

HOOKOV ZAKON

POROČILO

1. NALOGA

V prvem delu naloge smo izmerili prožnostni koeficient vzmeti, v drugem pa prožnostni modul gumijaste vrvice.

2. PRIPOMOČKI

Za nalogo smo potrebovali stojalo, vzmet, gumijasto vrstico, različne uteži, merilni trak, kljunasto merilo in tehtnico.

3. RAZLAGA

Hookov zakon pravi, da je raztezek vzmeti v prožnem območju premo sorazmeren s silo, ki jo napenja.

$$F = k \times x$$

F.....sila

k.....koeficient prožnosti

x.....raztezek

Kvocien raztezka x in dolžine l je enak. Spremeni se, če se spremeni natezna napetost ali če vzamemo drugo snov. Torej se kvocien raztezka x in dolžine l imenuje **relativni raztezek**

$$\varepsilon = \frac{x}{l}$$

Pri majhnih deformacijah je relativni raztezek premo sorazmeren z natezno napetostjo. Linearna zveza med natezno napetostjo in relativnim raztezkom se imenuje **Hookov zakon**.

$$\sigma = E \varepsilon$$

Hookov zakon pa lahko zapišemo tudi tako:

$$\frac{F}{S} = E \frac{x}{l}$$

Pri raztežku vzmeti ima Hookov zakon obliko:

$$F = k \times x, \text{ kjer je } k = \frac{E \times S}{l}$$

Natezna napetost σ predstavlja kvocient sile in preseka.

$$\sigma = \frac{F}{S} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

Sorazmernostni faktor **E** med natezno napetostjo in relativnim raztežkom se imenuje **prožnostni modul** ali modul elastičnosti snovi. Ker je relativni raztežek število, ima prožnostni modul E enako mersko

enoto $\frac{N}{cm^2}$ oz. Pa.

Malo raztegljiva snov ima velik E, zelo raztegljiva snov pa ima majhen E.

Hookov zakon velja le za majhne raztežke. Pri večjih raztežkih zveza med natezno napetostjo in prožnostnim modulom ni več linearna, natezna napetost pa se z večanjem relativnega raztežka povečuje počasneje, kot če bi Hookov zakon še veljal. Natezna napetost pa se celo zmanjšuje. Pri velikih raztežkih se žica začne razmeroma zlahka naprej raztegovati. Na koncu se pri dovolj velikem relativnem raztežku oz. pri dovolj veliki natezni napetosti strga. Ta mejna

napetost je *meja trdnosti* ali *porušna napetost*. Dokler je relativni raztezek manjši od *meje elastičnosti* je raztezek žice še prožen, torej med razbremenjevanjem dobimo enake raztezke kot med obremenjevanjem. Če mejo elastičnosti prekoračimo postane deformacija *plastična*, torej med razbremenjevanjem dobivamo večje raztezke kot med obremenjevanjem. Ko se natezna napetost zmanjša na nič, ostane telo še nekoliko deformirano. Preostali raztezek je posledica plastične deformacije.

4. POTEK DELA

V prvem delu naloge smo na stojalo pritrdili vzmet. Stehtali smo utež, izmerili dolžino vzmeti in utež obesili na vzmet. Nato smo spet izmerili dolžino vzmeti, da smo lahko določili še njen raztezek. Rezultate, tj. maso uteži na vzmeti in dolžino raztegnjen vzmeti smo zapisali v pripravljeno tabelo. Meritev smo opravili pri petih različnih obremenitvah vzmeti.

V drugem delu naloge smo na stojalo pritrdili gumijasto vrvico. Izmerili smo začetno dolžino vrvice in njeno debelino. Nato smo na vrvico obesili utež z znano maso. Ponovno smo izmerili dolžino vrvice, da smo lahko določili njen raztezek. Rezultate, tj. Maso bremena na vrvici in dolžino raztegnjene vrvice smo zapisali v že pripravljeno tabelo. Meritev smo opravili pri vsaj petih različnih obremenitvah vrvice.

5. MERITVE

1.del

Začetna dolžina vzmeti: 17,8 cm

Masa uteži: 50 g

Meritev	F (N)	l (cm)
1	0,5	22
2	1	31
3	1,5	39,7
4	2	48
5	2,5	56,5

2.del

Začetna dolžina vrvice: 32,5 cm

Debelina vrvice: 0,2 cm

Meritev	F (N)	l (cm)
1	0,5	39,4
2	1	45,6
3	1,5	53,1
4	2	60,5
5	2,5	66

Napaka kljunastega merila: $\pm 0,02\text{cm}$

Napaka merilnega traku: $\pm 0,01\text{cm}$

6. REZULTATI

1.del

$$F = kx$$

$$x_1 = 22 - 17,8 \text{ cm} = 4,2 \text{ cm}$$

$$x_2 = 31 \text{ cm} - 17,8 \text{ cm} = 13,2 \text{ cm}$$

$$x_3 = 39,7 \text{ cm} - 17,8 \text{ cm} = 21,9 \text{ cm}$$

$$x_4 = 48 \text{ cm} - 17,8 \text{ cm} = 30,2 \text{ cm}$$

$$x_5 = 56,5 \text{ cm} - 17,8 \text{ cm} = 38,7 \text{ cm}$$

$$k_1 = \frac{F_1}{x_1} = \frac{0,5 \text{ N}}{4,2 \text{ cm}} = 0,119 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$k_2 = \frac{F_2}{x_2} = \frac{1 \text{ N}}{13,2 \text{ cm}} = 0,076 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$k_3 = \frac{F_3}{x_3} = \frac{1,5 \text{ N}}{21,9 \text{ cm}} = 0,069 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$k_4 = \frac{F_4}{x_4} = \frac{2 \text{ N}}{30,2 \text{ cm}} = 0,066 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$k_5 = \frac{F_5}{x_5} = \frac{2,5 \text{ N}}{38,7 \text{ cm}} = 0,065 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5}{5} \quad \bar{k} =$$

$$\frac{0,119 \frac{N}{cm} + 0,076 \frac{N}{cm} + 0,069 \frac{N}{cm} + 0,066 \frac{N}{cm} + 0,065 \frac{N}{cm}}{5}$$

$$\bar{k} = \frac{0,395 \frac{N}{cm}}{5}$$

$$\bar{k} = 0,079 \frac{N}{cm}$$

$$\left| 0,119 \frac{N}{cm} - 0,079 \frac{N}{cm} \right| = 0,04 \frac{N}{cm}$$

$$\left| 0,076 \frac{N}{cm} - 0,079 \frac{N}{cm} \right| = 0,003 \frac{N}{cm}$$

$$\left| 0,069 \frac{N}{cm} - 0,079 \frac{N}{cm} \right| = 0,01 \frac{N}{cm}$$

$$\left| 0,066 \frac{N}{cm} - 0,079 \frac{N}{cm} \right| = 0,013 \frac{N}{cm}$$

$$\left| 0,065 \frac{N}{cm} - 0,079 \frac{N}{cm} \right| = 0,014 \frac{N}{cm}$$

$$\Delta k = 0,079 \frac{N}{cm} = 0,08 \frac{N}{cm}$$

$$\delta k = \frac{0,01 \frac{N}{cm}}{0,08 \frac{N}{cm}} = 0,125 = 12,5\%$$

$$k = 0,08 \frac{N}{cm} \pm 0,01 \frac{N}{cm}$$

$$k = 0,08 \frac{N}{cm} (1 + 12,5\%)$$

2.del

$$\frac{F}{S} = E \frac{x}{l}$$

$$E = \frac{F \times l}{S \times x}$$

$$S = \pi r^2 = \pi(0,2 \text{ cm})^2 = 0,12566 \text{ cm}^2$$

$$l = 32,5 \text{ cm}$$

$$x_1 = 39,4 \text{ cm} - 32,5 \text{ cm} = 6,9 \text{ cm}$$

$$x_2 = 45,6 \text{ cm} - 32,5 \text{ cm} = 13,1 \text{ cm}$$

$$x_3 = 53,1 \text{ cm} - 32,5 \text{ cm} = 20,6 \text{ cm}$$

$$x_4 = 60,5 \text{ cm} - 32,5 \text{ cm} = 28 \text{ cm}$$

$$x_5 = 66 \text{ cm} - 32,5 \text{ cm} = 33,5 \text{ cm}$$

$$E_1 = \frac{F_1 \times l}{S \times x_1} = \frac{0,5 \text{ N} \times 32,5 \text{ cm}}{0,12566 \text{ cm}^2 \times 6,9 \text{ cm}} = 18,742 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$E_2 = \frac{F_2 \times l}{S \times x_2} = \frac{1,0 \text{ N} \times 32,5 \text{ cm}}{0,12566 \text{ cm}^2 \times 13,1 \text{ cm}} = 19,743 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$E_3 = \frac{F_3 \times l}{S \times x_3} = \frac{1,5 \text{ N} \times 32,5 \text{ cm}}{0,12566 \text{ cm}^2 \times 20,6 \text{ cm}} = 18,833 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$E_4 = \frac{F_4 \times l}{S \times x_4} = \frac{2,0 \text{ N} \times 32,5 \text{ cm}}{0,12566 \text{ cm}^2 \times 32,5 \text{ cm}} = 15,916 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$E_5 = \frac{F_5 \times l}{S \times x_5} = \frac{2,5 \text{ N} \times 32,5 \text{ cm}}{0,12566 \text{ cm}^2 \times 33,5 \text{ cm}} = 19,301 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$\bar{E} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{5} =$$

$$\frac{18,742 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} + 19,743 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} + 18,833 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} + 15,916 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} + 19,301 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}}{5} = \frac{92,535 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}}{5} =$$

$$18,507 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$\left| 18,742 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} - 18,507 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right| = 0,235$$

$$\left| 19,743 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} - 18,507 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right| = 1,236$$

$$\left| 18,833 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} - 18,507 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right| = 0,326$$

$$\left| 15,916 \frac{N}{\text{cm}^2} - 18,507 \frac{N}{\text{cm}^2} \right| = 2,591$$

$$\left| 19,301 \frac{N}{\text{cm}^2} - 18,507 \frac{N}{\text{cm}^2} \right| = 0,794 \frac{N}{\text{cm}^2}$$

$$\Delta E = \boxed{0,8} \frac{N}{\text{cm}^2}$$

$$\delta E = \frac{\Delta E}{E} = \frac{0,8 \frac{N}{\text{cm}^2}}{18,507 \frac{N}{\text{cm}^2}} = 4,3\%$$

$$E = 18,5 \frac{N}{\text{cm}^2} \pm 0,8 \frac{N}{\text{cm}^2} \square$$

$$E = 18,5 \frac{N}{\text{cm}^2} (1 \pm 4,3\%) \square$$