

## VAJA 3: RAVNOVESJE VZVODA

### 1. NAMEN VAJE

Naša naloga je bila preveriti ravnovesne pogoje za sile in navore na dvokončnem ravnem vzvodu.

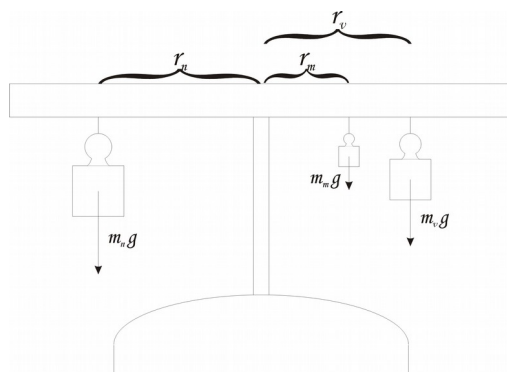
### 2. MATERIAL

- dvokončni ravni vzvod
- uteži
- meter

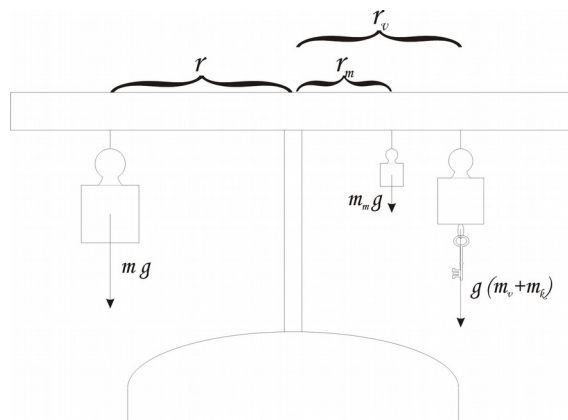
### 3. POTEK VAJE

Najprej smo vzvodu določili težišče (tako, da je vzvod v ravnovesni legi) in ga pritrdili, tako da se ni nagibal na eno ali na drugo stran.

a) Na desno stran smo nataknili nekaj uteži in izmerili ročico do ene in do druge uteži. Potem smo na levo stran nataknili najprej eno utež in izmerili ročico. Zatem še eno in spet izmerili ročico. To smo ponovili še 2x, tako da smo imeli 4 različne meritve.



b) Na desni strani smo obesili dve uteži z znano maso in ključe, katerih masa je bila neznana, in izmerili ročice. Nato smo na levi strani obesili nekaj uteži in izmerili ročico. Iz teh podatkov smo izračunali maso neznanega predmeta (ključev).



### 4. ENAČBE IN OZNAKE

navori:

$$M1 = m_n r_n \text{ g}$$

$m_n$ .....masa teži  
 $r_n$ .....ročica (razdalja od težišča do izbrane uteži)  
 $g$ .....težni pospešek  
 $M1$ .....navor na levi strani

$$M2 = g (m_m r_m + m_v r_v)$$

$m_m$ .....masa lažje uteži na desni strani vzvoda  
 $r_m$ .....ročica lažje uteži  
 $m_v$ .....masa težje uteži na desni strani vzvoda  
 $r_v$ .....ročica težje uteži  
 $M2$ .....navor na desni strani

oznake:

$m_k$ .....masa neznanega predmeta  
 $r_k$ .....ročica neznanega predmeta  
 $n$ .....številka merjenja

## 5. MERITVE

a)

leva stran vzvoda		desna stran vzvoda	
$m_1 = (75 \pm 0,3) \text{ g}$	$r_1 = (15,6 \pm 0,2) \text{ cm}$	$m_m = (25 \pm 0,1) \text{ g}$	$r_m = (12,7 \pm 0,2) \text{ cm}$
		$m_v = (50 \pm 0,2) \text{ g}$	$r_v = (16,8 \pm 0,2) \text{ cm}$
meritve z relativno napako			
$m_1 = 75 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_1 = 15,6 \text{ cm} (1 \pm 1,3\%)$	$m_m = 25 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_m = 12,7 \text{ cm} (1 \pm 1,6\%)$
		$m_v = 50 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_v = 16,8 \text{ cm} (1 \pm 1,2\%)$

leva stran vzvoda		desna stran vzvoda	
$m_2 = (100 \pm 0,4) \text{ g}$	$r_2 = (11,8 \pm 0,2) \text{ cm}$	$m_m = (25 \pm 0,1) \text{ g}$	$r_m = (12,7 \pm 0,2) \text{ cm}$
		$m_v = (50 \pm 0,2) \text{ g}$	$r_v = (16,8 \pm 0,2) \text{ cm}$
meritve z relativno napako			
$m_2 = 100 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_2 = 11,8 \text{ cm} (1 \pm 1,7\%)$	$m_m = 25 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_m = 12,7 \text{ cm} (1 \pm 1,6\%)$
		$m_v = 50 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_v = 16,8 \text{ cm} (1 \pm 1,2\%)$

leva stran vzvoda		desna stran vzvoda	
$m_3 = (125 \pm 0,5) \text{ g}$	$r_3 = (9,3 \pm 0,2) \text{ cm}$	$m_m = (25 \pm 0,1) \text{ g}$	$r_m = (12,7 \pm 0,2) \text{ cm}$
		$m_v = (50 \pm 0,2) \text{ g}$	$r_v = (16,8 \pm 0,2) \text{ cm}$
meritve z relativno napako			
$m_3 = 125 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_3 = 9,3 \text{ cm} (1 \pm 2,2\%)$	$m_m = 25 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_m = 12,7 \text{ cm} (1 \pm 1,6\%)$
		$m_v = 50 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_v = 16,8 \text{ cm} (1 \pm 1,2\%)$

leva stran vzvoda		desna stran vzvoda	
$m_4 = (150 \pm 0,5) \text{ g}$	$r_4 = (7,6 \pm 0,2) \text{ cm}$	$m_m = (25 \pm 0,1) \text{ g}$	$r_m = (12,7 \pm 0,2) \text{ cm}$
		$m_v = (50 \pm 0,2) \text{ g}$	$r_v = (16,8 \pm 0,2) \text{ cm}$
meritve z relativno napako			
$m_4 = 150 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_4 = 7,6 \text{ cm} (1 \pm 2,6\%)$	$m_m = 25 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_m = 12,7 \text{ cm} (1 \pm 1,6\%)$
		$m_v = 50 \text{ g} (1 \pm 0,4\%)$	$r_v = 16,8 \text{ cm} (1 \pm 1,2\%)$

b) neznani predmet

leva stran vzvoda		desna stran vzvoda	
m= (150 ± 0,6) g	r= (13,3 ± 0,2) cm	m <sub>m</sub> = (25 ± 0,1) g	r <sub>m</sub> = (12,7 ± 0,2) cm
		m <sub>v</sub> = (50 ± 0,2) g	r <sub>v</sub> = (16,8 ± 0,2) cm
		m <sub>k</sub> = ?	

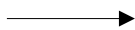
## 6. RAČUNANJE

a)

n	M1	M2
1	0,115 Nm (1 ± 1,7%)	0,114 Nm (1 ± 3,6%)
2	0,116 Nm (1 ± 2,1%)	0,114 Nm (1 ± 3,6%)
3	0,114 Nm (1 ± 2,6%)	0,114 Nm (1 ± 3,6%)
4	0,112 Nm (1 ± 3,0%)	0,114 Nm (1 ± 3,6%)

### PRAVILO:

Na levi strani vzvoda in na desni strani vzvoda morata biti navora enako velika. Če ne bi bila enako velika, vzvod ne bi bil v ravnovesni legi.



$$F_n r_n = F_m r_m + F_v r_v$$

b) neznani predmet

$$F r = F_m r_m + F_v r_v + F_k r_v$$

$$m g r = m_m g r_m + m_v g r_v + m_k g r_v \quad / g^{-1}$$

$$m r = m_m r_m + m_v r_v + m_k r_v$$

$$m_k = 49,9 \text{ g } (1 \pm 6,7\%)$$

$$m_k = \frac{150 \text{ g } 13,3 \text{ cm} - 25 \text{ g } 12,7 \text{ cm} - 50 \text{ g } 16,8 \text{ cm}}{16,8 \text{ cm}}$$

## 7. KOMENTAR

- Iz dobljenih podatkov je razvidno razmerje med m (maso) in r (ročico). Razmerje je obratno sorazmerno; to pa pomeni, da če maso zvečamo, se ročica zmanjša, tako da navor ostane non-stop enak.
- Če imamo vzvod v ravnovesni legi in na eni strani vzvoda zvečamo maso, se bo na drugi strani zvečala ročica (razdalja od težišča do uteži, ki visijo na vzvodu, se bo zvečala)

- Maso neznanega predmeta smo stehali na digitalni tehtnici  $m = (49,6 \pm 0,1)$  g. Naš izračun za ta predmet je dokaj natančen, to pa verjetno zaradi tega, ker smo natančno merili; tudi napake podatkov niso velike ampak so dokaj majhne.