

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2015/16

8. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

Sklop A:

V sklopu A je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

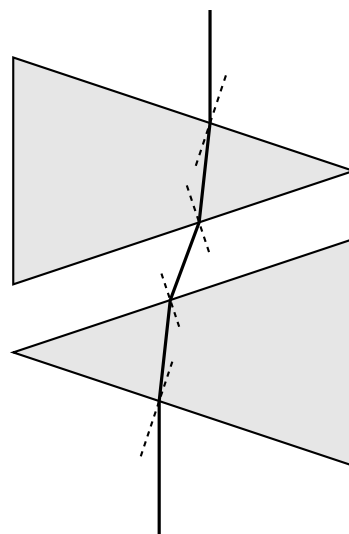
A1	A2	A3	A4	A5
B	A	B	A	D

A1 Varnostna razdalja r_v je pot, ki jo vozilo prevozi v 2 s, in je premosorazmerna hitrosti vozila. Premo sorazmerje kaže graf B.

A2 Največje možno število pik v kvadratni inči, natisnjenih pri ločljivosti 600 dpi, je $600 \cdot 600 = 360\,000$. Kvadratna inča ima ploščino $2,54\text{ cm} \cdot 2,54\text{ cm} = 6,45(16)\text{ cm}^2$, kar pomeni, da je na vsakem cm^2 natisnjenih

$$\frac{360\,000}{6,45(16)\text{ cm}^2} = 55\,800 \text{ pik.}$$

A3 Svetloba prehaja skozi enaki prizmi, postavljeni, kot kažejo slike, enako kot skozi planparalelno ploščico. Pravilno kaže prehod svetlobe skozi par prizm slika B.



A4 Količine, ki niso podane, ocenimo.

Ploščina ploskve, na kateri se stika baletni copat s parketom $S_A \approx 5\text{ cm}^2$, sila primabalerine na tla je $F_A \approx 500\text{ N}$ in tlak pod copatom je

$$p_A = \frac{F_A}{S_A} = \frac{500\text{ N}}{5\text{ cm}^2} = 1\,000\,000\text{ Pa} = 10\text{ bar.}$$

Ocenimo ploščino ploskve S_1 , na kateri se ena pnevmatika stika s podlago, $S_1 \approx 100\text{ cm}^2$. Štiri pnevmatike se s podlago stikajo na $S_B = 4 \cdot S_1 \approx 400\text{ cm}^2$. Sila avta na tla je $F_B = 10\,000\text{ N}$ in tlak pod kolesi je

$$p_B = \frac{F_B}{S_B} = \frac{10\,000\text{ N}}{400\text{ cm}^2} = 250\,000\text{ Pa} = 2,5\text{ bar.}$$

Debelina geotrikotnika je približno 1 mm. Ploščina robne ploskve geotrikotnika je $S_C \approx 16 \text{ cm} \cdot 0,1 \text{ cm} = 1,6 \text{ cm}^2$. Sila geotrikotnika, na katerem je 1. del SSKJ, na mizo, je $F_C = 27 \text{ N}$ in tlak pod robom geotrikotnika je

$$p_C = \frac{F_C}{S_C} = \frac{27 \text{ N}}{1,6 \text{ cm}^2} = 168\,750 \text{ Pa} \approx 1,7 \text{ bar}.$$

Ploščina osnovne ploskve kocke je $S_D = 1 \text{ m}^2$. Masa betonske kocke s prostornino 1 m^3 je $2\,300 \text{ kg}$ (preberemo iz tabele gostot). Sila kocke na tla je $F_D = 23\,000 \text{ N}$ in tlak pod njo je

$$p_D = \frac{F_D}{S_D} = \frac{23\,000 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 23\,000 \text{ Pa} = 0,23 \text{ bar}.$$

Tlak je največji pod baletnim copatom primabalerine.

- A5** Na ekvatorju gre Sonce v obdobju med spomladanskim in jesenskim enakonočjem čez severno polovico neba in so sence obrnjene bolj proti jugu, v obdobju med jesenskim in spomladanskim enakonočjem pa čez južno polovico neba in so sence obrnjene bolj proti severu. Senca navpične palice, ki jo je opazovala Batari, je bila tistega dne obrnjena bolj proti severu, kar pomeni, da se je Sonce gibalo čez južni del neba. Edini dan med naštetimi, ki je v ustrezni polovici leta (za prebivalce S poloble, zimski), je 20. december.

Sklop B:

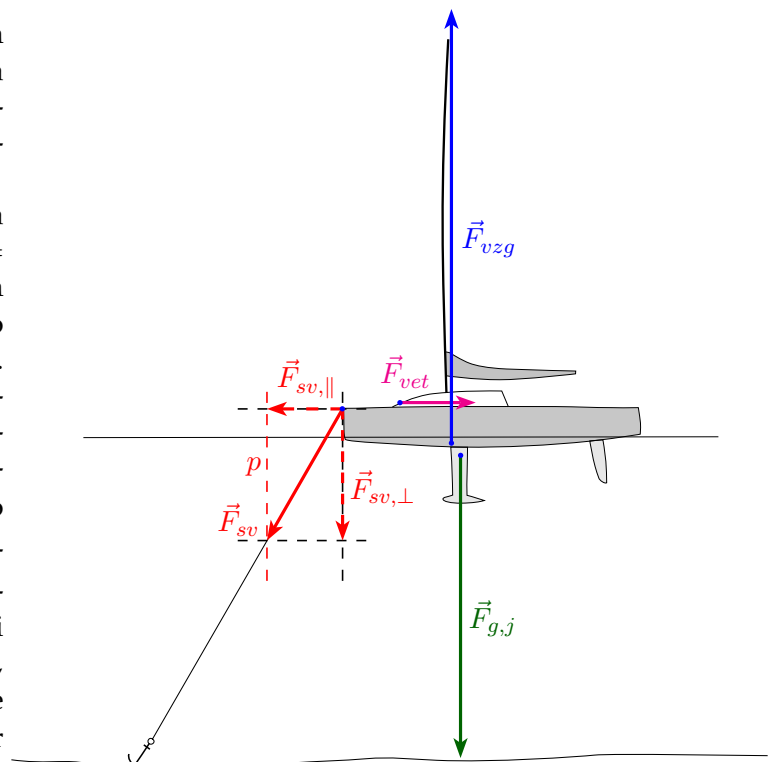
- B1** (a) Na jadrnico, ki miruje v brezvetrju na gladini jezera, delujeta dve sili: teža in sila vzgona. Skupna masa jadrnice in posadke je $m_{j+p} = 1\,000\text{ kg} + 2 \cdot 80\text{ kg} = 1\,160\text{ kg}$. Skupna teža jadrnice in posadke je $F_{g,j+p} = 11\,600\text{ N}$. Sila vzgona uravnoveša skupno težo jadrnice in posadke, $F_{vzg,j+p} = F_{g,j+p} = 11\,600\text{ N} = 11,6\text{ kN}$.
- Za pravilno silo vzgona** (2 točki)
Za pravilno upoštevanje ravnovesja sil (1 točka)
Za pravilno upoštevano skupno maso (1 točka)
- (b) Sila vzgona na jadrnico je po velikosti enaka teži vode, ki jo jadrnica izpodriva. Upoštevamo, da je teža 1 dm^3 vode enaka 10 N , teža 1 m^3 vode pa 10 kN . Ko sta na jadrnici oba člana posadke, ustreza sila vzgona $F_{vzg,j+p} = 11,6\text{ kN}$ prostornini izpodrinjene vode $V_1 = 1,16\text{ m}^3$. Ko posadke ni na jadrnici, ustreza sila vzgona $F_{vzg,0} = F_{g,j} = 10\text{ kN}$ prostornini izpodrinjene vode $V_0 = 1\text{ m}^3$.
- Za pravilno prostornino V_1** (1 točka)
Za pravilno prostornino V_0 (1 točka)
- (c) Ko piha veter, je sila vzgona na zasidrano jadrnico (C) večja kot sila vzgona, ko vetra ni. Ugrez jadrnice je takrat, ko piha veter, večji od ugreza v brezvetrju, ker jadrnico v vetru poleg teže (delno) navzdol dodatno vleče še napeta sidrna vrv. V brezvetrju lahka sidrna vrv ni napeta, če je le dovolj dolga, da sidro leži na dnu.
- Za pravilni odgovor** (1 točka)

- (d) V vetru delujejo na mirujočo zasidrano jadrnico 4 sile: v smeri navzdol deluje teža $\vec{F}_{g,j}$, v smeri od premca proti krmi jadrnice deluje nanjo sila vetra \vec{F}_{vet} , v smeri sidrne vrvi deluje sila sidrne vrvi \vec{F}_{sv} in v smeri navzgor deluje sila vzgona \vec{F}_{vzg} . Ker jadrnica miruje, sklepamo, da so vse te sile v ravnovesju.

Vnaprej poznamo velikosti dveh sili, teže $F_{g,j} = 10\text{ kN}$ in sile vetra $F_{vet} = 2,5\text{ kN}$, ki ju na sliki predstavimo s 4 cm in 1 cm dolgima usmerjenima daljicama.

Silo vetra uravnoveša vodoravna komponenta sile sidrne vrvi $F_{sv,\parallel} = 2,5\text{ kN}$, ki jo predstavimo z 1 cm dolgo usmerjeno daljico, usmerjeno v nasprotni smeri kot je sila vetra. Ker poznamo komponento sile sidrne vrvi in ker vemo, da sila sidrne vrvi deluje vzdolž vrvi, narišemo od krajišča $\vec{F}_{sv,\parallel}$ pravokotnico p na $\vec{F}_{sv,\parallel}$ in dobimo krajišče sile sidrne vrvi \vec{F}_{sv} v točki, kjer pravokotnica p seka sidrno vrv. Na sliki izmerimo, da je usmerjena daljica, s katero predstavimo silo sidrne vrvi \vec{F}_{sv} dolga $2,0\text{ cm} \pm 0,1\text{ cm}$, kar ustreza velikosti sile $F_{sv} = 5,0\text{ kN} \pm 0,25\text{ kN}$.

Sila vzgona \vec{F}_{vzg} uravnoveša vsoto teže $\vec{F}_{g,j}$ in navpične komponente sile sidrne vrvi $\vec{F}_{sv,\perp}$. Na sliki izmerimo, da je usmerjena daljica, s katero predstavimo navpično komponento sile



sidrne vrvi $\vec{F}_{sv,\perp}$ dolga $1,73 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm}$, kar ustreza velikosti navpične komponente $F_{sv,\perp} = 4,33 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$. Vsota teže $\vec{F}_{g,j}$ in $\vec{F}_{sv,\perp}$ je po velikosti enaka sili vzgona, ki meri $F_{vzg} = 10 \text{ kN} + 4,33 \text{ kN} = 14,33 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$ in je na sliki predstavljena z usmerjeno daljico dolžine $5,73 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm}$.

Prijemališča sil: teža prijemlje nekje na kobilici, nižje od sile vzgona. Sila vzgona prijemlje nekje v ugreznjenem delu trupa jadrnice (višje od teže). Sila sidrne vrvi prijemlje na premcu. Sila vetra prijemlje nekje na nadvodnem delu jadrnice.

Za pravilno narisane in poimenovane vse štiri sile (dolžine, smeri, prijemališča) (4 točke)

Za pravilno narisani in poimenovani sili teže in vetra (1 točka)

Za pravilno prikazano vodoravno komponento sile sidrne vrvi, nasprotno enako sili vetra

..... (1 točka)

Za pravilno narisano silo sidrne vrvi (1 točka)

Za pravilno upoštevanje ravnovesja sil (1 točka)

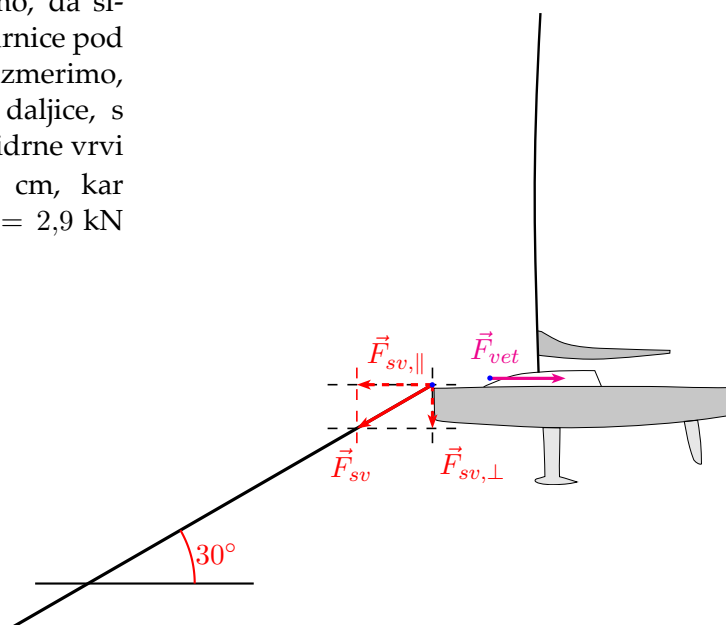
- (e) Sila vzgona $F_{vzg} = 14,33 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$ je po velikosti enaka teži izpodrinjene vode, kar pomeni, da zasidrana jadrnica izpodriva $1,433 \text{ m}^3 \pm 0,025 \text{ m}^3$ vode.

Za pravilni odgovor (1 točka)

- (f) Sila \vec{F}_s , s katero sidrna vrv vleče sidro, je po velikosti enaka sili, s katero sidrna vrv vleče premec jadrnice \vec{F}_{sv} , $F_s = F_{sv} = 5,0 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$.

Za pravilni odgovor (1 točka)

- (g) Postopamo enako kot pri vprašanju (d), pri čemer upoštevamo, da sidrna vrv vleče premec jadrnice pod drugim kotom. Na sliki izmerimo, da je dolžina usmerjene daljice, s katero predstavimo silo sidrne vrvi \vec{F}_{sv} dolga $1,2 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm}$, kar ustreza velikosti sile $F_{sv} = 2,9 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$.



Za pravilni odgovor (3 točke)

Za pravilno narisani sili vetra in sidrne vrvi (dolžine, smeri, prijemališča) (2 točki)

Za pravilno prikazano vodoravno komponento sile sidrne vrvi, nasprotno enako sili vetra

..... (1 točka)

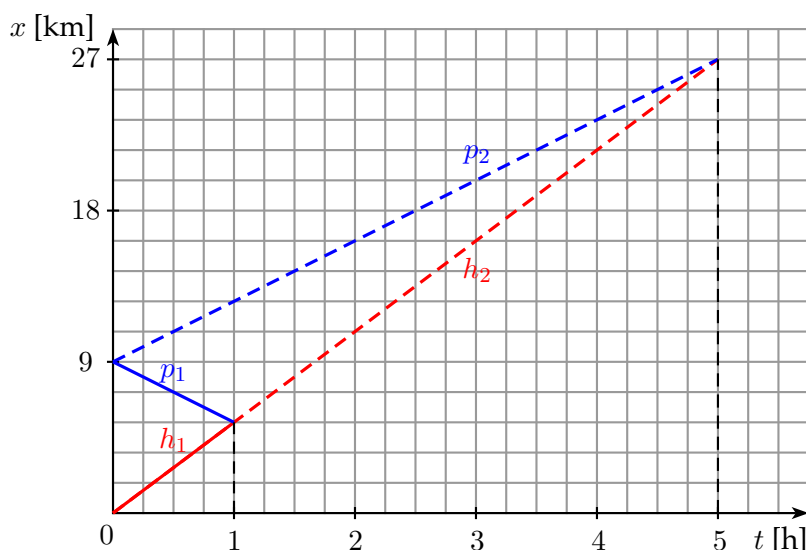
- (h) Z najmanjšo silo bi sidrna vrv vlekla sidro v smeri vzporedni z vodoravnim dnom, pod kotom 0° glede na dno. Po velikosti bi bila enaka sili vetra, $2,5 \text{ kN}$.

Za pravilno smer sidrne vrvi in sile (1 točka)

Za pravilno velikost sile (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 16 točk.

- B2** (a) Če se popotnika, ki sta spočetka 9 km narazen, snideta po eni uri hoje nasproti, to pomeni, da v eni uri prehodita prav toliko - 9 km. V 5 urah prehodita 5-krat toliko, torej 45 km.
Za pravilno zapisano razdaljo, ki jo skupaj prehodita v 1 uri (1 točka)
Za pravilno zapisano razdaljo, ki jo skupaj prehodita v 5 urah (1 točka)
- (b) Upoštevamo, da se, če hodita v isto smer, snideta po 5 urah - to pomeni, da je od celotne skupne prehojene razdalje 45 km prehodil hitrejši popotnik 9 km več kot počasnejši, ker sta bili toliko narazen njuni legi na začetku. Od preostanka poti, $45 \text{ km} - 9 \text{ km} = 36 \text{ km}$ pa prehodita vsak pol, 18 km. Počasnejši popotnik torej prehodi v 5 urah 18 km, hitrejši pa $18 \text{ km} + 9 \text{ km} = 27 \text{ km}$.
Za pravilno izračunano pot počasnejšega popotnika (2 točki)
Za delno pravilno sklepanje ali skico k reševanju problema (1 točka)
- (c) Hitrejši prehodi 27 km v 5 urah, torej hodi s hitrostjo $v_H = \frac{27 \text{ km}}{5 \text{ h}} = 5,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Počasnejši prehodi 18 km v 5 urah, torej hodi s hitrostjo $v_P = \frac{18 \text{ km}}{5 \text{ h}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
Za pravilno hitrost hitrejšega popotnika (1 točka)
Za pravilno hitrost počasnejšega popotnika (1 točka)
- (d) Grafi, ki kažejo, kako se legi obeh popotnikov spreminjata s časom v primeru, ko si hodita nasproti (počasnejši p_1 in hitrejši h_1) in ko hodita v isto smer (počasnejši p_2 in hitrejši h_2).



- Za v celoti pravilno narisane in označene grafe (tudi označeni osi, enoti, skali) .. (4 točke)**
Za pravilno označene osi (količini, enoti, skali) (1 točka)
Za pravilno vrisani točki, ki ustrezata začetni legi obeh popotnikov (1 točka)
Za linearne grafe (vse) (1 točka)
Za enaki hitrosti v_P v obe smeri (strmini grafov p_1 in p_2) (1 točka)
- (e) Razdalja med popotnikoma se v primeru, ko hitrejši dohiteva počasnejšega, zmanjša za 9 km v 5 urah, torej se zmanjšuje s hitrostjo $v_2 = \frac{9 \text{ km}}{5 \text{ h}} = 1,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Ta hitrost je tudi razlika hitrosti obeh popotnikov, $v_2 = v_H - v_P = 5,4 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
Razdalja med popotnikoma se v primeru, ko si hodita nasproti, zmanjšuje za 9 km vsako uro, torej se zmanjšuje s hitrostjo $v_1 = 9 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Ta hitrost je tudi vsota hitrosti obeh popotnikov, $v_1 = v_H + v_P = 5,4 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 9 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
Za pravilno hitrost v primeru, ko hitrejši dohiteva počasnejšega popotnika (2 točki)

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 12 točk.

C Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

- (a) Primer meritev je v razpredelnici. Dovoljeno odstopanje pri meritvah je $\pm 10\%$.

Za vse meritve (6 točk)

Za vsaj 15 meritev .. (5 točk)

Za vsaj 12 meritev . (4 točke)

Za vsaj 9 meritev .. (3 točke)

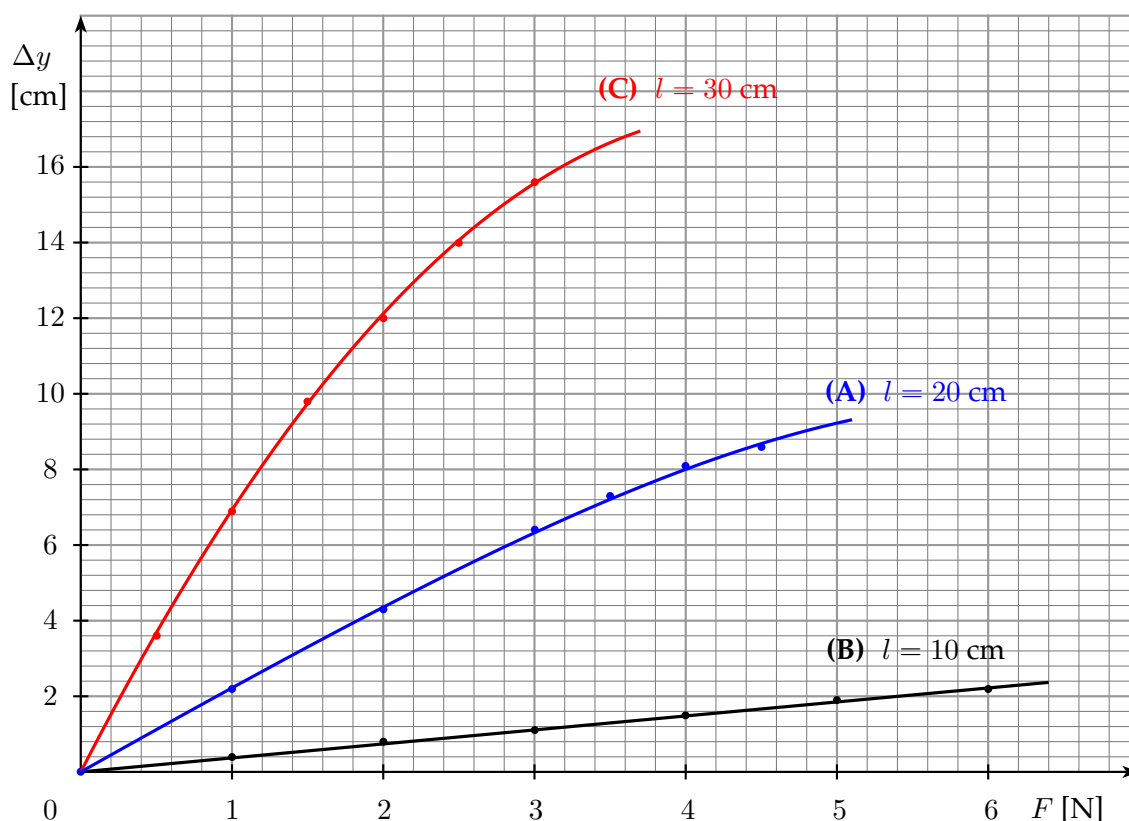
Za vsaj 6 meritev .. (2 točki)

Za vsaj 3 meritve .. (1 točka)

Za dovolj meritev, a slabšo natančnost ($\pm 20\%$) se odštejeta največ 2 točki.

(A) $l = 20$ cm		(B) $l = 10$ cm		(C) $l = 30$ cm	
m [g]	Δy [cm]	m [g]	Δy [cm]	m [g]	Δy [cm]
0	0	0	0	0	0
100	2,2	100	0,4	50	3,6
200	4,3	200	0,8	100	6,9
300	6,4	300	1,1	150	9,8
350	7,3	400	1,5	200	12,0
400	8,1	500	1,9	250	14,0
450	8,6	600	2,2	300	15,6

- (b) Grafi, ki kažejo, kako je odmik krajišča ravnila od ničelne lege odvisen od sile, ki deluje na krajišče ravnila.



Za v celoti pravilne grafe (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) (4 točke)

Za pravilno izbiro skale (glede na podatke iz meritev), označene osi (1 točka)

Za pravilen posamezen graf (1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 12 izmerjenih točk (1 točka)

Za gladke sklenjene krivulje (in ne vse ravne črte), ki potekajo skozi in v bližini izmerjenih

točk(1 točka)

(c) Opazanja in ugotovitve o upogibanju enega ravnila so lahko:

- (i) če na prosto krajišče ravnila deluje večja sila, se ravnilo bolj upogne (odmik krajišča od ničelne lege je večji), kot če deluje manjša sila,
- (ii) odmik krajišča daljšega ravnila od ničelne lege je pri isti sili večji od odmika krajišča krajšega ravnila,
- (iii) pri manjših silah sta odmik krajišča od ničelne lege in sila premosorazmerna,
- (iv) pri večjih silah se pri dodatnem povečanju sile odmik krajišča od ničelne lege poveča za manj kot pri manjših silah,
- (v) pri daljšem ravnilu je meja premosorazmernosti sile in odmika pri manjši sili kot pri krajšem ravnilu,
- (vi) odmik krajišča ravnila od ničelne lege ni premosorazmeren dolžini ravnila,
- (vii) pri večjih odkimih krajišča ravnila od ničelne lege deluje sila na krajišče ravnila pod kotom in je odmik zato manjši, kot če bi enako velika sila delovala na krajišče ravnila v smeri pravokotno na ravnilo.

Za štiri pravilne ugotovitve (od zgoraj naštetih) (4 točke)

Za posamezno pravilno ugotovitev(1 točka)

(d),(e) Primera meritev sta v razpredelnici. Dovoljeno odstopanje pri meritvah (D) je $\pm 10\%$, pri (E) pa $\pm 20\%$ (ni nujno, da so vsi tekmovalci enako dobro zlepili ravnili).

Za vse meritve, dovolj natančno (4 točke)

Za vsaj 9 meritev, dovolj natančno (3 točke)

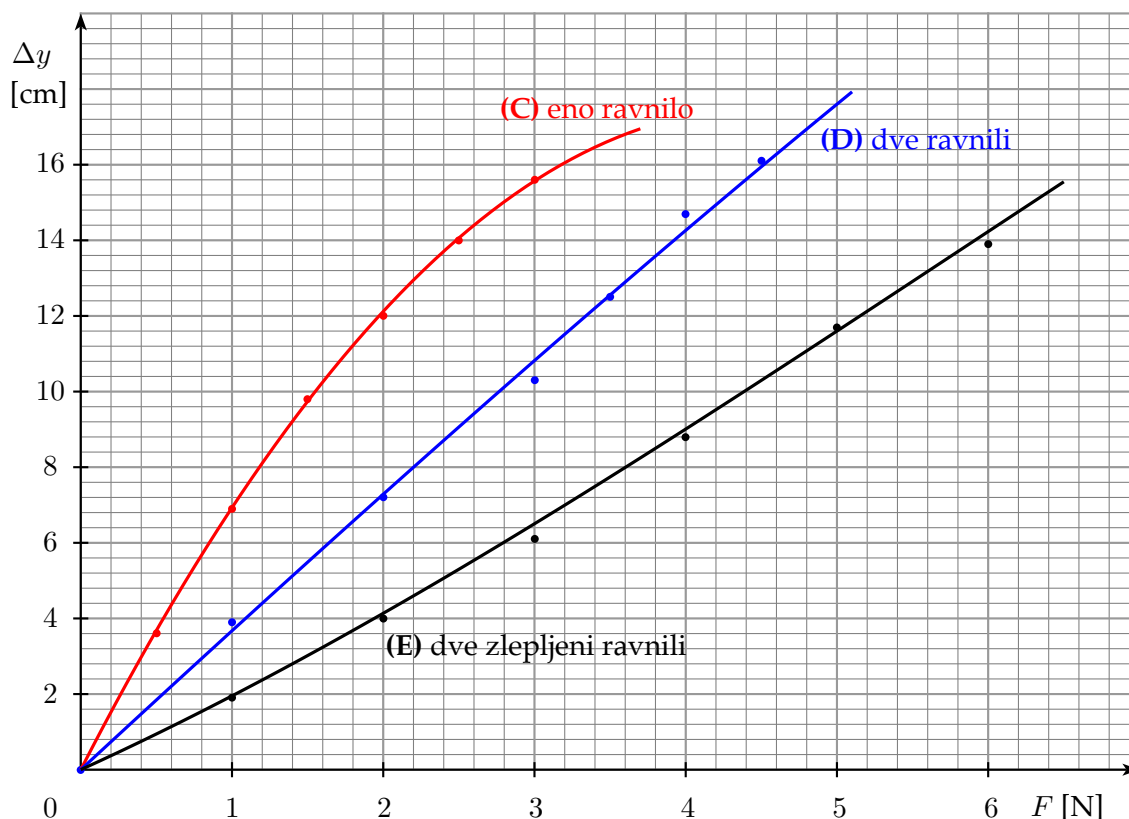
Za vsaj 6 meritev, dovolj natančno (2 točki)

Za vsaj 3 meritve, dovolj natančno (1 točka)

Za dovolj meritev, a slabšo natančnost ($\pm 20\%$ in $\pm 30\%$) se odštejeta največ 2 točki.

2 ravnili, $l = 30$ cm		
	(D)	(E)
m [g]	Δy [cm]	Δy [cm]
0	0	0
100	3,9	1,9
200	7,2	4,0
300	10,3	6,1
400	12,5	8,8
500	14,7	11,7
600	16,1	13,9

- (f) Grafi, ki kažejo, kako je odmik krajišča ravnila od ničelne lege odvisen od sile, ki deluje na krajišče ravnila.



Za v celoti pravilne grafe (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) (4 točke)

Za pravilno izbiro skale (glede na podatke iz meritev), označene osi (1 točka)

Za pravilen posamezen graf (1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 12 izmerjenih točk (1 točka)

Za gladke sklenjene krivulje (in ne vse ravne črte), ki potekajo skozi in v bližini izmerjenih točk (1 točka)

- (g) Opažanja in ugotovitve o upogibanju enega ravnila so lahko:

- (i) pri isti sili, ki deluje na krajišče ravnila se najbolj upogne eno ravnilo in najmanj dve po robu zlepljeni ravnili,
- (ii) za isti odmik krajišča od ničelne lege mora na dve ravnili, samo položeni eno na drugo, delovati (približno) dvakrat tolikšna sila, kot deluje na eno ravnilo,
- (iii) ko se ravnili, položeni eno na drugo, skupaj upogibata, nekoliko drsita eno ob drugem,
- (iv) z lepljenjem robov ravnil drsenje ravnil enega ob drugem zmanjšamo in se zato zlepljeni ravnili pri isti sili manj upogneta kot nezlepljeni ravnili,
- (v) pri dveh ravnilih je meja premosorazmernosti sile in odmika pri večji sili kot pri enem ravnilu.

Za tri pravilne ugotovitve (od zgoraj naštetih) (3 točke)

Za posamezno pravilno ugotovitev (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi C največ 25 točk.