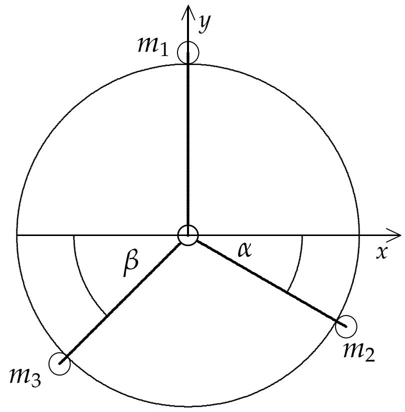
Avtorji: G. Bavdek, B. Golli, A. Kregar – PeF

3. RAVNOVESJE SIL IN NAVOROV

3.1 Ravnovesje treh sil

Telo (obroček v sredini plošče na sliki 1) je v ravnovesju, če je vsota vseh sil enaka 0. Če označimo kote, tako kot na sliki, velja za komponente v smereh y in x:



Slika 1: Ravnovesje treh sil

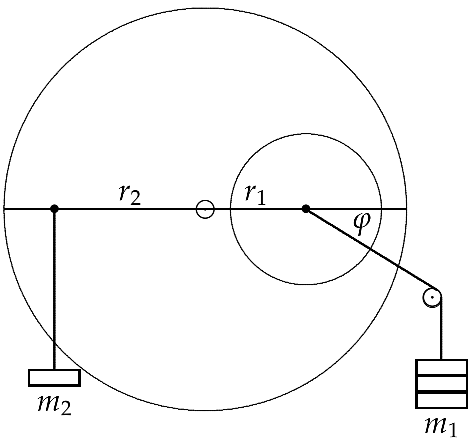
$$
\begin{aligned}
y: &\qquad m_1 g - m_2 g \sin\alpha - m_3 g \sin\beta = 0 \\
x: &\qquad m_2 g \cos\alpha - m_3 g \cos\beta = 0
\end{aligned}
$$

3.2 Ravnovesje navorov

Za ravnovesje togega telesa (krožne plošče na sliki 2) velja, da mora biti vsota vseh sil enaka 0 in hkrati vsota vseh navorov enaka 0. Težo in sile uteži uravnovesi sila podlage, za ravnovesje navorov pa velja

$$m_1 g r_1 \sin\varphi - m_2 g r_2 = 0\,,$$

pri tem sta r_1 in r_2 ročici, merjeni od središča plošče do prijemališč sil, φ pa kot med ročico in silo prve uteži.



Slika 2: Ravnovesje navorov

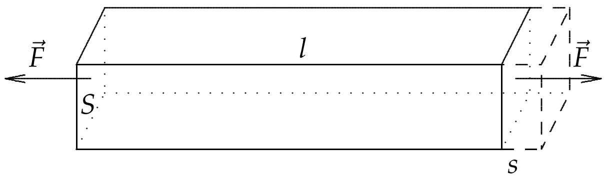
4. ELASTIČNE LASTNOSTI SNOVI

4.1 Hookov zakon

Deformacije teles Telesa se pod vplivom zunanjih sil lahko *deformirajo.* Če se telesa zaradi zunanjih sil deformirajo, a se po prenehanju delovanja teh sil vrnejo v prvotno obliko, je deformacija *elastična.* Tako se palica, na katero deluje v vzdolžni smeri zunanja sila, elastično razteza ali krči. Podaljša se, če deluje v palici *napetost* F/S, kjer je S presek palice, in skrči, če palico stiskamo in je v njej *tlak* $p = F/S$. Podaljšek pri nategu in skrček pri stisku s je odvisen še od prvotne dolžine palice l. *Relativni raztezek* ali relativni skrček $\epsilon = s/l$ je odvisen le od napetosti oz. od tlaka p. Poskusi pokažejo, da je zveza med napetostjo oz. tlakom p in relativnim raztezkom ϵ linearna:

$$\epsilon = \frac{1}{E}\,p. \tag{1}$$

Zvezo imenujemo *Hookov zakon.* Sorazmernostna konstanta E v (1) je snovna konstanta, ki je značilna za elastično snov. Konstanta se imenuje *prožnostni modul.* Za vsako snov obstaja *meja prožnosti*, to je tista napetost, do katere je deformacija elastična. Pri večjih napetostih se snov deformira trajno (*plastična deformacija*). Pri nekaterih snoveh je praktično vsaka deformacija plastična.



Slika 3: Elastično raztezanje trdnih snovi

Opis meritve Na žični kavelj na okvirčku obesi predutež, da se žica nekoliko zravna. Merilno uro naravnaj na ničlo. Izmeri raztezek žice pri vsaj desetih obremenitvah in rezultate vnesi v graf $F(s)$. Skozi točke nariši premico in ugotovi, če je odvisnost res linearna, t.j. $F = ks + F_0$. Iz $k = ES/l$ izračunaj prožnostni modul. Zato potrebuješ še dolžino žice l in njen presek S. Premer izmeri z mikrometrskim merilom. Izračunaj tudi napako modula.

4.2 Zasuk palice

Pri zasuku palice (slika 4b) so deli palice obremenjeni s strižno napetostjo. Strižna deformacija je prikazana na sliki 4a. Velikost deformacije meri kot ϑ:

$$\vartheta = \frac{1}{G}\,\tau\,, \qquad \tau = \frac{F}{S}\,. \tag{2}$$

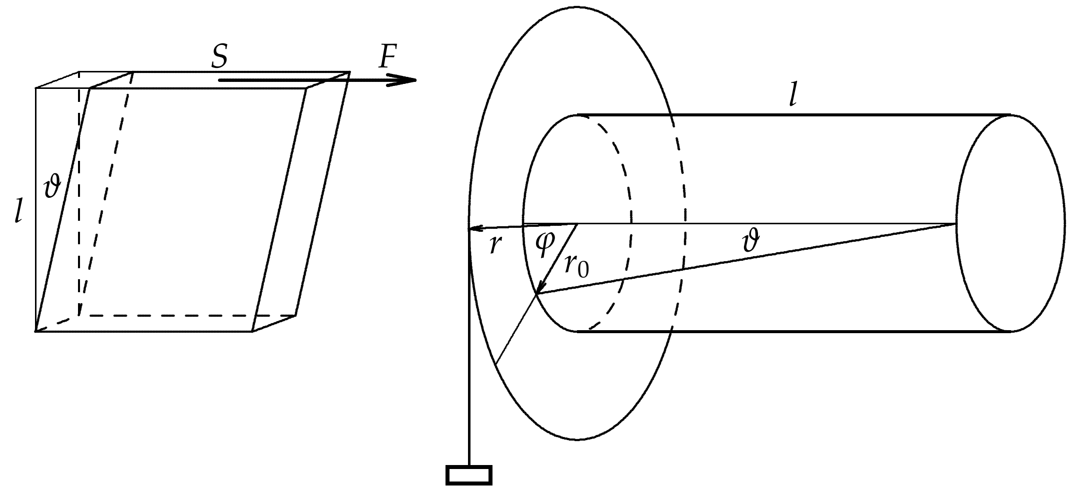
Tu je τ strižna napetost in G **strižni modul** snovi. Strižni modul je povezan s elastičnim modulom kot

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}\,, \tag{3}$$

pri čemer je μ Poissonovo število. Pri obremenitvi palice na nateg je Poissonovo število določeno kot razmerje relativnega skrčka palice $\Delta a/a$ v prečni smeri in relativnega raztezka palice v vzdolžni smeri $\Delta l/l$:

$$\mu = \frac{\Delta a/a}{\Delta l/l} \tag{4}$$

in lahko zavzame vrednosti med 0 in 0,5.



a) b)

Slika 4: Zasuk palice

Pri zasuku je palica obremenjena z navorom $M = rF$, r je razdalja od osi do prijemališča sile uteži. Za zasuk palice φ (glej sliko 4b) velja

$$\varphi = M\,\frac{2l}{G\pi r_0^4} = F\,\frac{2lr}{G\pi r_0^4}\,, \tag{5}$$

kjer je l dolžina palice med točkama, v katerih je palica vpeta, in r_0 polmer palice.

Potek Podobno kot pri upogibu palice meri odvisnost zasuka od sile in iz grafa $\varphi(F)$ določi naklon premice skozi izmerjene točke in od tod izračunaj G.

Iz izmerjenih G in E (E si izmeril pri prejšnji nalogi) izračunaj še Poissonovo število (4) za različne snovi (jeklo, medenina, aluminij . . .).