
$T_2 = -48,8 \cdot 10^{-4}$	Licht
$T_1 = -20,2 \cdot 10^{-4}$	
$\lambda = -35,6 \cdot 10^{-4}$	Vgl. werden wird Vergleichen jünger.

$$T_1 = 2,922 \pm 0,004$$

$$T_2 = 6,183 \pm 0,008$$

$$L = 1,61 \pm 0,01 \text{ m}$$

$$r = 0,00056 \pm 0,00002 \text{ m}$$

$$r_1 = 0,1 \pm 0,00005 \text{ m}$$

$$r_2 = 0,003 \pm 0,00005 \text{ m}$$

$$m = 1,098 \pm 0,0005 \text{ kg}$$

$$G = \frac{4\pi \cdot 1,61 \cdot 1,098 (0,1^2 + 0,003^2)}{0,00056^4 (6,183^2 - 2,922^2)} = 17,614579 \cdot 10^{10} \text{ N} \approx 1,76 \cdot 10^{11} \text{ N}$$

$$L = \frac{4\pi \cdot 0,01 \cdot 1,098 (0,1^2 + 0,003^2)}{0,00056^4 (6,183^2 - 2,922^2)} = 0,442955 \cdot 10^9 \text{ m} \approx 0,44 \cdot 10^9 \text{ m}$$

$$m^2 = \frac{4\pi \cdot 1,61 \cdot 0,0005 (0,1^2 + 0,003^2)}{0,00056^4 (6,183^2 - 2,922^2)} = 0,034674 \cdot 10^9 \approx 0,04 \cdot 10^9$$

$$T_2 = \frac{8\pi \cdot 1,61 \cdot 1,098 (0,1^2 + 0,003^2) \cdot 6,183 \cdot 0,008}{0,00056^4 \cdot (6,183^2 - 2,922^2)^2} = 0,253708 \cdot 10^9 \approx 0,25 \cdot 10^9$$

$$T_1 = \frac{8\pi \cdot 1,61 \cdot 1,098 (0,1^2 + 0,003^2) \cdot 2,922 \cdot 0,004}{0,00056^4 \cdot (6,183^2 - 2,922^2)^2} = 0,1049115 \cdot 10^9 \approx 0,11 \cdot 10^9$$

$$\mu = \frac{-16\pi L m (r_1^2 + r_2^2) \cdot 6\pi}{r^5 (T_2^2 - T_1^2)}$$

$$= \frac{-16 \cdot \pi \cdot 1,61 \cdot 1,098 (0,1^2 + 0,003^2) \cdot 0,00002}{0,00056^5 (6,183^2 - 2,922^2)} = 10,874970 \cdot 10^9 \approx 10,88 \cdot 10^9$$

$$\Delta G = \sqrt{(0,47 \cdot 10^9)^2 + (0,04 \cdot 10^9)^2 + (0,25 \cdot 10^9)^2 + (0,11 \cdot 10^9)^2 + (10,88 \cdot 10^9)^2 + (0,08 \cdot 10^9)^2}$$

$$\Delta G = 1,08937 \cdot 10^{10} \approx 1,09 \cdot 10^{10}$$

$$\sqrt{\Delta G} = (7,62 \pm 1,09) \cdot 10^{10} \frac{N}{m^2} \text{ keskusega } 95\%$$

- 1) mille nihkemoodulit me määrasime
- 2) ja Hooke'i seadest nihke korral

2) Hooke'i seadus: Elastisel deformatsioonil on suhteline nihe võrdeline deformatsiooniga põhjusliku pingega.

1) Me määrasime teadeti nihkemoodulit (Hooke'i seadusest)