dMFA

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2012/13

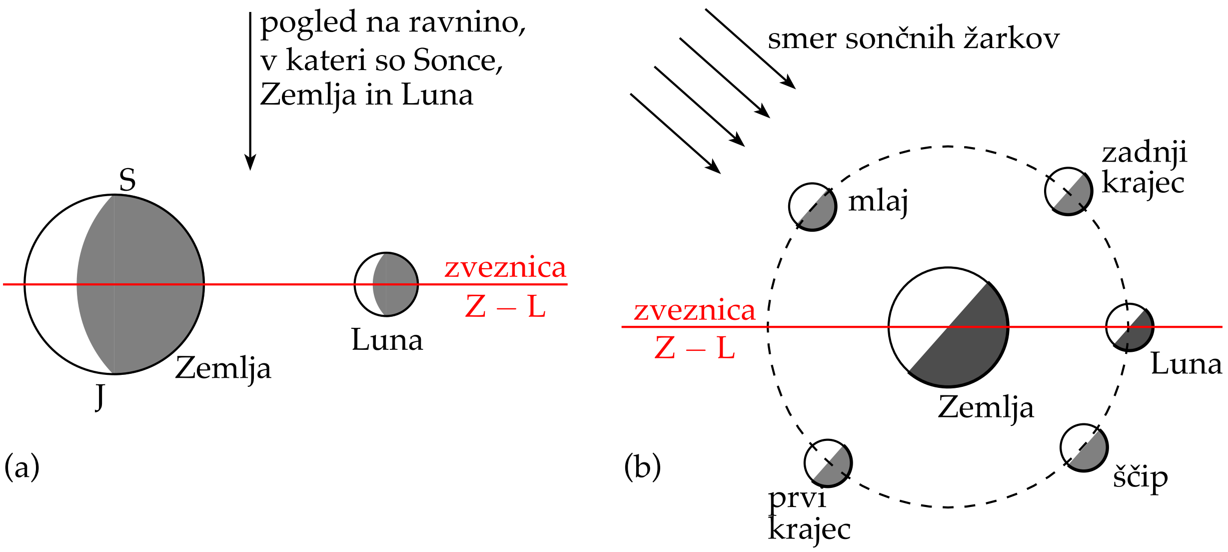
8. razred

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
C	D	B	C	B

A1 Popolni odboj svetlobe na meji dveh sredstev z različnima optičnima gostotama se zgodi, če na to mejo vpada svetloba iz sredstva z večjo optično gostoto (vode) pri vpadnem kotu, ki je večji od mejnega kota za popolni odboj. Tak primer kaže slika (C).

A2 S slike (a), ki kaže obsijana dela Zemlje in Lune, lahko ugotovimo, da ležijo Zemlja, Luna in Sonce v ravnini, ki je vzporedna zveznici med Zemljo in Luno ter je pravokotna na sliko. Zemljo, Luno in smer sončnih žarkov narišemo v tej ravnini, kot kaže slika (b).



A3 Predpona *femto* je peta v vrsti, kar pomeni, da zniža enoto petkrat zapored na tisočino, torej ustreza množenju s faktorjem $(10^{-3})^5 = 10^{-15}$. Femtoparsec $= 10^{-15} \cdot 3{,}26\, sv.l. = 10^{-15} \cdot 3{,}26 \cdot 9{,}5 \cdot 10^{15}\,\mathrm{m} = 31\,\mathrm{m}$ in približno ustreza razdalji x, ki jo svetloba prepotuje v 100 nanosekundah, $x = c \cdot 100\,\mathrm{ns} = 3 \cdot 10^8\,\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 100 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{s} = 30\,\mathrm{m}$.

A4 Gladina se hitreje dviga, če je vaza ožja. Graf kaže, da se gladina počasneje dviga na začetku in na koncu nalivanja in hitreje vmes, kar pomeni, da je vaza pri dnu in vrhu široka, v sredini pa ozka. To je vaza (C).

A5 Ko kocko razrežemo na osem manjših, je sila $\vec{F}_m$, s katero posamezna manjša kocka pritiska na mizo, po velikosti enaka osmini teže velike kocke $\vec{F}_v$. Ploščina ploskve, s katero posamezna manjša kocka pritiska na mizo S_m, pa je četrtina ploščine osnovne ploskve velike kocke S_v. Za tlak velike kocke na mizo velja

$$p_v = \frac{F_v}{S_v} = 800\,\mathrm{Pa}.$$

Za tlak posamezne manjše kocke na mizo velja

$$p_m = \frac{F_m}{S_m} = \frac{F_v \cdot 4}{8 \cdot S_v} = \frac{F_v}{2 \cdot S_v} = 400\,\mathrm{Pa}.$$

Sklop B:

B1 (a) Nace se povzpne za $h_0 = 800$ m v času $t_N = 1$ ura in 20 minut $= 80$ minut, pri čemer se njegova višina enakomerno spreminja s časom. To pomeni, da je Nacetova hitrost v navpični smeri

$$v_{N,\uparrow} = \frac{h_0}{t_N} = \frac{800\,\mathrm{m}}{80\,\mathrm{min}} = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}}\,.$$

Za pravilno izračunano hitrost .... **(1 točka)**

(b) Na sliki izmerimo dolžino strmega dela poti, $s_1 = 4{,}8$ cm, in ugotovimo, da je enako dolga kot je v merilu slike prikazana višina gore, $h_0 = 800$ m. Dolžina strmega dela Nacetove poti je torej $s_{N,s} = 800$ m. Dolžina položnejšega dela poti na sliki pa meri $s_2 = 3{,}6$ cm, kar ustreza $\frac{3}{4}$ višine gore, $s_{N,p} = 600$ m. V celoti je Nacetova pot dolga $s_N = s_{N,s} + s_{N,p} = 800\,\mathrm{m} + 600\,\mathrm{m} = 1400$ m.

Za pravilno izračunano dolžino poti .... **(2 točki)**
Za pravilno določeno merilo ali/in dolžino strmega dela poti .... (1 točka)

(c) Za vsakih 10 m višinske razlike potrebuje Nace 1 minuto. Višinska razlika, ki jo opravi na strmem delu poti, je $h_s = 567$ m (preberemo s slike), za kar potrebuje čas $t_{N,s} = 56{,}7$ minut. Strmi del poti meri $s_{N,s} = 800$ m, zato je Nacetova hitrost na tem delu poti

$$v_{N,s} = \frac{s_{N,s}}{t_{N,s}} = \frac{800\,\mathrm{m}}{56{,}7\,\mathrm{min}} = 14{,}11\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}} = 0{,}235\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Za položni del poti $s_{N,p} = 600$ m potrebuje Nace čas $t_{N,p} = t_N - t_{N,s} = 23{,}3$ minut, njegova hitrost na tem delu je

$$v_{N,p} = \frac{s_{N,p}}{t_{N,p}} = \frac{600\,\mathrm{m}}{23{,}3\,\mathrm{min}} = 25{,}75\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}} = 0{,}429\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Za pravilno izračunani obe hitrosti .... **(2 točki)**
Za pravilno izračunano eno hitrost ali/in določena časa za posamezni del poti
.... (1 točka)

(d) Dolžina Jelkine poti je dvakrat tolikšna, kot je dolžina Nacetove poti. Na vsakem odseku Nacetove poti, omejenem s presečišči z Jelkino potjo, je Jelkina pot na tem delu pobočja dolga za dve stranici enakostraničnega trikotnika, Nacetova pa za eno. Jelkina pot je v celoti dolga $s_J = 2 \cdot s_N = 2\,800$ m.

Za pravilno izračunano dolžino Jelkine poti .... (1 točka)

(e) Jelka hodi s stalno hitrostjo, vrh doseže v času $t_J = 2$ uri in pol $= 150$ minut. Njena hitrost je

$$v_J = \frac{s_J}{t_J} = \frac{2\,800\,\mathrm{m}}{150\,\mathrm{min}} = 18{,}67\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}} = 0{,}311\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Strmi del Jelkine poti meri dvakrat toliko, kot meri strmi del Nacetove poti, $s_{J,s} = 2 \cdot s_{N,s} = 1\,600$ m. Jelka ga prehodi v času

$$t_{J,s} = \frac{s_{J,s}}{v_J} = \frac{1\,600\,\mathrm{m}\,\cdot\,\mathrm{min}}{18{,}67\,\mathrm{m}} = 85{,}7\,\mathrm{min}\,.$$

Za pravilno izračunan čas .... (2 točki)
Za pravilno izračunano Jelkino hitrost .... (1 točka)

(f) Jelka prehodi strmi del poti v času $t_{J,s} = 85{,}7$ min. V tem času se dvigne za $h_s = 567$ m, kar pomeni, da je njena hitrost na strmem delu v navpični smeri

$$v_{J,s,\uparrow} = \frac{h_s}{t_{J,s}} = \frac{567\,\mathrm{m}}{85{,}7\,\mathrm{min}} = 6{,}61\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}} = 0{,}11\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Položni del poti z višinsko razliko $h_p = h_0 - h_s = 233$ m prehodi Jelka v času $t_{J,p} = t_J - t_{J,s} = 64{,}3$ min. Njena hitrost v navpični smeri je na položnem delu poti

$$v_{J,p,\uparrow} = \frac{h_p}{t_{J,p}} = \frac{233\,\mathrm{m}}{64{,}3\,\mathrm{min}} = 3{,}62\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}} = 0{,}060\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Za pravilno izračunani hitrosti v navpični smeri .... (2 točki)
Za pravilno upoštevani višinski razliki .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **10 točk**.

B2 (a) Na Tino in njeni smučki delujejo med njeno vožnjo z vlečnico sila vlečnice (vlečnega krožnika), teža, sila trenja ter sila podlage, pravokotna na podlago. Ker se Tina giblje počasi, lahko zračni upor zanemarimo.

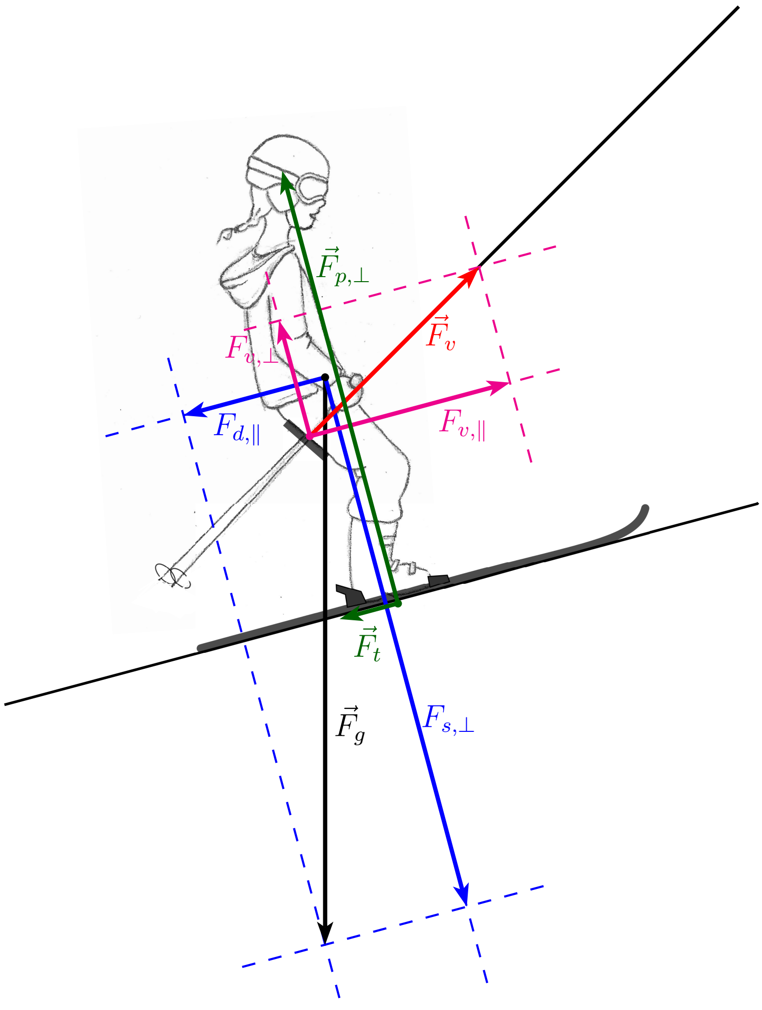
Tina se giblje s stalno hitrostjo, torej je rezultanta vseh sil, ki delujejo nanjo, enaka 0.

Za pravilno naštete vse sile .... (1 točka)

Tekmovalec dobi točko tudi v primeru, ko sile trenja ne omeni, med silami pa zapiše *silo podlage* (ne: pravokotno silo podlage). Silo trenja lahko namreč obravnavamo tudi kot s podlago vzporedno komponento sile podlage.

Za pravilno ugotovitev, da je rezultanta vseh sil 0 **.................... (1 točka)**

(b) Pri določanju statične in dinamične komponente teže na klancu si pomagamo z načrtovanjem. Težo narišemo v določenem merilu: velikost teže je 750 N, na sliki je prikazana s $7{,}5$ cm dolgo usmerjeno daljico $\vec{F}_g$. Razstavimo jo na komponenti $F_{d,\|}$ (vzporedno klancu) in $F_{s,\perp}$ (pravokotno na klanec). Izmerimo dolžini obeh komponent in ju preračunamo glede na izbrano merilo, za njuni velikosti dobimo $F_{s,\perp} = 724$ N ($\pm$ 20 N) in $F_{d,\|} = 194$ N ($\pm$ 20 N).



Za pravilno določeno statično komponento teže .... (1 točka)
Za pravilno določeno dinamično komponento teže .... (1 točka)

(c) Vlečni krožnik (vlečnica) deluje na Tino s silo $\vec{F}_v$ v smeri vrvi, na katero je vlečni krožnik pripet. Sile na Tino so v ravnovesju: vsoto dinamične komponente teže $F_{d,\|}$ in sile trenja $\vec{F}_t$ uravnovesi podlagi vzporedna komponenta sile vlečnice na Tino $F_{v,\|}$, ki meri $F_{v,\|} = F_t + F_{d,\|} = 80\,\mathrm{N} + 194\,\mathrm{N} = 274\,\mathrm{N}$ ($\pm$ 20 N). Narišemo daljico $F_{v,\|}$ ustrezne dolžine (2,74 cm), vzporedno podlagi in s prijemališčem v točki, kjer je vrv pripeta na vlečni krožnik, ter od njenega krajišča potegnemo pravokotnico na podlago do vrvi vlečnice. Zdaj lahko narišemo še silo vlečnega krožnika $\vec{F}_v$, izmerimo njeno dolžino in dobimo $F_v = 317$ N ($\pm$ 20 N).

Za pravilno določeno silo vlečnega krožnika .... (3 točke)
Za pravilno izbrani SMERI komponent sile vlečnega krožnika, vzporedno na

podlago in pravokotno nanjo ....(1 točka)
Za pravilno ugotovitev, da podlagi vzporedna komponenta sile vlečnega krožnika uravnovesi trenje in dinamično komponento teže .... (1 točka)

(d) V smeri, ki je pravokotna na podlago, deluje podlaga na Tino s silo $\vec{F}_{p,\perp}$, ki skupaj s pravokotno komponento sile vlečnega krožnika $F_{v,\perp}$, ki meri 158 N ($\pm\,20$ N) (izmerimo s slike in preračunamo glede na merilo), uravnovesi statično komponento teže $F_{s,\perp}$, $F_{p,\perp} + F_{v,\perp} = F_{s,\perp}$. Za velikost sile podlage dobimo $F_{p,\perp} = 724\,\mathrm{N} - 158\,\mathrm{N} = 566$ N ($\pm\,20$ N).

Za pravilno določeno pravokotno silo podlage ....(2 točki)
Za pravilno ugotovitev, da na podlago pravokotna komponenta sile vlečnega krožnika skupaj s pravokotno silo podlage uravnovesi statično komponento teže ....(1 točka)

(e) Smučki pritiskata na podlago s pravokotno silo, ki je po velikosti enaka pravokotni sili podlage, $F_{sm} = F_{p,\perp} = 566$ N. Ploščina drsnih ploskev Tininih smučk je $2 \cdot 1400\,\mathrm{cm}^2 = 2\,800\,\mathrm{cm}^2$, v stiku s podlago je 90% drsnih ploskev, $S_{sm} = 0{,}9 \cdot 2\,800\mathrm{cm}^2 = 2\,520\,\mathrm{cm}^2$. Smučki delujeta na podlago s povprečnim tlakom

$$\bar{p} = \frac{F_{sm}}{S_{sm}} = \frac{566\,\mathrm{N}}{2\,520\mathrm{cm}^2} = 2246\,\mathrm{Pa} \pm 80\,\mathrm{Pa}\,.$$

Za pravilno izračunan tlak ....(2 točki)
Za pravilno izračunano ploščino drsnih ploskev, ki je v stiku s podlago (1 točka)

(f) Polmer vlečnega krožnika je $r = 8$ cm, njegova ploščina je $S_k = 201$ cm^2. Ploščino ocenimo tako, da preštejemo kvadratke v kvadratni mreži, ki jih zasede krog.

Za pravilno ocenjeno ploščino (z natančnostjo $\pm\,20\,\mathrm{cm}^2$) ....(1 točka)

(g) Sila, s katero vlečni krožnik deluje na Tino v smeri, pravokotni na krožnik, je sila $\vec{F}_v$. Povprečni tlak, s katerim deluje vlečni krožnik na Tino, je

$$\bar{p}_v = \frac{F_v}{S_k} = \frac{317\,\mathrm{N}}{201\,\mathrm{cm}^2} = 15{,}8\,\mathrm{kPa} \pm 2\,\mathrm{kPa}\,.$$

Za pravilno izračunan tlak ....(2 točki)
Za upoštevano pravilno silo vlečnega krožnika ....(1 točka)
Za upoštevano pravilno ploščino vlečnega krožnika ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **14 točk**.

Sklop C:

C1 (a) Rezultati meritev so v tabeli skupaj z dopustnimi napakami meritev.

Za tri pravilne meritve ....(2 točki)

Za eno ali dve pravilni meritvi ....(1 točka)

lega predmeta	d [mm] ($\alpha = 0°$)
p_1	30 ± 3
p_2	37 ± 3
p_3	43 ± 3

(b) Rezultati meritev so v tabeli skupaj z dopustnimi napakami meritev. Po dogovoru o predznaku kota so izmerjene vrednosti kotov negativne.

Za tri pravilne meritve ....(2 točki)

Za eno ali dve pravilni meritvi ....(1 točka)

Za tri do predznaka pravilne meritve (ni zapisan negativni predznak pri kotu) .....(1 točka)

lega predmeta	α [°] ($d = 0$)
p_1	-13 ± 1
p_2	-16 ± 1
p_3	-19 ± 1

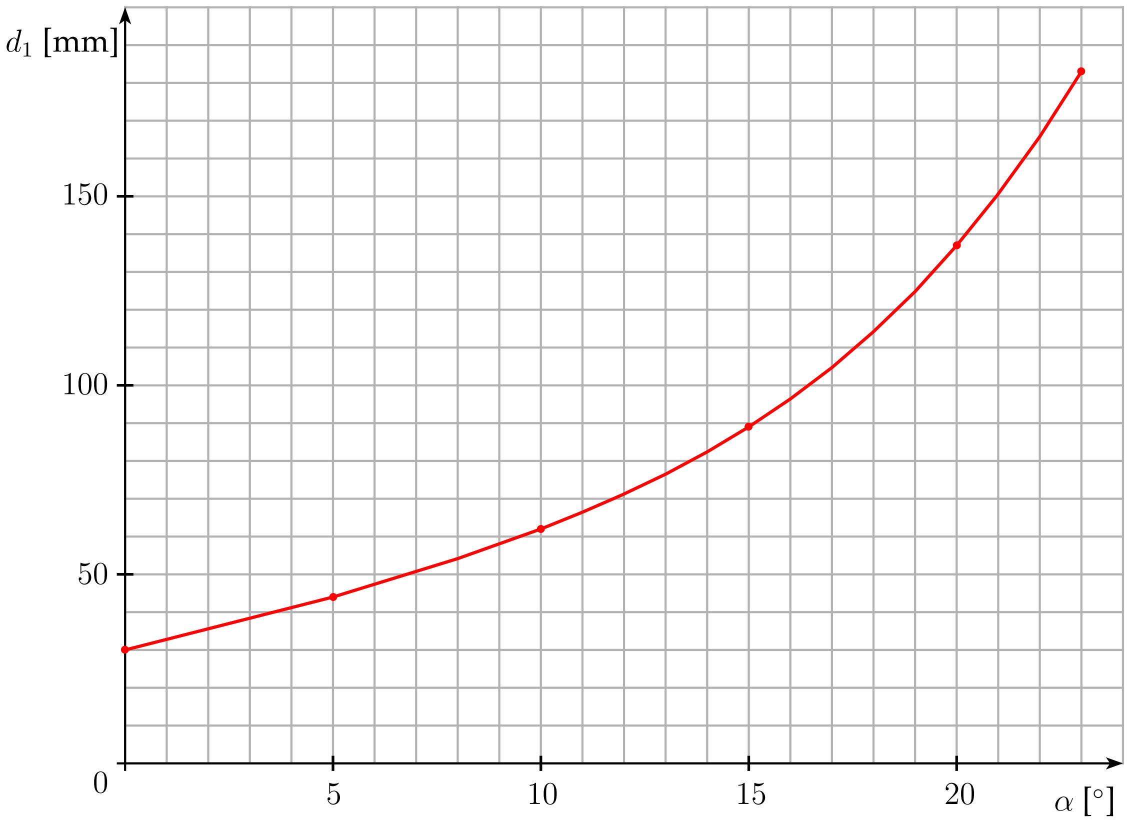
(b) Rezultati meritev so v tabeli skupaj z dopustnimi napakami meritev.

α	d_1 [mm]	d_2 [mm]	d_3 [mm]	$d_1 : d_2$	$d_2 : d_3$	$d_1 : d_3$
5°	44 ± 3	52 ± 5	61 ± 5	$0{,}85 \pm 0{,}15$	$0{,}85 \pm 0{,}17$	$0{,}72 \pm 0{,}12$
10°	62 ± 5	72 ± 5	87 ± 5	$0{,}86 \pm 0{,}14$	$0{,}83 \pm 0{,}11$	$0{,}71 \pm 0{,}11$
15°	89 ± 5	105 ± 10	136 ± 10	$0{,}85 \pm 0{,}14$	$0{,}65 \pm 0{,}10$	$0{,}65 \pm 0{,}10$

Za vsaj 16 pravilnih rezultatov ....(3 točke)
Za vsaj 10 pravilnih rezultatov ....(2 točki)
Za vsaj 5 pravilnih rezultatov ....(1 točka)

(c) V koordinatni sistem vrišemo merske točke, za katere že imamo podatke iz prejšnjih meritev pri tej nalogi. Poiščemo kot, pri katerem seka premica, na kateri sta poravnani slika predmeta in središčna bucika, os x v točki A, ter določimo razdaljo med koordinatnim izhodiščem in točko A. Nato po lastni presoji napravimo še kakšno dodatno meritev, na primer pri kotu $20°$. Vrišemo v graf še te dodatne točke ter jih povežemo s krivuljo, ki se točkam najbolj prilega.

α	d_1 [mm]	opombe
$0°$	30 ± 3	iz meritev pri (a)
$5°$	44 ± 3	iz meritev pri (c)
$10°$	62 ± 5	iz meritev pri (c)
$15°$	89 ± 5	iz meritev pri (c)
$20°$	137 ± 10	dodatna meritev, lahko drugi kot, lahko več meritev
$23° \pm 2°$	183 ± 1	meritev kota za presečišče premice z osjo x v točki A



Poleg 5 pravilno vrisanih točk (pri kotih $0°$, $5°$, $10°$, $15°$ in kotu $22°$, pri katerem seka premica os x v točki A) DODATNO vrisana še vsaj ena točka, na primer pri kotu $20°$ stopinj, ter skozi točke vrisana zvezna nelomljena krivulja, ki se točkam najbolj prilega; krivulja ni premica .... **(3 točke)**

Pravilno označen graf (območje, skala) .... (1 točka)

Pravilno vrisanih 5 točk (pri kotih $0°$, $5°$, $10°$, $15°$ in kotu $22°$),ter skozi točke vrisana zvezna nelomljena krivulja, ki se točkam najbolj prilega ..... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C1** največ **10 točk**.

C2 (a) Izmerjeni časi petih nihajev t_5 pri različnih začetnih odmikih so zapisani v tabeli. Čas polovice nihaja $t_{1/2}$ je desetina časa t_5.

Pri začetnem kotu odmika α_0 je pot s, ki jo utež opravi v pol nihaja, enaka dolžini krožnega loka nad kotom $\beta = 2 \cdot \alpha_0$ (nihalo gre v pol nihaja od ene do druge skrajne lege). Če ustreza polnemu krogu ($\alpha = 360°$) s polmerom r_1 obseg $ob = 6{,}28 \cdot r_1$, ustreza delu obsega (loku) nad kotom β premosorazmerno krajši lok, velja

$$s = \frac{\beta}{360°} \cdot 6{,}28 \cdot r_1 \, .$$

Dolžina poti uteži s je za vsak $\beta = 2 \cdot \alpha_0$ izračunana in vpisana v tabelo.
V zadnjem stolpcu tabele je izračunana povprečna hitrost uteži v pol nihaja,

$$\bar{v} = \frac{s}{t_{1/2}} \, .$$

$r_1 = 0{,}250$ m				
kot odmika α_0	t_5 [s]	$t_{1/2}$ [s]	s [cm]	$\bar{v}$ $\left[\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right]$
20°	5,1	0,51	17,4	34,2 ± 4,0
40°	5,3	0,53	34,9	65,8 ± 7,0
60°	5,5	0,55	52,3	95,2 ± 10,0
80°	5,8	0,58	69,8	120,3 ± 12,0

Pričakujemo, da tekmovalci izmerijo čas 10 nihajev z absolutno natančnostjo $0{,}5$ s. Izmerjeni časi $t_{1/2}$ lahko odstopajo od časov v tabeli za $\pm\, 0{,}05$ s.

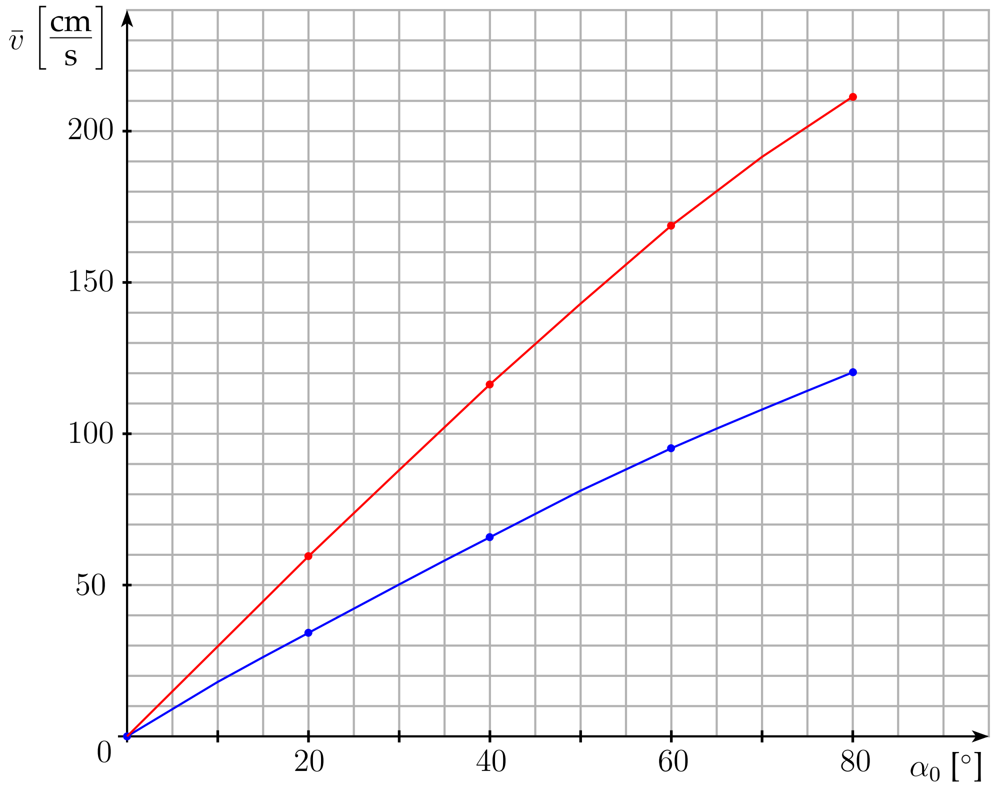
Za vsaj 9 pravilnih rezultatov v stolpcih $t_{1/2}$, s in $\bar{v}$ .... (2 točki)
Za vsaj 4 pravilne rezultate v stolpcih $t_{1/2}$, s in $\bar{v}$ .... (1 točka)

(b) Rezultati meritev za dolžino nihala $r_2 = 0{,}75$ m so v tabeli.
Pričakujemo, da tekmovalci izmerijo čas 10 nihajev z absolutno natančnostjo $0{,}5$ s. Izmerjeni časi $t_{1/2}$ lahko odstopajo od časov v tabeli za $\pm\, 0{,}05$ s.

$r_1 = 0{,}750$ m				
kot odmika α_0	t_5 [s]	$t_{1/2}$ [s]	s [cm]	$\bar{v}$ $\left[\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right]$
20°	8,8	0,88	52,3	59,5 ± 4,0
40°	9,0	0,90	104,7	116,3 ± 7,0
60°	9,3	0,93	157,0	168,8 ± 10,0
80°	9,9	0,99	209,3	211,4 ± 12,0

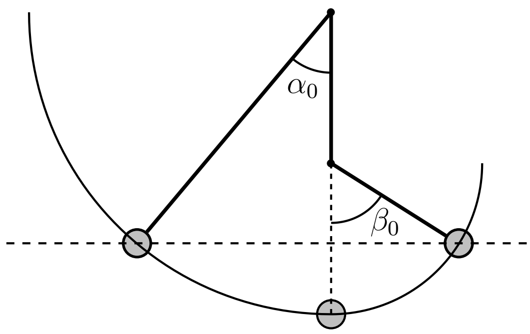
Za vsaj 9 pravilnih rezultatov v stolpcih $t_{1/2}$, s in $\bar{v}$ .... (2 točki)
Za vsaj 4 pravilne rezultate v stolpcih $t_{1/2}$, s in $\bar{v}$ .... (1 točka)

(c) V koordinatni sistem vrišemo vse merske točke za obe dolžini nihala in še dodatno točko v izhodišču koordinatnega sistema: v primeru, ko je $\alpha_0 = 0$, nihalo miruje in je tudi povprečna hitrost enaka 0. Točke povežemo z gladkima krivuljama, ki se točkam najbolj prilegata; krivulji sekata koordinatno izhodišče (in nista premici). Graf za nihalo z dolžino r_1 je narisan z modro črto, graf za nihalo z dolžino r_2 je narisan z rdečo črto.



Za pravilno narisan graf .... **(3 točke)**
Za gladki (nezlomljeni) sklenjeni krivulji, ki potekata v bližini vrisanih točk (lahko sta premici, ki gresta skozi koordinatno izhodišče) .... (1 točka)
Za pravilno vrisanih vsaj 6 točk, vsaj po 3 za vsako dolžino nihala) ... (1 točka)

(d) Na levi strani je začetni kot odmika nihala $\alpha_0 = 40°$, nihalo ima dolžino $r_3 = 0{,}500$ m. Na desni strani ima nihalo dolžino $r_1 = 0{,}250$ m, največji kot odmika β_0 pa določimo iz podatka, da je nihalo v obeh skrajnih legah na isti višini. Na sliki izmerimo $\beta_0 = 58°$.



Polovica nihaja opisanega nihala je sestavljena iz četrtine nihaja (polovice od pol nihaja) nihala z dolžino r_3 in največjim kotom odmika α_0 in četrtine nihaja (polovice od pol nihaja) nihala z dolžino r_1 in največjim kotom odmika β_0. To pomeni, da je čas za pol nihaja

$$t_{1/2} = \frac{1}{2}\,t_{1/2,r_3} + \frac{1}{2}\,t_{1/2,r_1}\,.$$

Časa $t_{1/2,r_3}$ in $t_{1/2,r_1}$ lahko izmerimo (merimo čas za 5 nihajev pri dolžinah nihala r_1 in kotu začetnega odmika β_0 ter r_3 in kotu začetnega odmika α_0). Dobimo $t_{1/2,r_3} = 0{,}74\,\text{s} \pm 0{,}05$ s, $t_{1/2,r_1} = 0{,}55\,\text{s} \pm 0{,}05$ s in $t_{1/2} = 0{,}65\,\text{s} \pm 0{,}10$ s.

Druga možnost je, da upoštevamo, da je $\beta_0 \approx 60^\circ$, kar ustreza eni od že opravljenih meritev. Iz tabele z rezultati meritev preberemo $t_{1/2,r_1} = 0{,}55\,\mathrm{s} \pm 0{,}05\,\mathrm{s}$. Za nihalo z dolžino r_3 in kotom začetnega odmika $\alpha_0 = 40^\circ$ pa lahko ocenimo čas za polovico nihaja kot srednjo vrednost časov za polovico nihaja nihal z dolžinama r_1 in r_2 pri istem kotu začetnega odmika, ker je r_3 srednja vrednost med r_1 in r_2. To je le približna ocena, dobimo $t_{1/2,r_3} \approx 0{,}72$ s in $t_{1/2} \approx 0{,}64\,\mathrm{s}\ \pm 0{,}10$ s.
Pot za pol nihaja je

$$s = s_{r_3} + s_{r_1}\,,$$

kjer dolžini lokov s_{r_1} pri dolžini nihala r_1 in kotu β_0 ter s_{r_3} pri dolžini nihala r_3 in kotu α_0 izračunamo, dobimo $s_{r_1} = 25{,}3$ cm, $s_{r_3} = 34{,}9$ in $s = 60{,}2$ cm.
Povprečno hitrost nihala izračunamo, kot običajno,

$$\bar{v} = \frac{s}{t_{1/2}} = \frac{60{,}2\,\mathrm{cm}}{0{,}64\,\mathrm{s}\ \pm\ 0{,}10\,\mathrm{s}} = 94{,}1\,\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}\ \pm\ 15\,\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}\,.$$

Za pravilno določeno povprečno hitrost .... **(3 točke)**
Za pravilno določen največji kot odmika na nasprotni strani ($58^\circ \pm 2^\circ$**)** (1 točka)
Za pravilno opravljene meritve ali sklepanje o srednji vrednosti časa $t_{1/2,r_3}$ ...
.... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C2** največ **10 točk**.