

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2017/18

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, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

A1	A2	A3	A4	A5
D	A	B	C	A

A1 Ker ni trenja (lepenja), sta sili, s katero leva in desna podpora delujeta na kocko, v prijemališčih pravokotni na površino podpor in kocko. Poleg sil leve in desne podpore deluje na kocko tudi teža. Kocka miruje, vsota sil, ki delujejo nanjo, je 0. Obema pogojema zadostijo sile, prikazane na sliki (D).

A2 Miles je naročil 2 sodčka ameriškega piva, kar je v litrih $V_p = 2 \cdot 31 \cdot 3,785$ litrov = 234,7 litrov. Pivo toči v angleške kozarce s prostornino 1 *angl.* pint, kar je v litrih $V_k = \frac{1}{8} \cdot 4,5461$ litra = 0,568 litra. Pivo s prostornino V_p natoči v

$$(A) \quad N = \frac{V_p}{V_k} = \frac{234,71}{0,5681} = 413$$

angleških kozarcev za 1 pint.

A3 Ob času $t = 0$ je koordinata lege $x = v \cdot 0 + x_0 = x_0 < 0$. S časom se koordinata lege x povečuje, zato očitno velja $v > 0$. Pravilna rešitev je (B).

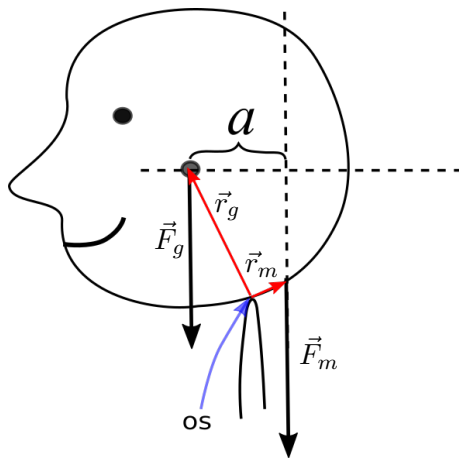
A4 V razpredelnici so izračunane teže kock, ploščine ploskev in tlaki pod kockami.

	(A)	(B)	(C)	(D)
m	20 mg = $2 \cdot 10^{-5}$ kg	100 mg = 10^{-4} kg	14 g = $14 \cdot 10^{-3}$ kg	130 kg
F_g	$2 \cdot 10^{-4}$ N	10^{-3} N	$14 \cdot 10^{-2}$ N	1300 N
a	1 mm = 10^{-3} m	10 mm = 10^{-2} m	1 cm = 10^{-2} m	1 m
$S = a^2$	10^{-6} m ²	10^{-4} m ²	10^{-4} m ²	1 m ²
$p = \frac{F_g}{S}$	200 Pa	10 Pa	1400 Pa	1300 Pa

A5 Najdaljši svetli dan dneva junija traja enako kot najdaljši nočni del dneva decembra in najkrajši svetli dan dneva decembra traja enako kot najkrajši nočni del dneva junija. Najkrajša noč junija traja 7 ur (A), svetli del dneva je tedaj 10 ur daljši in traja 17 ur. Skupaj traja dan 7 ur + 17 ur = 24 ur.

Sklop B:

- B1 (a) Na sliki glave so označeni os, teža glave \vec{F}_g , sila mišic zadnjega dela vratu \vec{F}_m ter ročici \vec{r}_g in \vec{r}_m .



Za pravilno označeno os (1 točka)

Za pravilno označeni sili (1 točka)

Za pravilno označeni ročici (1 točka)

- (b) Teža glave je $F_g = 50$ N. Pri pokončni legi glave velja $a = r_{g,\perp} + r_{m,\perp} = 7$ cm in če je $r_{g,\perp} = 3$ cm, je $r_{m,\perp} = 4$ cm. Iz pogoja za ravnovesje $F_g \cdot r_{g,\perp} = F_m \cdot r_{m,\perp}$ izrazimo silo mišic zadnjega dela vratu

$$F_m = F_g \cdot \frac{r_{g,\perp}}{r_{m,\perp}} = 50 \text{ N} \cdot \frac{3 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 37,5 \text{ N}.$$

Za pravilno silo vratnih mišic (2 točki)

Za pravilni obe ročici ali/in pravilno upoštevano ravnovesje (1 točka)

- (c) Glava miruje, nanjo deluje poleg teže in sile vratnih mišic še sila prvega vratnega vretenca \vec{F}_v , ki glavo podpira. Sila vretenca na glavo deluje v smeri navzgor in uravnovesi težo in silo mišic in meri $F_v = F_g + F_m = 50 \text{ N} + 37,5 \text{ N} = 87,5 \text{ N}$. Glava deluje na prvo vratno vretenca z nasprotno enako silo $F_{g \rightarrow v} = 87,5 \text{ N}$.

Za pravilno silo glave na prvo vratno vretenca (1 točka)

- (d) Glava deluje s silo $\vec{F}_{g \rightarrow v}$ na prvo vratno vretenca, vretenca pa na medvretenčno ploščico s po velikosti enako silo \vec{F}_{pl} , $F_{pl} = 87,5$ N. Presek ploščice je $S = 2,7 \text{ cm}^2 = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ in tlak na ploščico je

$$p = \frac{F_{pl}}{S} = \frac{87,5 \text{ N}}{2,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 3,24 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 3,24 \text{ bar}.$$

Za pravilen tlak (1 točka)

- (e) Če se pri stalnem $a = r_{g,\perp} + r_{m,\perp} = 7$ cm ročica teže poveča na $r_{g,\perp} = 5$ cm, je $r_{m,\perp} = 2$ cm. Sila mišic zadnjega dela vratu se poveča na

$$F_m = F_g \cdot \frac{r_{g,\perp}}{r_{m,\perp}} = 50 \text{ N} \cdot \frac{5 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} = 125 \text{ N},$$

sila glave na prvo vratno vretenca se poveča na $F_v = F_g + F_m = 50 \text{ N} + 125 \text{ N} = 175 \text{ N}$, tlak na medvretenčno ploščico pa se poveča na

$$p = \frac{F_{pl}}{S} = \frac{175 \text{ N}}{2,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 6,48 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 6,48 \text{ bar}.$$

Za pravilno silo glave na prvo vratno vretence(1 točka)

Za pravilen tlak(1 točka)

- (f) Glava pritiska na prvo vratno vretence z najmanjšo silo, ko je $r_{g,\perp} = 0$ cm - ko je prijemališče teže - težišče - glave navpično nad osjo (prvim vratnim vretencem). Tedaj je sila vratnih mišic

$$F_m = F_g \cdot \frac{r_{g,\perp}}{r_{m,\perp}} = 50 \text{ N} \cdot \frac{0 \text{ cm}}{7 \text{ cm}} = 0,$$

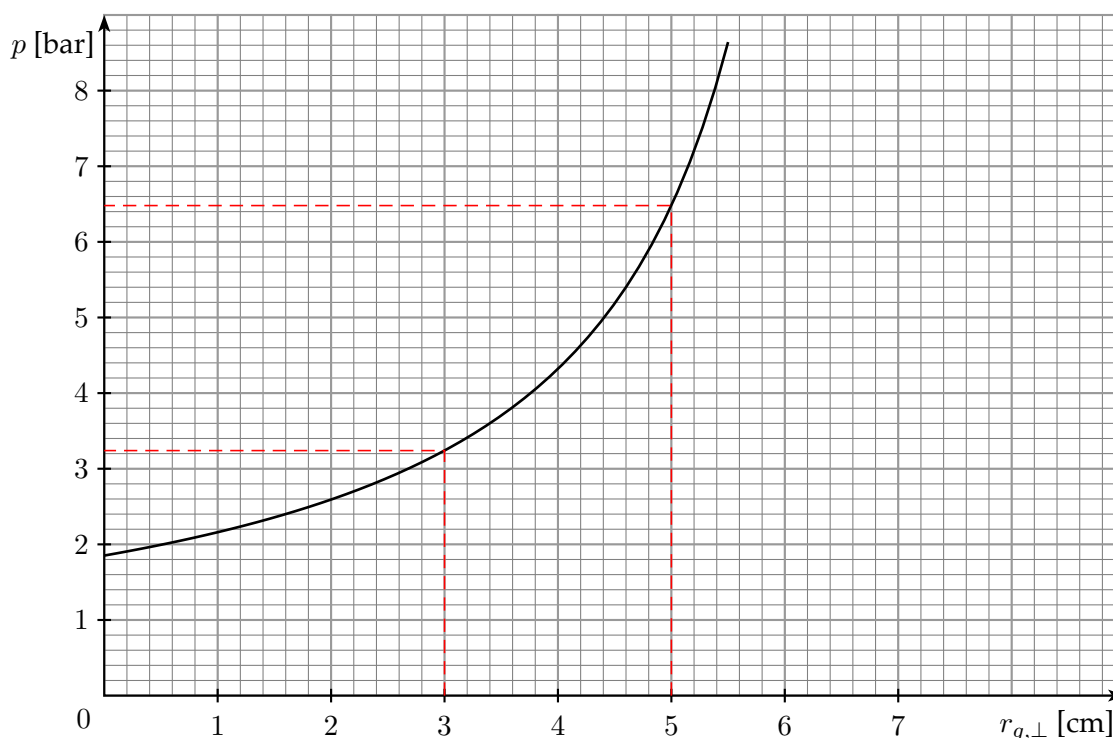
sila glave na prvo vratno vretence pa je po velikosti enaka teži glave, $F_v = F_g + F_m = 50 \text{ N} + 0 \text{ N} = 50 \text{ N}$. Tlak na medvretenčno ploščico je

$$p = \frac{F_{pl}}{S} = \frac{50 \text{ N}}{2,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 1,85 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,85 \text{ bar}.$$

Za pravilno ugotovitev, da je sila najmanjša pri $r_{g,\perp} = 0$ (1 točka)

Za pravilna silo in tlak(1 točka)

- (g) V koordinatnem sistemu je graf, ki kaže, kako je tlak na medvretenčno ploščico odvisen od $r_{g,\perp}$ v območju vrednosti $0 < r_{g,\perp} < 7$ cm.



Za v celoti pravilno narisani graf (tudi drugo označeno os, skalo, enoto)(3 točke)

Za pravilno obliko grafa (začetna vrednost tlaka pri $r_{g,\perp} = 0$) in potem vedno hitreje naraščajoče(1 točka)

Za grafa, ki ne sega preko $r_{g,\perp} = 7$ cm(1 točka)

Za pravilne vrednosti tlaka pri $r_{g,\perp} = 0$, $r_{g,\perp} = 3$ cm in $r_{g,\perp} = 5$ cm(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **14 točk**.

- B2 (a) Najenostavneje je, če hitrosti vozil najprej izrazimo v enoti $\frac{\text{km}}{\text{min}}$. Tovornjak vozi s hitrostjo $v_t = 45 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,75 \frac{\text{km}}{\text{min}}$, avtobus s hitrostjo $v_b = 75 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1,25 \frac{\text{km}}{\text{min}}$ in avto s hitrostjo $v_a = 135 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 2,25 \frac{\text{km}}{\text{min}}$.

V času t_1 prevozi tovornjak pot $s_{t,1} = v_t \cdot t_1$, avtobus pa pot $s_{b,1} = v_b \cdot t_1$, ki je za $d_1 = 10 \text{ km}$ daljša od poti tovornjaka, $s_{b,1} = s_{t,1} + d_1$. Izrazimo čas t_1 ,

$$t_1 = \frac{d_1}{v_b - v_t} = \frac{10 \text{ km}}{1,25 \frac{\text{km}}{\text{min}} - 0,75 \frac{\text{km}}{\text{min}}} = 20 \text{ min.}$$

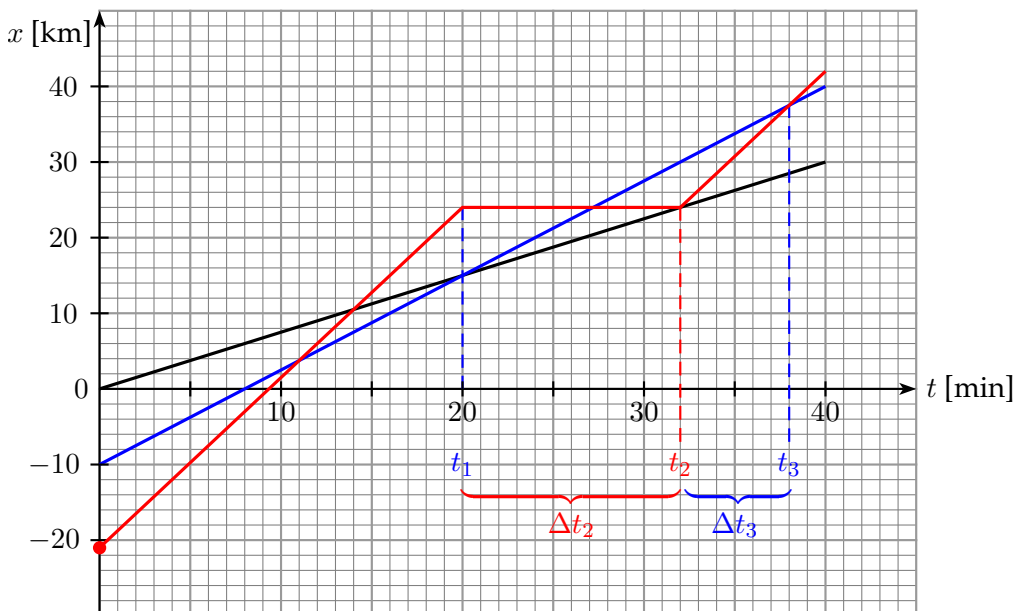
Za pravičen čas t_1 (2 točki)

Za upoštevano razliko v poteh, ki jo do t_1 opravi ta tovornjak in avtobus (1 točka)

- (b) Do trenutka t_1 je tovornjak prevozil pot $s_{t,1} = v_t \cdot t_1 = 15 \text{ km}$, avtobus pot $s_{a,1} = v_a \cdot t_1 = 25 \text{ km}$ in avto pot $s_{a,1} = v_a \cdot t_1 = 45 \text{ km}$.

Za pravilne vse 3 poti (1 točka)

- (c) V koordinatnem sistemu sta s črno in modro črto narisana grafa, ki kažeta, kako se s časom od $t = 0$ do $t = 2 \cdot t_1 = 40 \text{ min}$ spreminjata legi tovornjaka in avtobusa. Lego avta ob $t = 0$ označuje rdeča pika. Mogoča (in enako pravilna) je tudi drugačna izbira izhodišča za merjenje lege.



Za v celoti pravilno narisana grafa (tudi označene osi, skali, enoti) (3 točke)

Za pravilno označeno lego avta ob $t = 0$ (1 točka)

Za pravilni obe strmini grafov (1 točka)

Za pravičen čas srečanja na grafu t_1 in pravilno časovno območje $2 \cdot t_1$ (1 točka)

- (d) Črpalka je od začetne lege avta ob $t = 0$ oddaljena za toliko, kolikor je avto prevozil do t_1 , torej za 45 km. Začetna lega avta je za $10 \text{ km} + 11 \text{ km} = 21 \text{ km}$ oddaljena od začetne lege tovornjaka, kar pomeni, da je črpalka od začetne lege tovornjaka oddaljena za $45 \text{ km} - 21 \text{ km} = 24 \text{ km}$. Tovornjak je do t_1 prevozil pot $s_{t,1} = 15 \text{ km}$, kar pomeni, da sta tovornjak in avtobus v trenutku t_1 , ko se srečata, od črpalke oddaljenja še za $d_2 = 24 \text{ km} - 15 \text{ km} = 9 \text{ km}$ (in se črpalke približujeta).

Za pravilno oddaljenost (1 točka)

- (e) Tovornjak pot $d_2 = 9 \text{ km}$ do črpalke opravi v času

$$\Delta t_2 = \frac{d_2}{v_t} = \frac{9 \text{ km}}{0,75 \frac{\text{km}}{\text{min}}} = 12 \text{ min.}$$

Avto s črpalke odpelje v trenutku $t_2 = t_1 + \Delta t_2 = 32$ min. Ob istem trenutku t_2 je avtobus že mimo črpalke: od srečanja s tovornjakom ob t_1 je avtobus opravil pot $s_{b,2} = v_b \cdot \Delta t_2 = 15$ km, kar pomeni, da je ob t_2 že za $d_3 = s_{b,2} - d_2 = 6$ km naprej od črpalke. Avto ga dohiti v času

$$\Delta t_3 = \frac{d_3}{v_a - v_b} = \frac{6 \text{ km}}{2,25 \frac{\text{km}}{\text{min}} - 1,25 \frac{\text{km}}{\text{min}}} = 6 \text{ min},$$

kar pomeni, da se to zgodi ob $t_3 = t_2 + \Delta t_3 = 38$ min.

Za pravilen čas t_3 (3 točke)

Za pravilen čas postanka avta na črpalci Δt_2 (1 točka)

Za pravilno razdaljo d_3 (1 točka)

- (f) Z rdečo črto je v koordinatnem sistemu pri (c) narisana graf, ki kaže, kako se med $t = 0$ in t_3 spreminja lega avta.

Za pravilen graf (1 točka)

- (g) V času Δt_3 opravi tovornjak pot $s_{t,3} = v_t \cdot \Delta t_3 = 4,5$ km, avto pa pot $s_{a,3} = v_a \cdot \Delta t_3 = 13,5$ km, kar pomeni, da je v trenutku t_3 razdalja med tovornjakom in avtom $d_4 = s_{a,3} - s_{t,3} = 9$ km.

Za pravilno razdaljo d_4 (2 točki)

Za pravilno pot tovornjaka in/ali avta v času Δt_3 (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 14 točk.

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

- (a) Teža celotnega telesa $F_g = 0,48 \text{ N} \pm 0,02 \text{ N}$.

Za pravilno izmerjeno težo (1 točka)

Masa celotnega telesa $m = 48 \text{ g} \pm 2 \text{ g}$.

Za pravilno določeno maso (1 točka)

- (b) Pravilni odgovori na podvprašanja:

- i. Prostornina celotnega telesa $V = 23 \text{ ml} \pm 1 \text{ ml}$.

Za pravilno izmerjeno prostornino (1 točka)

- ii. Prostornina kovinske palice $V_p = 14 \text{ ml} \pm 1 \text{ ml}$.

Za pravilno določeno prostornino kovinske palice (1 točka)

- iii. Prostornina stene cevi $V_c = 9 \text{ ml} \pm 1 \text{ ml}$.

Za pravilno določeno prostornino stene cevi (1 točka)

- (c) Pravilni odgovori na podvprašanja:

- i. Povprečna gostota telesa $\rho = 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \pm 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Za pravilno izračunano povprečno gostoto telesa (1 točka)

- ii. Iz enačbe $m = \rho_p \cdot V_p + \rho_c \cdot V_c$ izrazimo gostoto cevi

$$\rho_c = \frac{m}{V_c} - \rho_p \cdot \frac{V_p}{V_c}$$

Za pravilno uporabljeno enačbo (1 točka)

Gostota cevi $\rho_c = 1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \pm 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Za pravilno izračunano gostoto cevi (1 točka)

(d) Razmerje površin

$$\frac{S_2}{S_1} = 2,3$$

Za pravilno določeno razmerje površin (1 točka)

Za pravilno izmerjena volumna ali za izračunana prečna prereza iz izmerjenih premerov (1 točka)

(e) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. Rezultati meritev in računov so v tabeli.

Položaj telesa	h_p [mm]	F [N]	F_{vzg} [N]
1. Celotno telo je nad vodno gladino.	0	$0,48 \pm 0,02$	0
2. V celoti je potopljen le spodnji del telesa.	60 ± 2	$0,32 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,02$
3. Potopljeno je celotno telo.	120 ± 2	$0,24 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,02$

Za vse 3 položaje pravilno izmerjene sile F (1 točka)

Za vse 3 položaje pravilno izračunane sile vzgona F_{vzg} (1 točka)

(f) Graf 0

Za vnesene vrednosti v graf, ki prikazujejo velikost sile F v odvisnosti od višine potopljenega dela telesa h_p (1 točka)

Za vnesene vrednosti v graf, ki prikazujejo velikost sile F_{vzg} v odvisnosti od višine potopljenega dela telesa h_p (1 točka)

(g) Graf 1

S polno črto v graf narisan potek spreminjanja sile vzgona F_{vzg} v odvisnosti od potopljenega dela telesa h_p (1 točka)

(h) Graf 2

S črtkano črto v graf narisan potek spreminjanja sile F v odvisnosti od h_p (1 točka)

(i) Graf 3

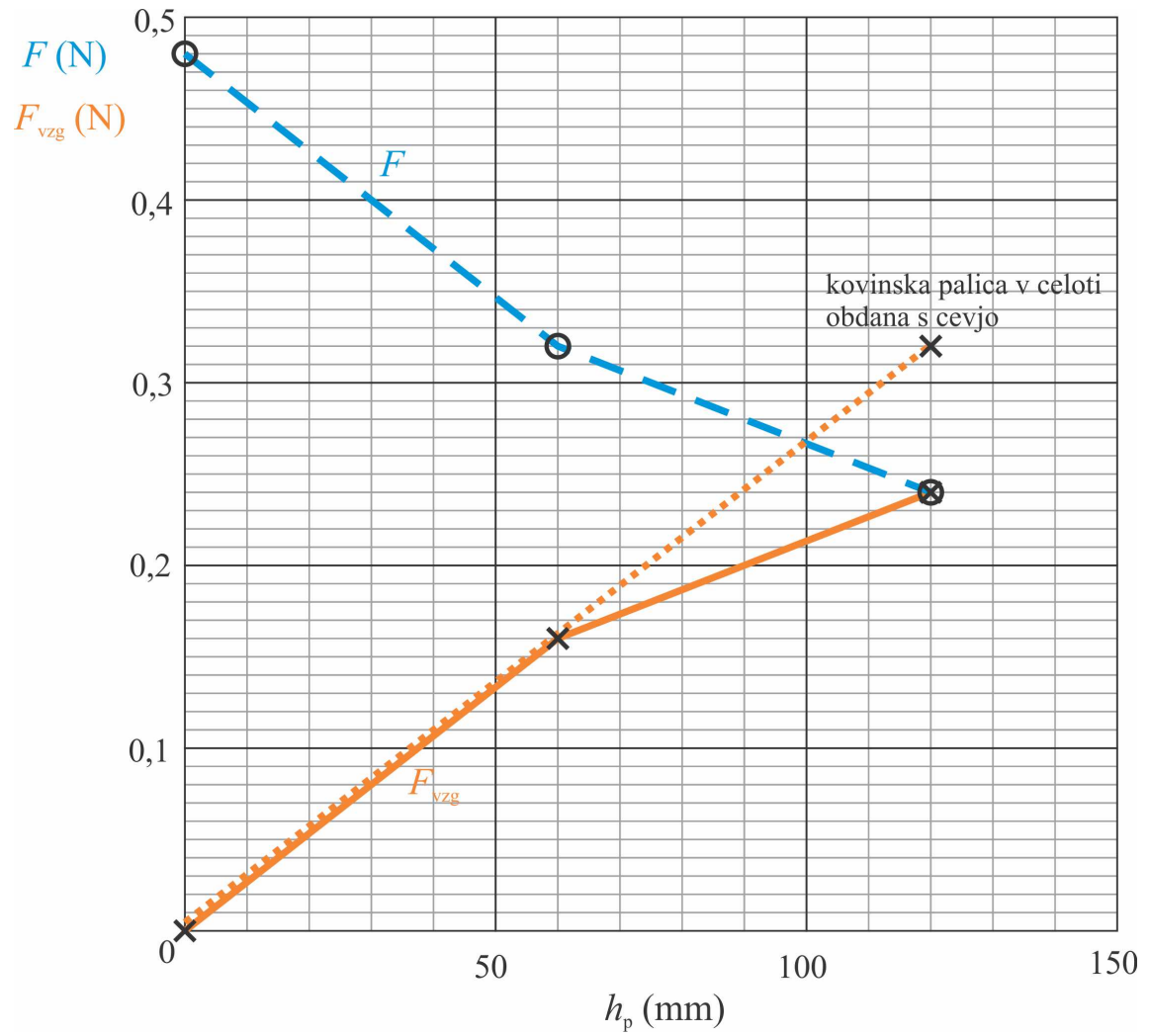
Za dorisan in ustrezno označen potek spreminjanja sile vzgona med potapljanjem telesa, če bi bila celotna kovinska palica obdana s cevjo (2 točki)

(j) Teža cevi je $m_c = \rho_c \cdot V_c = 10$ g, odkoder dobimo $F_{g,c} = 0,1$ N.Teža palice, ki je v celoti obdana s cevjo: $F' = F_g + F_{g,c} = 0,48$ N + 0,1 N = 0,58 N.Sila, ki bi jo pokazal silomer: $F = F' - F_{vzg} = 0,58$ N - 0,32 N = 0,26 N.

Za pravilno določeno silo vzgona (1 točka)

Za pravilno določeno novo težo (2 točki)

Za pravilno izračunano silo silomera F (1 točka)



Tekmovalec dobi pri nalogi C največ **22 točk**.