

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2014/15

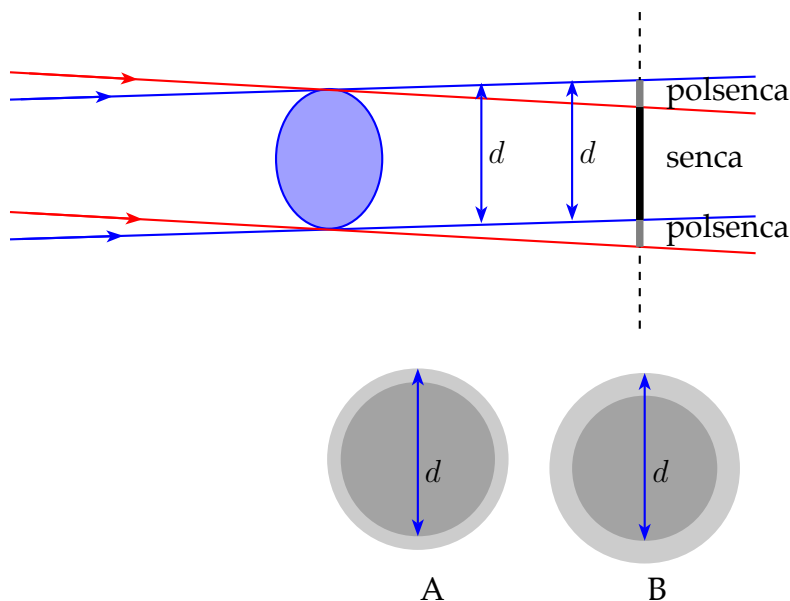
8. razred

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
B	C	B	D	A

- A1** Na grafu lege v odvisnosti od časa ponazarja strmina grafa hitrost; strmini obeh grafov in hitrosti tekačev sta enaki ob t_2 .
- A2** Balona sta približno enako velika in balon B je dlje od tal kot balon A. Slika kaže balon širine d . Z večanjem razdalje med balonom in tlemi se pas polsenca širi, območje polne senca pa oži.



- A3** Prvi krajec je nad obzorjem približno od poldneva do polnoči ne glede na to, odkod z zemeljske oble ga opazujemo. Ker Cape Town leži pod južnim povratnikom, je John pri opazovanju Lune obrnjen proti severu in vidi zrcalno podobo Lune (glede na Nejca, ki opazuje Luno proti jugu).
- A4** Žarek se pri prehodu skozi tanko steno akvarija iz zraka v vodo lomi proti vpadni pravokotnici. Na gladini se popolnoma odbije po odbojnem zakonu: vpadni kot je enak odbojnemu.
- A5** Rinka na krajišču droga miruje: vsota sil, ki nanjo delujejo, je nič. Sile se seštejejo v nič le na sliki (A). Poleg tega sile v vrveh lahko delujejo le vzdolž vrvi in jih le napenjajo.

Sklop B:

B1 Sile so zapisane z vektorskim znakom, ko je to potrebno. Ko zapišemo oznako za silo brez vektorskega znaka, to pomeni pozitivno velikost sile, smer upoštevamo v predznaku.

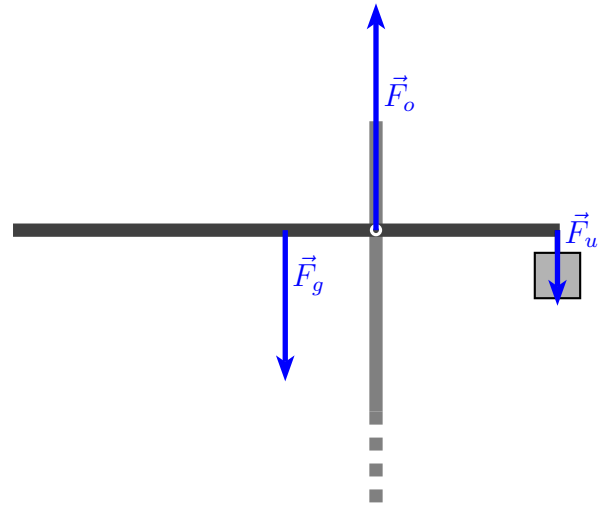
- (a) Predstavljamo si, da je vsa masa prečke $m = 200$ g zbrana v težišču prečke, na razdalji $r^* = 10$ cm od osi v smeri proti levemu krajišču prečke. Utež z maso m_u je na desnem krajišču prečke v oddaljenosti $r_u = 20$ cm od osi. V ravnovesju velja $m \cdot r^* = m_u \cdot r_u$, odkoder dobimo $m_u = 100$ g.

Za pravilno določeno maso uteži (2 točki)

Za pravilno zapisano desno stran enačbe za ravnovesje ($m_u \cdot r_u, r_u = 20$ cm) (1 točka)

Za pravilno določeno razdaljo težišča prečke od osi r^* (1 točka)

- (b) Na vodoravno prečko delujejo tri sile. Izven osi delujeta nanjo dve sili: na desnem krajišču, v oddaljenosti r_u od osi, prijemlje sila uteži, po velikosti enaka teži uteži ($F_u = 1$ N), v središču prečke, na razdalji $r^* = 10$ cm od osi proti levemu krajišču, pa prijemlje teža prečke $F_g = 2$ N. V osi, kjer je prečka vpeta na stojalo, deluje na prečko sila stojala, ki uravnoveša prvi dve sili in meri $F_o = 3$ N.



Za pravilno narisane vse tri sile (velikosti, smeri, prijemališča) (3 točke)

Za pravilno zapisane velikosti vseh sil (1 točka)

Za pravilno narisano posamezno silo (1 točka)

- (c) Na prečko delujeta izven osi v vsakem primeru dve sili: teža prečke $F_g = 2$ N, ki prijemlje na oddaljenosti $r^* = 10$ cm od osi proti levi, in ena od sil F_1, \dots, F_4 , ki prijemljejo pri $r_1 = 40$ cm, $r_2 = 20$ cm, $r_3 = 10$ cm in $r_4 = 20$ cm. V skladu s pojasnilom o smereh sil lahko zapišemo enačbe

$$\begin{aligned} -F_1 \cdot r_1 + F_g \cdot r^* &= 0, \\ -F_2 \cdot r_2 + F_g \cdot r^* &= 0, \\ F_g \cdot r^* &= F_3 \cdot r_3, \\ F_g \cdot r^* &= F_4 \cdot r_4. \end{aligned}$$

Od tod dobimo $F_1 = 0,5$ N, $F_2 = 1$ N, $F_3 = 2$ N in $F_4 = 1$ N.

Za pravilno določene velikosti vseh štirih sil (2 točki)

Za pravilno določeni velikosti sil F_1 in F_2 (1 točka)

Za pravilno določeni velikosti sil F_3 in F_4 (1 točka)

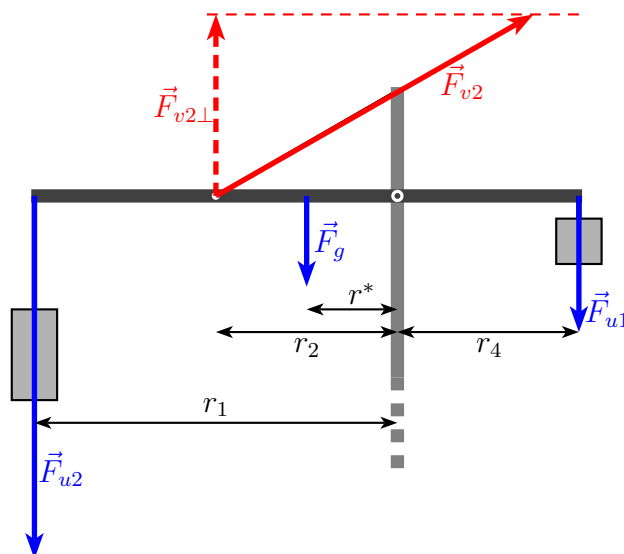
- (d) Sila \vec{F}'_1 prijemlje pri $r_1 = 40$ cm. Na prečko pravokotna komponenta sile \vec{F}'_1 je po velikosti enaka sili F_1 v primeru (c), $F_1 = 0,5$ N. Ko narišemo pravokotno komponento sile \vec{F}'_1 (v poljubnem merilu) in izmerimo dolžino daljice, ki predstavlja silo \vec{F}'_1 , ugotovimo, da je \vec{F}'_1 po velikosti dvakrat tolikšna kot njena pravokotna komponenta, $F'_1 = 1$ N $\pm 0,1$ N.

Za pravilno določeno velikost sile F'_1 (1 točka)

- (e) V tem primeru drži prečko v vodoravni legi vrstica. Ker je kot vrvice glede na prečko enak kotu, pod katerim je na prečko delovala sila \vec{F}'_1 pri (d), meri sila vrvice \vec{F}_v dvakrat toliko kot njena pravokotna komponenta. Velikost pravokotne komponente sile \vec{F}_v je enaka velikosti sile $F_2 = 1 \text{ N}$, ker prijemlje pri isti oddaljenosti od osi $r_2 = 20 \text{ cm}$. Velikost sile vrvice je $F_v = 2 \text{ N}$.

Za pravilno določeno velikost sile vrvice F_v (1 točka)

- (f) Slika kaže sile, ki delujejo na prečko. Sile niso narisane v merilu, njihove smeri in prijemališča pa so točni.



Vrstica je na prečko pritrjena v enaki oddaljenosti kot prej, pri $r_2 = 20 \text{ cm}$. Utež na desni je od osi oddaljena za $r_4 = 20 \text{ cm}$, utež na levi za $r_1 = 40 \text{ cm}$, teža prečke pa prijemlje pri $r^* = 10 \text{ cm}$ od osi. Enačba za ravnovesje prečke je

$$F_{u2} \cdot r_1 - F_{v2\perp} \cdot r_2 + F_g \cdot r^* = F_{u1} \cdot r_4,$$

kjer so sile $F_{u2} = 10 \text{ N}$, $F_{u1} = 3 \text{ N}$, $F_g = 2 \text{ N}$. Ko v enačbo vstavimo znane oddaljenosti in sile, dobimo

$$40 \text{ N} - 2 \cdot F_{v2\perp} + 2 \text{ N} = 6 \text{ N} \quad \text{in odtod} \quad F_{v2\perp} = 18 \text{ N}.$$

Sila vrvice je po velikosti dvakrat tolikšna kot njena pravokotna komponenta,

$$F_{v2} = 36 \text{ N}.$$

Za pravilno določeno velikost sile vrvice F_{v2} (3 točke)

Za pravilno zapisane člene (pravilni predznaki in razdalje od osi) z znanimi silami F_{u2} , F_g in F_{u1} (1 točka)

Za pravilno zapisan člen s pravokotno komponento sile vrvice $F_{v2\perp}$ (pravilen predznak in razdalja od osi) (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 12 točk.

- B2** (a) Čas, v katerem svetloba prepotuje pot $s = 730,000 \text{ km} = 730\,000 \text{ m}$ s hitrostjo c , je

$$t_s = \frac{s}{c} = \frac{730\,000 \text{ m} \cdot \text{s}}{299\,792\,458 \text{ m}} = 0,002\,435\,018 \text{ s} = 2,435\,018 \text{ ms}.$$

Za pravilno izračunan čas potovanja svetlobe, zapisan v enotah ms (2 točki)

Za pravilno izračunan čas potovanja svetlobe, zapisan v drugih enotah (1 točka)

- (b) Nevtrini isto pot prepotujejo v času $t_n = t_s - 60 \text{ ns} = 0,002\,434\,958 \text{ s} = 2,434\,958 \text{ ms}$.

Za pravilno izračunan čas potovanja nevtrinov (1 točka)

- (c) Hitrost nevtrinov bi bila

$$c_n = \frac{s}{t_n} = \frac{730\,000 \text{ m}}{0,002\,434\,958 \text{ s}} = 299\,799\,845 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

za faktor

$$\frac{c_n}{c} = \frac{299\,799\,845 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,000\,024\,641$$

večja od svetlobne hitrosti c . To pomeni, da bi bila hitrost nevtrinov za 0,002 464 % večja od hitrosti svetlobe.

Za pravilno izračunano hitrost nevtrinov (1 točka)

Za pravilno izračunano razmerje obeh hitrosti (1 točka)

Za pravilno izračunan odstotek (1 točka)

- (d) Glede na podatke v novici nevtrini prehitijo svetlobo za razdaljo, ki jo svetloba opravi v $\Delta t = 60 \text{ ns}$,

$$\Delta s = c \cdot \Delta t = 299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 60 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 17,9875 \text{ m} \approx 18 \text{ m}.$$

Za pravilno izračunano razdaljo (1 točka)

- (e) Manjšo hitrost nevtrinov izračunamo, če je pot nevtrinov **krajša** in čas potovanja **daljši**. Da dobimo najmanjšo hitrost nevtrinov $c_{n,min}$ iz podatkov o meritvah, pri katerih upoštevamo natančnost meritve, vzamemo krajšo pot $s_1 = s - 20 \text{ cm} = 729\,999,8 \text{ m}$ in daljši čas potovanja $t_1 = t_n + 10 \text{ ns} = 0,002\,434\,968 \text{ s}$. V tem primeru je hitrost nevtrinov

$$c_{n,min} = \frac{s_1}{t_1} = \frac{729\,999,8 \text{ m}}{0,002\,434\,968 \text{ s}} = 299\,798\,532 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\pm 20 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

in je še vedno za

$$c_{n,min} - c = 299\,798\,532 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\pm 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}) - 299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 6\,074 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\pm 20 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

večja od hitrosti svetlobe c . V oklepaju je napisana napaka zaradi zaokroževanja pri računanju.

Za pravilno izračunano najmanjšo hitrost nevtrinov (2 točki)

Za pravilno izračunano razliko med hitrostima (1 točka)

Za pravilno upoštevano KRAJŠO razdaljo (1 točka)

Za pravilno upoštevan DALJŠI čas (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **10 točk**.

Eksperimentalna naloga

C Na meritve vplivata vlažnost in temperatura zraka v prostoru.

(a), (b) Primer rezultatov meritev je v razpredelnici. Rezultati, napisani v teh rešitvah, se nanašajo na merske podatke v tej razpredelnici.

Za vsaj 10 meritev s smiselnimi rezultati v stolpcu t_{\leftrightarrow} (3 točke)

Za vsaj 10 meritev s smiselnimi rezultati v stolpcu t_{\updownarrow} (3 točke)

Za dovolj meritev, a z nezadovoljivo natančnostjo, vsak stolpec (2 točki)

Za manj kot 10 meritev v vsakem stolpcu, a dovolj natančno, vsak stolpec (1 točka)

pot s [cm]	(a) \leftrightarrow t_{\leftrightarrow} [s]	(b) \updownarrow t_{\updownarrow} [s]
0	0:00	0:00
1	0:03	0:01
2	0:09	0:04
3	0:17	0:10
4	0:29	0:25
5	0:46	0:49
6	1:07	1:30
7	1:29	2:35
8	1:58	4:10
9	2:29	6:10
10	3:03	9:35
11	3:41	
12	4:20	
13	5:09	
14	6:01	
15	6:55	

(c) Povprečna hitrost vode na celotni poti v primeru (a) je

$$\bar{v}_{\leftrightarrow} = \frac{s_{\leftrightarrow}}{t_{sk,\leftrightarrow}} = \frac{15 \text{ cm}}{415 \text{ s}} = 0,036 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je $s_{\leftrightarrow} = 15 \text{ cm}$ in $t_{sk,\leftrightarrow} = 6 \text{ min } 55 \text{ s} = 415 \text{ s}$.

Povprečna hitrost vode na celotni poti v primeru (b) je

$$\bar{v}_{\updownarrow} = \frac{s_{\updownarrow}}{t_{sk,\updownarrow}} = \frac{10 \text{ cm}}{575 \text{ s}} = 0,017 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je $s_{\updownarrow} = 10 \text{ cm}$ in $t_{sk,\updownarrow} = 9 \text{ min } 35 \text{ s} = 575 \text{ s}$.

Za pravilno izračunano hitrost $\bar{v}_{\leftrightarrow}$ (1 točka)

Za pravilno izračunano hitrost \bar{v}_{\updownarrow} (1 točka)

(d) Hitrost, s katero se giblje voda po vodoravnem papirnatem traku na 1. cm poti:

$$v_{\leftrightarrow,1} = \frac{s_1}{t_{\leftrightarrow,1}} = \frac{1 \text{ cm}}{3 \text{ s}} = 0,33 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je pot $s_1 = 1 \text{ cm}$ in je čas $\Delta t_{\leftrightarrow,1}$ čas, v katerem voda prepotuje 1. cm poti, $\Delta t_{\leftrightarrow,1} = 3 \text{ s}$.

Hitrost, s katero se giblje voda po vodoravnem papirnatem traku na 10. cm poti:

$$v_{\leftrightarrow,10} = \frac{s_1}{\Delta t_{\leftrightarrow,10}} = \frac{1 \text{ cm}}{34 \text{ s}} = 0,029 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je pot $s_1 = 1 \text{ cm}$ in je čas $\Delta t_{\leftrightarrow,10}$ čas, v katerem voda prepotuje 10. cm poti, $\Delta t_{\leftrightarrow,10} = 3 \text{ min } 3 \text{ s} - 2 \text{ min } 29 \text{ s} = 34 \text{ s}$.

Hitrost, s katero se giblje voda po navpičnem papirnatem traku na 1. cm poti:

$$v_{\updownarrow,1} = \frac{s_1}{t_{\updownarrow,1}} = \frac{1 \text{ cm}}{1 \text{ s}} = 1 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je pot $s_1 = 1 \text{ cm}$ in je čas $\Delta t_{\updownarrow,1}$ čas, v katerem voda prepotuje 1. cm poti, $\Delta t_{\updownarrow,1} = 1 \text{ s}$.

Hitrost, s katero se giblje voda po navpičnem papirnatem traku na 10. cm poti:

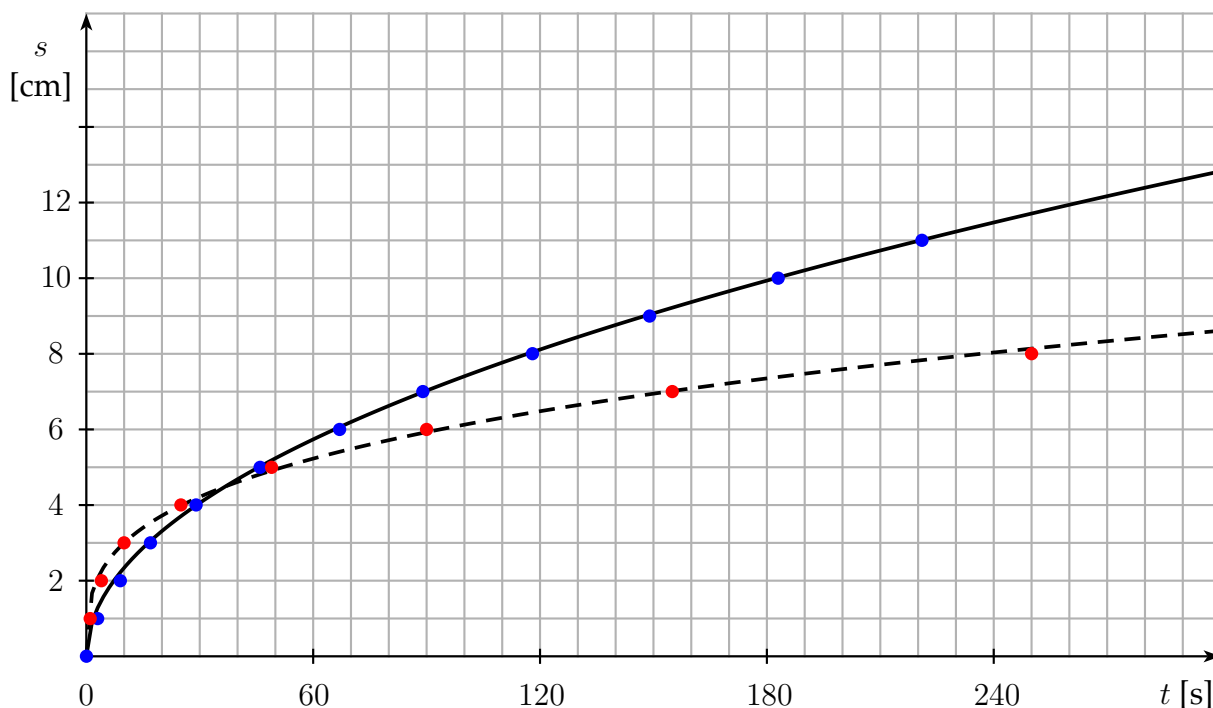
$$v_{\downarrow,10} = \frac{s_1}{\Delta t_{\downarrow,10}} = \frac{1 \text{ cm}}{205 \text{ s}} = 0,0049 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je pot $s_1 = 1 \text{ cm}$ in je čas $\Delta t_{\downarrow,10}$ čas, v katerem voda prepotuje 10. cm poti, $\Delta t_{\downarrow,10} = 9 \text{ min } 35 \text{ s} - 6 \text{ min } 10 \text{ s} = 3 \text{ min } 25 \text{ s} = 205 \text{ s}$.

Za pravilno izračunane vse hitrosti (4 točke)

Za pravilno izračunano posamezno hitrost (1 točka)

- (e) Grafa, ki kažeta, kako se pot, ki jo voda opravi, spreminja s časom v obeh primerih. Graf, narisano s sklenjeno črto, je za vodoravni trak, graf, narisano s črtkano črto, je za navpični trak.



Za v celoti pravilna grafa (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) (5 točk)

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

Za pravilen vnos vsaj 8 izmerjenih točk za prvi graf (1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 8 izmerjenih točk za drugi graf (1 točka)

Za gladko sklenjeno krivuljo, ki poteka skozi in v bližini izmerjenih točk, za prvi graf (1 točka)

Za gladko sklenjeno krivuljo, ki poteka skozi in v bližini izmerjenih točk, za drugi graf (1 točka)

- (f) Okoliščine, ki vplivajo na to, da pojav v obeh primerih ne poteka povsem enako, so
- nagib papirnatega traku: sila teže vode, ki leze po traku, je v prvem primeru pravokotna na smer gibanja vode, v drugem pa nasprotna smeri gibanja vode,
 - ko trak leži na mizi, je ena stran tesno ob mizi, druga na zraku; ko trak visi, je na obeh straneh zrak. Od tega je odvisno izhlapevanje vode s traku,

(iii) smer rezanja trakov iz brisače (dopustna domneva).

Za dve okoliščini (2 točki)

Za posamezno okoliščino (1 točka)

(g) Okoliščine, ki bi lahko vplivale na potek pojava, a v našem primeru vplivajo na oba enako, so na primer

(i) vlažnost zraka v prostoru, kjer izvajamo poskus,

(ii) temperatura zraka v prostoru, kjer izvajamo poskus,

(iii) vpojne lastnosti papirnate brisače, iz katere je trak izrezan (če bi bila trakova iz različnih brisač ali pa odrezana v različnih smereh),

(iv) različna širina trakov,

(v) različna debelina trakov.

Za tri okoliščine (3 točke)

Za posamezno okoliščino (1 točka)

(h) Ko trak visi, se plezanje vode v višino ustavi, ker (kohezijskim) silam med vodo in vlakni papirnate brisače, ki vlečejo vodo iz kozarca navgor, nasprotuje teža. Prej ali slej teža stolpca vode, dvignjenega nad gladino vode v kozarcu, uravnovesi kohezijske sile.

Tudi ko trak leži vodoravno, se lezenje vode po traku ustavi - voda ne prileze poljubno daleč, ker neprestano s papirnatega traku tudi izhlapeva, trak se suši. Izhlapelo vodo v stacionarnem stanju nadomešča novo prispela voda.

Za pravilno domnevo, da se lezenje vode v obeh primerih ustavi (2 točki)

Za pravilno domnevo, da se lezenje vode v posameznem primeru ustavi ... (1 točka)

Za primerno obrazložitev domneve v obeh primerih (2 točki)

Za primerno obrazložitev domneve v posameznem primeru (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi C največ 26 točk.