

# **POROČILO**

## **3.VAJA**

### **DOLOČANJE REZULTANTE SIL**

## Vrvni poligon

### Namen:

1. Preveri paralelogramsko pravilo za določanje rezultante nevzporednih sil s skupnim prijemaščem (grafično).
2. Določi rezultanto sil z uporabo podobnih trikotnikov in uporabo kotnih funkcij.

### Pribor:

Aluminijska prečka s kavljji, stativni material, silomer, vrvica, škripec, breme, elektronska tehnica in milimetersko merilo.

### Opis poskusa:

Sestavili smo pripravo, kot jo kaže slika 1. Na gibljivi škripec smo obesili breme z neznano težo. Odčitavali smo silo, ki je bila razvidna na silomeru in izmerili  $h$  in  $l$ . Podatke smo tabelirali.

### Opis poskusa, obdelava meritev in rezultati:

#### 1.del

zap. meritev	d(cm)	l(cm)	h(cm)	$\alpha$ (°)	Fv(N)	Fg (N)	$\bar{F}$ (N)	$\Delta F$ (N)	$\delta$	Fgizm (N)	$\Delta F$ (N)
1.	10	23,5	22,9	12,98	1,25	2,44	2,31	0,13	0,056	2,04	$\pm 0,40$
2.	20	28,4	26,5	21,08	1,1	2,14					$\pm 0,10$
3.	30	29,1	25,5	28,8	1,2	2,34					$\pm 0,30$

Masa uteži: 0,204 kg

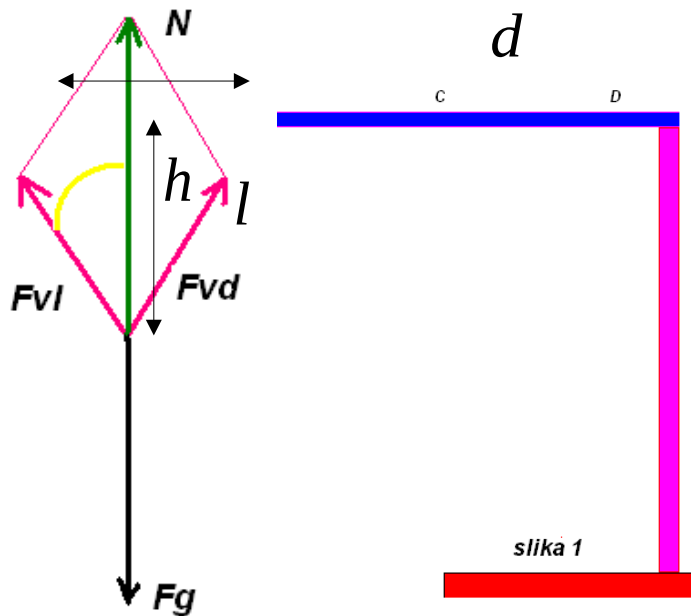
d: razdalja med obesiščema vrvic  
l: razdalja posameznih krakov vrvic  
h: razdalja med sredino obesišč vrvic in škripcem  
 $\alpha$ : polovica kota med krakoma vrvic  
Fv: izmerjena sila v posameznem kraku vrvic  
Fg: izračunana rezultanta sil  
 $\bar{F}$ : povprečje izračunane rezultante sil  
 $\Delta F$ : absolutna napaka izračunane rezultante sil  
 $\delta$ : relativna napaka izračunane rezultante sil  
Fizm: sila uteži, izmerjena rezultanta sil  
 $\Delta F_r$ : razlika med izračunano in izmerjeno rezultanto sil

- ✘ Iz meritev izračunana sila se z izmerjeno ujema s 80% natančnostjo.

# Vrvni poligon

## Prilepi sliko rezultante sil

- ✓ Rezultanta sil na sliki se od izmerjene vrednosti razlikuje za  $\pm 0,02$  N, kar je posledica napake pri risnaju.



## Vrvni poligon

### 2. del

- ✚ Rezultanto obeh sil vrvic na škripec  $F$  lahko določimo z uporabo pravil, ki veljajo za podobne trikotnike. Razmerje stranic podobnih trikotnikov se ohranja in iz njega lahko izrazimo velikost poljubne stranice. Iz razmerja

$$\frac{F}{2} : F_v = h : l$$

lahko izrazimo velikost rezultante  $F$ , ki pa je po velikosti enaka uteži bremena  $F_g$ :

$$F_g = F = 2F_v \frac{h}{l}$$
$$F_g = 2 \cdot 1,25 \text{ N} \frac{22,90 \text{ cm}}{23,50 \text{ cm}}$$
$$F_g = F = 2,44 \text{ N}$$

- ✚ Do enakega rezultata pridemo tudi z uporabo kotnih funkcij, če poznamo kot, ki ga oklepata vrvici- kot  $2\alpha$ . Rezultanta sil in sila vrvice sestavljata dve stranici enakokrakega trikotnika, pri čemer oklepata kot  $\alpha$ . Za ta trikotnik zapišemo kosinusno povezavo:

$$\cos \alpha = \frac{F}{F_v}$$

Za trikotnik ki ga oklepata vrvici, pa lahko zapišemo sinusno ali tangens povezavo kota  $\alpha$ :

$$\sin \alpha = \frac{d}{l} \quad \text{oziroma} \quad \text{tg} \alpha = \frac{d}{h}$$

Rezultat smo določili tako, da smo najprej določili velikost kota  $\alpha$  iz izmerjenih dolžin, nato pa izračunali izraz za velikost rezultante oziroma velikosti sile teže:

$$F = F_g = 2F_v \cdot \cos \alpha$$
$$F = 2 \cdot 1,25 \text{ N} \cdot \cos 12,98^\circ$$
$$F = 2,44 \text{ N}$$

- ✚ Izračun rezultante na oba načina se ujemata. Oba dobljena rezultata se z izmerjeno rezultanto ujemata s 80% natančnostjo, kar je dokaj dobro glede na preprostost šolskega pripravka za merjenje rezultante sil v vrvici.

## Vrvni poligon

### 3.del

Prosti konec vrvice z bremenom smo pretaknili s kavlja B na kavelj C, aksneje pa še na D. Pri tem sem napel vrvico tako, da je bila dolžina  $l$  stalna. Postopek za določanje teže bremena smo ponovili (grafično in računsko).

✓ Ob pretakanju prostega konca vrvice iz kavlja B na C, nato iz C na D je bilo iz silomera možno razbrati, da se sila povečuje.

✘ Čeprav je v mojih meritvah prišlo do napake pri merjenju, saj bi se morala ob večanju  $d$  sila v posamezni vrvici večati, prva meritev je pa celo večja od ostalih dveh, pa čeprav bi morala biti po fizikalnih pravilih najmanjša, saj je sila v posamezni vrvici premosorazmerna z odmikom kavljev. To bi lahko pojasnil z nepravilno lego uteži na vrvici, morda se je utež nekako zataknila in ni bila popolnoma na sredini vrvice, ter bi v primeru, da bi vrvici tvorili topi kot, bila sila v posamezni vrvici največja. Iz naslednje enačbe sem izpeljal in izračunal sile v vrvici pri vseh treh meritvah, čeprav ta del vaje zaradi navedene napeke ni smeselno obravnavati.:

$$F_g = F = 2F_v \frac{h}{l}$$

$$F_v = \frac{F_g \cdot l}{2 \cdot h}$$

$$F_{v1} = \frac{F_g \cdot l_1}{2 \cdot h_1}$$

$$F_{v1v} = \frac{2,04 \text{ N} \cdot 23,50 \text{ cm}}{2 \cdot 22,90 \text{ cm}}$$

$$F_{v1} = 1,05 \text{ N}$$

$$F_{v2} = \frac{F_g \cdot l_2}{2 \cdot h_2}$$

$$F_{v2} = \frac{2,04 \text{ N} \cdot 28,40 \text{ cm}}{2 \cdot 26,50 \text{ cm}}$$

$$F_{v2} = 1,09 \text{ N}$$

$$F_{v3} = \frac{F_g \cdot l_3}{2 \cdot h_3}$$

$$F_{v3} = \frac{2,04 \text{ N} \cdot 29,10 \text{ cm}}{2 \cdot 25,50 \text{ cm}}$$

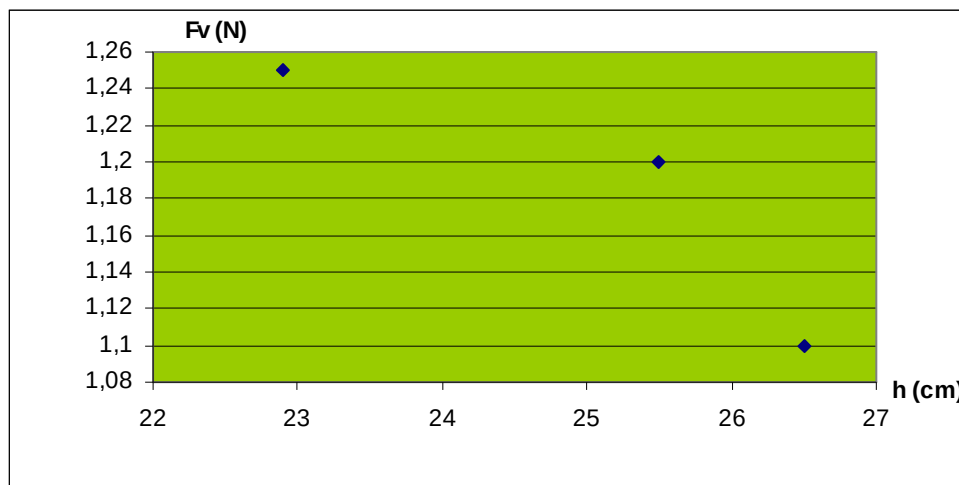
$$F_{v3} = 1,16 \text{ N}$$

🌐 Sila v vrvici gre preko vseh meja, ko gre  $h \rightarrow 0$   
Ko se  $l$  večja, bi se moral  $h$  manjšati

$$\lim_{h \rightarrow 0} F_v = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{F_g l}{2 \cdot h}$$

$$\lim_{h \rightarrow 0} F_v = \infty$$

$$F_v \propto \frac{1}{h}$$



## Vrvni poligon

✚ Ob pravilnih meritva bi moral dobiti približno takšen graf:

- ⊙ **Kolikšna je dolžina  $h$  takrat, kadar je sila, ki jo kaže vzmetna tehnica, enaka teži bremena ?**

Kadar je sila, ki jo kaže vzmetna tehnica enaka teži bremena je razdalja  $h$  enaka razdalji  $l$ .

$$h=l$$