

## Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2013/14

### 9. razred

#### 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. Pravilni odgovori so:

A1	A2	A3	A4	A5
A	B	A	D	D

- A1** Pri 40-kratni povečavi je premer  $d$  vidnega polja, ki ga vidimo pod mikroskopom, 4 mm, kar je 5-krat toliko kot pri 200-kratni povečavi, ko je premer vidnega polja 0,8 mm. Površina vidnega polja je sorazmerna  $d^2$ , kar pomeni, da je pri 40-kratni povečavi 25-krat tolikšna kot pri 200-kratni povečavi. Parameciji so po vsem vidnem polju razporejeni enakomerno, zato jih pri 40-kratni povečavi na 25-krat večjem vidnem polju vidimo 25-krat toliko kot pri 200-kratni povečavi (ko jih vidimo 5);  $25 \cdot 5 = 125$ .
- A2** Ko Manca mirno stoji, sila tal na Manco uravnovesi njeno težo (sila tal je po velikosti enaka teži 410 N). Ko Manca prične dvigovati roke, se premika tudi njeno težišče, pospešeno navzgor. Na začetku dvigovanja rok je sila tal večja od teže, rezultanta obeh sil je usmerjena navzgor. Preden Manca obdrži roke zravnane nad glavo, jih tudi ustavlja. Tedaj se ustavlja tudi Mančino težišče. Med ustavljanjem je pospešek njenega težišča v nasprotni smeri kot je bil pospešek ob začetku dvigovanja rok (je pojemek). Rezultanta sil na Manco kaže medtem, ko Manca roke ustavlja, navzdol. Sila tal je med ustavljanjem rok po velikosti manjša od Mančine teže.
- A3** Izračunamo lahko delo, ki ga kolesar opravi pri premagovanju sile zračnega upora na obeh odsekih poti, in to delo delimo s časom, v katerem kolesar določen del poti opravi. Lahko pa vmesni korak izpustimo, če zapišemo

$$P = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s}{s/v} = \frac{F \cdot s \cdot v}{s} = F \cdot v.$$

Ko kolesar vozi s hitrostjo  $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , je moč, s katero premaguje silo zračnega upora 16 N 8-krat tolikšna kot tedaj, ko vozi s hitrostjo  $15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  in premaguje silo zračnega upora 4 N.

- A4** Košara balona ima po 10 s od začetka dviganja hitrost  $v = a \cdot t = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in je na višini  $h = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 50 \text{ m}$ . Enako hitrost v smeri navzgor in višino ima tudi vreča peska, ki v tistem trenutku odpade od košare. Od trenutka, ko se vreča odveže, je njeno gibanje navpični met navzgor z začetno hitrostjo  $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Največjo višino vreča doseže  $t_1 = 1 \text{ s}$  zatem, ko se odveže (ko se njena hitrost, ki se zmanjšuje s težnim pospeškom, zmanjša na 0). Do tega trenutka se njena višina poveča še za  $\Delta h = \frac{1}{2} g \cdot t_1^2 = 5 \text{ m}$ , kar pomeni, da je v najvišji točki na višini  $h_1 = 55 \text{ m}$ . S te višine prosto pada proti tlem. Prosti pad traja  $t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}} = \sqrt{11} \text{ s} = 3,3 \text{ s}$ . Od trenutka, ko se vreča odveže, do trenutka, ko pade na tla, preteče čas  $t_1 + t_2 = 4,3 \text{ s}$ .

- A5** Tasmanija je daleč pod ekvatorjem na južni polobli. Sonce gre tam čez nebo po severni strani. Simon, ki opazuje pot Sonca čez nebo, je zato obrnjen proti severu. Vzhod je na njegovi desni, zahod na levi. Sonce na celi Zemlji vzhaja na vzhodu in se čez dan pomika proti zahodu. Pravilno orientacijo in zaporedje kaže slika (D).

### Sklop B:

- B1** (a) Iz grafa preberemo, da je hitrost drsalca, ki je od startne črte oddaljen 20 m,  $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Masa drsalca je  $m = 75 \text{ kg}$ , njegova kinetična energija pa je  $W_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = 3750 \text{ J}$ .

**Za pravilno izračunano kinetično energijo drsalca ..... (2 točki)**

**Za pravilno ugotovljeno hitrost drsalca ..... (1 točka)**

**Za pravilno uporabo izraza za  $W_k$  ..... (1 točka)**

- (b) Povprečno silo podlage izračunamo iz dela, ki ga ta opravi na drsalcu na poti 20 m od startne črte in ki je enako kinetični energiji drsalca  $W_k$ , ko je za 20 m oddaljen od startne črte,  $A = W_k = \bar{F} \cdot s$ , in

$$\bar{F} = \frac{A}{s} = \frac{W_k}{s} = \frac{3750 \text{ J}}{20 \text{ m}} = 187,5 \text{ N}.$$

**Za pravilno izračunano povprečno silo podlage ..... (1 točka)**

- (c) Sila podlage, ki deluje na drsalca v smeri njegovega gibanja, je reakcija na silo, s katero drsalec deluje na podlago (se od nje odriva). Tretji Newtonov zakon pravi, da sta ti dve sili po velikosti enaki. Drsalec se na prvih 20 m od startne črte od podlage odriva s povprečno silo 187,5 N.

**Za pravilno upoštevan 3. Newtonov zakon ..... (1 točka)**

- (d) V razpredelnici so zapisane hitrosti drsalca pri različnih oddaljenostih od startne črte. Dovoljeno odstopanje je  $\pm 0,1 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$ .

$s \text{ [m]}$	0	2	4	6	8	10	14	20
$v \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$	0	1,8	3,7	5,5	7,0	8,3	9,4	10,0

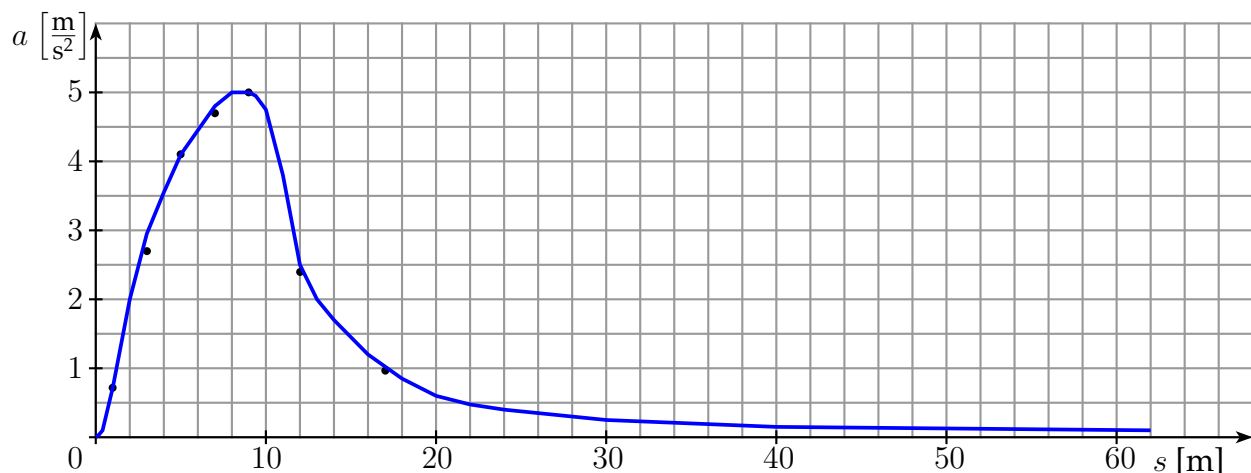
**Za vsaj 6 pravilno prebranih vrednosti hitrosti ..... (1 točka)**

- (e) V razpredelnici so izračunane vrednosti  $\Delta s$ ,  $\Delta v$ ,  $\bar{v}$  in  $a$ . Dovoljena odstopanja so 0 za  $\Delta s$ ,  $\pm 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  za  $\Delta v$ ,  $\pm 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  za  $\bar{v}$  in  $\pm 20\%$  za  $a$ .

od $s_1$ do $s_2$ [m]	$\Delta s$ [m]	$\Delta v \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$	$\bar{v} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$	$a \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$
0 – 2	2	1,8	0,8	0,72
2 – 4	2	1,9	2,8	2,7
4 – 6	2	1,8	4,6	4,1
6 – 8	2	1,5	6,3	4,7
8 – 10	2	1,3	7,7	5,0
10 – 14	4	1,1	8,9	2,4
14 – 20	6	0,6	9,7	0,97

- Za vsaj 6 pravih vrednosti  $\Delta s$  ..... (1 točka)  
 Za vsaj 5 pravih vrednosti  $\Delta v$  ..... (1 točka)  
 Za vsaj 5 pravih vrednosti  $\bar{v}$  ..... (1 točka)  
 Za vsaj 5 pravih vrednosti  $a$  ..... (1 točka)

- (f) Graf, ki kaže, kako se pospešek drsalca spreminja s potjo. Vrednosti pospeška, izračunane pri vprašanju (e), pripišemo poti  $\bar{s}$ , ki je na sredini ustreznega odseka (primer: za pot od  $s_1 = 2$  m do  $s_2 = 4$  m je  $\bar{s} = 3$  m).



- Za pravi graf v celoti (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) ..... (3 točke)  
 Za pravilno obliko grafa pri velikih poteh (pospešek gre proti 0) ..... (1 točka)  
 Za pravilno obliko grafa pri poteh iz razpredelnice pri (e) (narašča, doseže največjo vrednost, pada) ..... (1 točka)  
 Za pravi vnos (lastnih) izračunanih vrednosti v graf ..... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 12 točk.

- B2 (a) Upoštevamo, da sta do napetosti 12 V tok skozi posamezno žarnico in napetost na žarnici premo-sorazmerna. Ko je na žarnici napetost 6 V, teče skozi njo tok 300 mA, ko je na njej napetost 1 V pa teče skozi njo tok 50 mA. V vezju so vse 4 žarnice enakovredno vezane. Skupna napetost vira 10 V se porazdeli na dve zaporedno vezani žarnici, kar pomeni, da je na vsaki napetost 5 V in teče skozi njo tok 250 mA, skupni tok skozi vir je vsota tokov skozi obe veji, torej 500 mA.

$I_A$ [mA]	$I_B$ [mA]	$I_v$ [mA]
250 mA	250 mA	500 mA

- Za pravilno določene tokove ..... (1 točka)

- (b) Ker so vse žarnice enake, dodatna povezava ne spremeni ničesar, tokovi so enaki kot v primeru (a). Med priključkoma dodane povezave ni napetosti in tok po njej ne teče.

$I_A$ [mA]	$I_B$ [mA]	$I_v$ [mA]
250 mA	250 mA	500 mA

**Za pravilno določene tokove ..... (1 točka)**

- (c) Če v povezavo, dodano pri (b) in skozi katero tok ne teče, vežemo žarnico, na njej ni napetosti in skozi njo tok ne teče. Tokovi skozi žarnici A in B ter skozi vir so enaki kot v primerih (a) in (b).

$I_A$ [mA]	$I_B$ [mA]	$I_C$ [mA]	$I_v$ [mA]
250 mA	250 mA	0	500 mA

**Za pravilno določene tokove ..... (2 točki)**

**Za pravilno ugotovitev, da je tok  $I_C = 0$  ..... (1 točka)**

- (d) Žarnica C je sama vezana vzporedno dvema vejama, v katerih sta po dve žarnici, zato je na napetost na žarnici C dvakrat tolikšna kot je napetost na posamezni od ostalih žarnic. Tudi tok skozi njo je dvakrat tolikšen kot je tok skozi posamezno vzporedno vejo. Tok skozi vir je vsota tokov skozi vse tri veje (in žarnice A, B in C).

$I_A$ [mA]	$I_B$ [mA]	$I_C$ [mA]	$I_v$ [mA]
250 mA	250 mA	500 mA	1000 mA

**Za pravilno določene tokove ..... (2 točki)**

**Za pravilno ugotovitev, da je tok  $I_C = 2 \cdot I_A$  ..... (1 točka)**

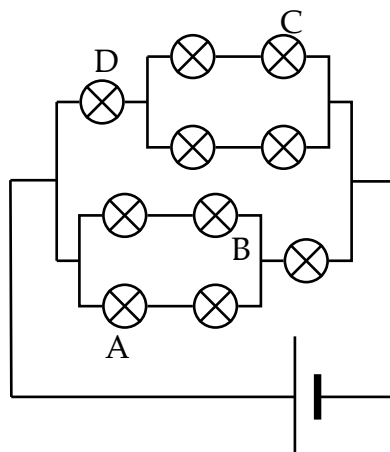
- (e) V tem primeru je vezje preprosto, štiri enakovredne veje z dvema zaporedno vezanima žarnicama. Tok skozi vir  $I_v = 4 \cdot I_A$ .

$I_A$ [mA]	$I_B$ [mA]	$I_C$ [mA]	$I_v$ [mA]
250 mA	250 mA	250 mA	1000 mA

**Za pravilno določene tokove ..... (2 točki)**

**Za pravilno ugotovitev, da velja  $I_A = I_B = I_C$  ..... (1 točka)**

- (f) Isto vezje lahko narišemo tudi tako:



Veji s po 5-imi žarnicami sta enaki, po obeh teče enak tok. Skozi žarnico D teče dvakrat tolikšen tok kot skozi žarnice A, B in C, in tudi napetost na žarnici D,  $U_D$  je dvakrat tolikšna kot je napetost na žarnicah A, B in C,  $U_D = 2 \cdot U_C$ . Obenem velja  $U_D + 2 \cdot U_C = 4 \cdot U_C = 10 \text{ V}$ . Torej je  $U_C = U_A = U_B = 2,5 \text{ V}$ , skozi žarnice A, B in C teče tok  $2,5 \cdot 50 \text{ mA} = 125 \text{ mA}$ , skozi žarnico D pa tok  $250 \text{ mA}$ .

$I_A$ [mA]	$I_B$ [mA]	$I_C$ [mA]	$I_D$ [mA]	$I_v$ [mA]
125 mA	125mA	125mA	250mA	500 mA

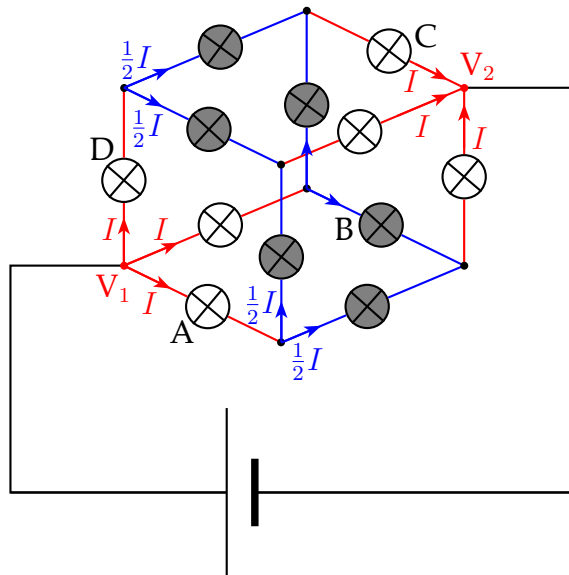
Za pravilno določene tokove ..... (3 točke)

Za pravilno ugotovitev, da velja  $I_A = I_B = I_C$  ..... (1 točka)

Za pravilno ugotovitev, da velja  $I_D = 2 \cdot I_C$  ..... (1 točka)

Za pravilno ugotovitev, da velja  $I_v = 2 \cdot I_D$  ..... (1 točka)

- (g) V tem vezju sta vozlišči  $V_1$  in  $V_2$  v nasprotnih krajiščih telesne diagonale kocke, pri kateri so v vseh robovih vezane enake žarnice. To vezje ima precejšnjo simetrijo. Žarnice, obarvane sivo, so med seboj enakovredne (postavljene so simetrično glede na vozlišči  $V_1$  in  $V_2$ ), na vseh je enaka napetost (med njimi je tudi žarnica B). Med seboj so enakovredne tudi preostale žarnice (med njimi so žarnice A, C in D). Skozi sivo obarvane žarnice teče polovica toka  $I$ , ki teče skozi svetle žarnice. Denimo, da je napetost na sivo obarvanih žarnicah  $U_1$ , potem je napetost na svetlih žarnicah  $2 \cdot U_1$ . Izberemo si pot, po kateri gremo iz vozlišča  $V_1$  do vozlišča  $V_2$ , najprej skozi svetlo žarnico, potem skozi sivo, in spet skozi svetlo. Seštejemo napetosti na žarnicah  $2 \cdot U_1 + U_1 + 2 \cdot U_1 = 10 \text{ V}$ , od tu dobimo  $U_1 = 2 \text{ V}$ . Skozi sive žarnice teče tok  $100 \text{ mA}$ , skozi svetle pa  $200 \text{ mA}$ .



$I_A$ [mA]	$I_B$ [mA]	$I_C$ [mA]	$I_D$ [mA]	$I_v$ [mA]
200 mA	100 mA	200mA	200mA	600 mA

Za pravilno določene tokove ..... (2 točki)

Za pravilno ugotovitev, da velja  $I_A = I_C = I_D$  in  $I_A \neq I_B$  ..... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 13 točk.

## Sklop C:

- C (a) Masi valjev sta  $m_{les} = 62 \text{ g} \pm 5 \text{ g}$  in  $m_{kov} = 101 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ , torej sta njuni teži  $F_{g,les} = 0,62 \text{ N} \pm 0,05 \text{ N}$  in  $F_{g,kov} = 1,01 \text{ N} \pm 0,01 \text{ N}$ .

Za pravilno določeni teži ..... (2 točki)

Za pravilno določeno težo posameznega valja ..... (1 točka)

Za pravilno določeni masi obeh valjev ..... (1 točka)

- (b) Na vzmet obesimo vsakega od valjev posamezno in oba skupaj. Rezultati meritev **raztezkov** vzmeti so zapisani v razpredelnici. Dovoljeno odstopanje je pri rezultatih meritev raztezkov  $x \pm 4 \text{ mm}$ .

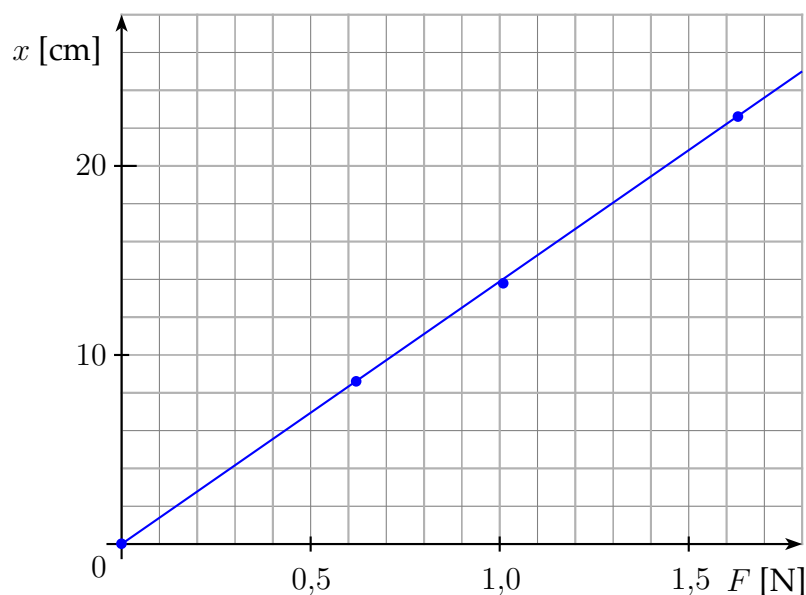
$F$ [N]	$x$ [cm]
0	0
0,62	8,6
1,01	13,8
1,63	22,6

Za vse pravilne meritve ..... (3 točke)

Za posamezno pravilno meritev ..... (1 točka)

Za tri (pravilne) meritve dolžine vzmeti (in ne raztezkov) ..... (1 točka)

- (c) Meritve, opravljene pri vprašanju (b), vnesemo v graf.



Koeficient vzmeti je

$$k = \frac{F}{x} = \frac{1,8 \text{ N}}{25 \text{ cm}} = 7,2 \frac{\text{N}}{\text{m}}, \pm 0,2 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 0,072 \frac{\text{N}}{\text{cm}}, \pm 0,002 \frac{\text{N}}{\text{cm}}.$$

Za pravilen graf v celoti (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) ..... (2 točki)

Za pravilno obliko grafa (premo-sorazmerje) ..... (1 točka)

Za pravilno izračunano konstanto vzmeti ..... (1 točka)

- (d) Ko na vzmeti obešeni kovinski valj v celoti potopimo v vodo, je raztezek vzmeti manjši od raztezka, ko valj visi v zraku, ker je sila, s katero potopljen valj napenja vzmet, manjša od teže valja za silo vzgona. Izmerimo raztezek vzmeti, ko je kovinski valj v celoti potopljen v vodo in dobimo  $x = 8,9 \text{ cm} \pm 0,4 \text{ cm}$ . Iz grafa pri (c) preberemo (ali izračunamo iz Hookovega zakona s koeficientom vzmeti  $k$ ), da tak raztezek ustreza sili  $F_{vzm} = k \cdot x = 0,64 \text{ N}$ .

Za velikosti sil velja  $F_{g,kov} = F_{vzg,kov} + F_{vzm}$  in

$$F_{vzg,kov} = F_{g,kov} - F_{vzm} = 1,01 \text{ N} - 0,64 \text{ N} = 0,37 \text{ N} \pm 0,03 \text{ N}.$$

Pri merjenju sile vzmeti na potopljen valj pri tem in vseh naslednjih nalogah pazimo, da valj ne sede na dno.

**Za pravilno izračunano silo vzgona ..... (3 točke)**

**Za pravilno izmerjen raztezek vzmeti, ko je valj v celoti potopljen ..... (1 točka)**

**Za pravilno izračunano silo vzmeti iz raztezka, ko je valj v celoti potopljen (1 točka)**

**Za pravilno upoštevanje ravnovesja sil na valj (teže valja, vzgona in sile vzmeti) ...  
..... (1 točka)**

- (e) Sila vzgona je po velikosti enaka teži izpodrinjene tekočine. Kovinski valj izpodrine vodo s težo  $0,37 \text{ N}$ , kar ustreza  $37 \text{ cm}^3 = 37 \text{ ml}$  vode (teža 1 litra vode je  $10 \text{ N}$ ). Prostornina izpodrinjene vode je enaka prostornini valja,  $V_{kov} = 37 \text{ cm}^3 \pm 3 \text{ cm}^3$ .

**Za pravilno določeno prostornino valja iz rezultatov meritev sile vzgona .. (2 točki)**

**Za pravilno določeno prostornino valja, kjer ni očitno, da je tekmovalec to naredil iz rezultatov meritev sile vzgona ..... (1 točka)**

**Za pravilno upoštevanje da je sila vzgona enaka teži izpodrinjene vode ... (1 točka)**

- (f) Gostota kovine, iz katere je narejen valj, je

$$\rho_{kov} = \frac{m_{kov}}{V_{kov}} = \frac{101 \text{ g}}{37 \text{ cm}^3} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \pm 0,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \pm 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

V razpredelnici gostot (na dovoljenem listu s fizikalnimi obrazci) najdemo kovino s tolikšno gostoto, aluminij.

**Za pravilno izračunano gostoto kovine ..... (1 točka)**

**Za pravilno ugotovitev, da je kovina aluminij ..... (1 točka)**

- (g) Da lahko določimo gostoto lesenega valja, potrebujemo podatek o njegovi prostornini (maso že poznamo iz (a)). Postopamo podobno kot pri kovinskem valju, s to razliko, da hkrati v vodo potapljammo oba valja: leseni valj se sam ne bi potopil pod gladino vode, zato ga obtežimo s kovinskim. Pri računih upoštevamo, da je sila vzmeti, ko sta pod gladino potopljena oba valja, zmanjšana za sili vzgona na oba valja.

Ko sta pod gladino vode potopljena oba valja, je raztezek vzmeti  $x = 6,1 \text{ cm} \pm 0,4 \text{ cm}$ . Tak raztezek ustreza sili vzmeti  $F_{vzm} = k \cdot x = 0,44 \text{ N}$ .

Ko sta v celoti v vodo potopljena oba valja, lahko za velikosti sil zapišemo

$$F_{vzm} + F_{vzg,les} + F_{vzg,kov} = F_{g,les} + F_{g,kov} \text{ in od tu izrazimo silo vzgona na lesen valj } F_{vzg,les}$$

$$F_{vzg,les} = F_{g,les} + F_{g,kov} - F_{vzm} - F_{vzg,kov} = 0,62 \text{ N} + 1,01 \text{ N} - 0,44 \text{ N} - 0,37 \text{ N} = 0,82 \text{ N}.$$

Sila vzgona na potopljen lesen valj je po velikosti enaka teži izpodrinjene vode. Lesen valj izpodrine  $82 \text{ cm}^3 \pm 4 \text{ cm}^3$  vode, njegova prostornina je  $V_{les} = 82 \text{ cm}^3 \pm 4 \text{ cm}^3$ . Gostota lesa, iz katerega je narejen valj, je

$$\rho_{les} = \frac{m_{les}}{V_{les}} = \frac{62 \text{ g}}{82 \text{ cm}^3} = 0,76 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \pm 0,04 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 760 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \pm 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Za pravilno izmerjeno gostoto lesa ..... (4 točke)

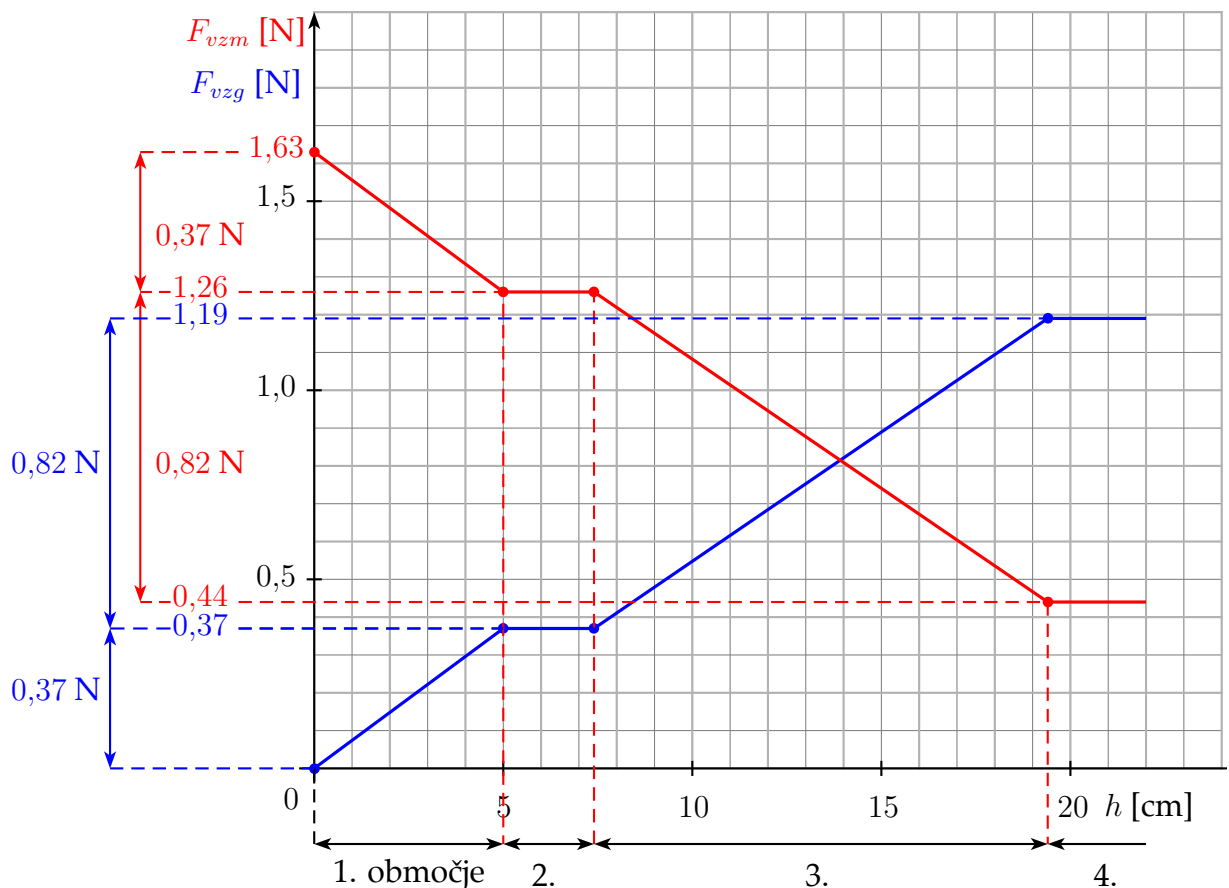
Za pravilno izmerjen raztezek vzmeti, ko sta pod gladino v celoti potopljena oba valja in določitev sile vzmeti ..... (1 točka)

Za pravilen zapis ravnovesja sil (na oba valja skupaj ali na lesen valj) ..... (1 točka)

Za pravilno določeno silo vzgona na lesen valj ..... (1 točka)

Za pravilno določeno prostornino lesenega valja iz rezultatov meritev sile vzgona ter pravičen račun gostote lesa ..... (1 točka)

- (h) Graf, narisano z rdečo, kaže, kako se z globino spodnje ploskve spodnjega (kovinskega) valja spreminja sila vzmeti  $F_{vzm}$ , graf, narisano z modro pa kaže, kako se z globino spodnje ploskve spodnjega valja spreminja skupna sila vzgona na oba valja  $F_{vzg}$ . V 1. območju je lesen valj v zraku, kovinski je delno potopljen. V 2. območju je kovinski valj v celoti potopljen, lesen valj je v celoti v zraku. V 3. območju je tudi lesen valj delno potopljen. V 4. območju sta v celoti potopljena oba valja.



Za pravilna grafa v celoti (tudi oznake osi, količine, enoti, skali) ..... (6 točk)

**Za linearno spreminjanje obeh sil v 1. in 3. območju, kjer se sili spreminjata (1 točka)**

**Za enake strmine na vseh (ne-vodoravnih) linearnih odsekih (1. in 3. območje) (1 točka)**

**Za vodoravna odseka pri obeh silah v 2. območju ..... (1 točka)**

**Za razvidno upoštevanje ravnovesja sil na grafu ( $F_{vzm} + F_{vzg} = konst = F_{g,kov} + F_{g,les}$ ) ..... (1 točka)**

**Za pravilno tendenco spreminjanja sil; sila vzmeti  $F_{vzm}$  se z naraščanjem  $h$  zmanjšuje, sila vzgona  $F_{vzg}$  pa povečuje ..... (1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi C največ 25 točk.