

Tallinna Tehnikaülikool

Füüsikainstituut

Üliõpilane: Meelis Saluvee

Teostatud: 5. november 1999

Õpperühm: LAP 13

Kaitstud:

Töö nr: 9

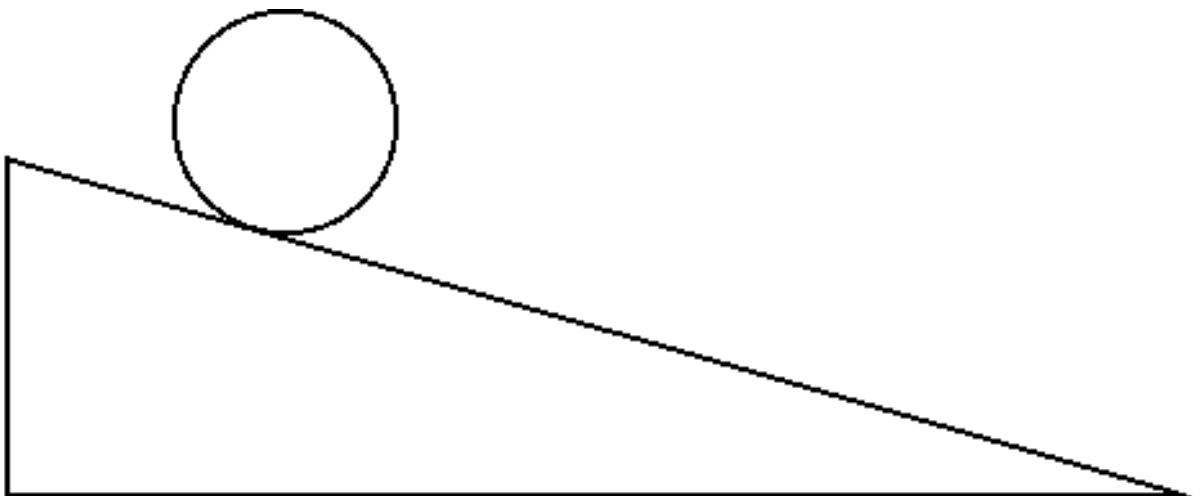
OT allkiri:

SILINDRI INERTSIMOMENT

Töö eesmärk: Silindri inertsi-
momendi määramine kaldpinna abil.

Töövahendid: Katseseade (kald-
pind), silindrite komplekt, nihik.

Skeem



Katseandmete tabel

Silindri inertsimomendi määramine.

$l = \dots \pm \dots$, $m = \dots \pm \dots$, $d = \dots \pm \dots$

Katse nr.	$\alpha \pm \Delta\alpha^\circ$	t, s	$t_i - \bar{t}$, s	$(t_i - \bar{t})^2$, s ²	sin α	I, kg · m ²	I _t , kg · m ²
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

$\bar{t} = \dots \pm \dots$

Arvutused ja veaarvutused

$$m=0.2258 \text{ kg}$$

$$\Delta m = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

$$r = \frac{d}{2} = 0.02990 \text{ m}$$

$$\Delta r = \frac{\Delta d}{2} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$g = 9.818 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t = 1.52604 \text{ s}$$

$$t_{4,0.95} = 2.8$$

$$\sum_{i=1}^5 (t_i - \bar{t})^2 = 1.89952 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta t_j = t_{n-1, \beta} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n \cdot (n-1)}} = 2.8 \cdot \sqrt{\frac{1.89952 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 4}} = 8.62909 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$\Delta \alpha = 0.25^\circ = 4.363 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$l = 1.278 \text{ m}$$

$$\Delta l = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Inertsimomendi arvutamine allaveeremise aja järgi

$$I = mr^2 \left(\frac{gt^2 \sin \alpha}{2l} - 1 \right) = 8.055 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Inertsimomendi vea arvutamine

$$\frac{\partial I}{\partial m} = r^2 \left(\frac{gt^2 \sin \alpha}{2l} - 1 \right) = 3.567 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{\partial I}{\partial r} = 2mr \left(\frac{gt^2 \sin \alpha}{2l} - 1 \right) = 5.388 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{\partial I}{\partial t} = \frac{r^2 m g t \sin \alpha}{l} = 3.701 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{\partial I}{\partial \alpha} = \frac{r^2 m g t^2 \cos \alpha}{2l} = 1.806 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{\partial I}{\partial l} = -\frac{r^2 m g t^2 \sin \alpha}{2l^2} = -2.210 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta I = \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial m} \cdot \Delta m\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial r} \cdot \Delta r\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial t} \cdot \Delta t\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial \alpha} \cdot \Delta \alpha\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial l} \cdot \Delta l\right)^2} = 8.519 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I = (8.06 \pm 0.86) \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Inertsimomendi arvutamise valemi $I_t = mr^2/2$ järgi

$$I_t = \frac{mr^2}{2} = 10.09 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Inertsimomendi vea arvutamise

$$\Delta I_t = I_t \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{2 \cdot \Delta r}{r}\right)^2} = 3.491 \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Suhteliste vigade arvutamise

$$\delta = \frac{\Delta I}{I} \cdot 100 \% = \frac{8.519 \cdot 10^{-6}}{8.055 \cdot 10^{-5}} \cdot 100 \% = 10.58 \%$$

$$\delta = \frac{\Delta I_t}{I_t} \cdot 100 \% = \frac{3.491 \cdot 10^{-7}}{1.009 \cdot 10^{-4}} \cdot 100 \% = 0.3460 \%$$

Järeldus

Arvutuste tulemused:

Silindri inertsimoment allaveeremise aja järgi: $I = (8.06 \pm 0.86) \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, usutavusega 0.95

Suhteline viga: $\delta = 10.6 \%$

Silindri inertsimoment teoreetilise valemi järgi: $I = (10.09 \pm 0.03) \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, usutavusega 0.95

Suhteline viga: $\delta = 0.35 \%$

Järeldus:

Erinevatel meetoditel saadud inertsimomendid erinevad üksteisest umbes 1.25 korda. See on arvatavalt tingitud mõõtevigadest. Käesolev meetod on sobiv silindri inertsimomendi määramiseks, kui ei esitata kõrgeid nõudeid selle täpsusele.

Spikker

1. Pöörleva keha inertsimomendi mõõt.
2. $I = \frac{mR^2}{2}$
3. Ei ole võrdsed. Inertsimoment oleneb keha massi jaotusest. Ka lõppkiirused on erinevad, kuna inertsimoment mõjutab otseselt kiirust.
4. Mõõteviisidest
5. Nurkkiirus on vektor, mis iseloomustab jäiga keha pöörlemise kiirust ja on sihitud piki pöörlemistelge suunas, kust keha paistab pöörlevat vastu kellaosuti liikumise suunda.
6. Inertsimoment on võrdeline jõumomendiga ja pöördvõrdeline nurkkiirusega.
7. Isoleeritud süsteemi energia on kõigi süsteemis toimuvate protsesside korral jääv.
8. $E_K = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{I_c \omega^2}{2}$, kus c tähistab inertsikeskme kohta käivat tegurit.