Društvo matematikov, fizikov
in astronomov Slovenije

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 14. april 2018

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

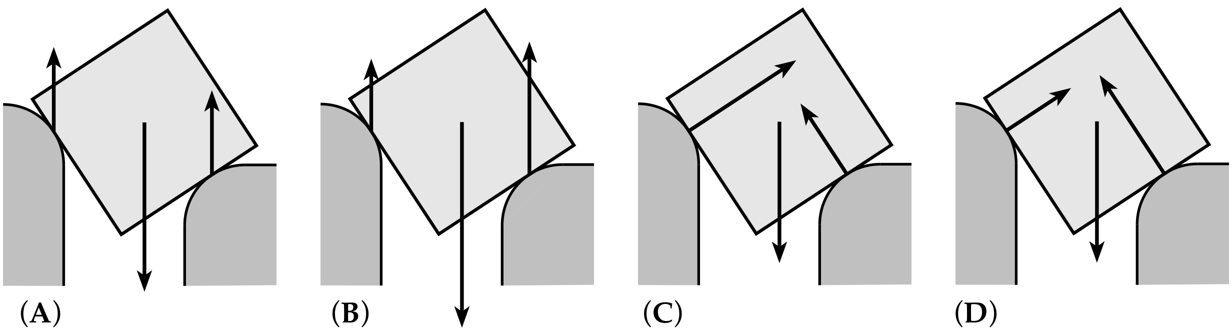
C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo ter list s fizikalnimi obrazci in konstantami.

Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred pravilnim odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (zgoraj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v sklopu B rešuj na tej poli. **Iz napisanega mora biti razvidno, kako si prišel do rezultata.** V sklopu B je število točk za pravilno rešitev navedeno pri nalogi. Negativnih točk v sklopu B ni.

Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

A1 Kocka miruje, kot kažejo slike. Trenja ni. Katera slika pravilno kaže sile, ki delujejo na kocko?



(**A**) (**B**) (**C**) (**D**)

A2 *Galone* in *pinti* so anglosaške prostorninske enote. Ameriška galona meri 3,785 litra, imperialna galona (v rabi v Veliki Britaniji) pa 4,5461 litra. Sodček piva vsebuje v Združenih državah Amerike 31 galon, v Veliki Britaniji pa 36 galon. V obeh državah meri *pint* osmino galone. Miles naroči 2 soda ameriškega piva, ki ga toči v angleške kozarce za 1 pint. Koliko kozarcev napolni, preden izprazni oba soda?

(**A**) 413 (**B**) 479 (**C**) 496 (**D**) 576

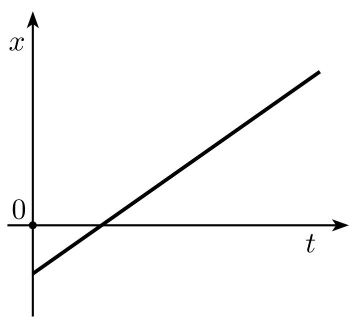
A3 Lega avta se s časom spreminja, kot kaže graf. Isto gibanje opiše tudi enačba

$$x = v \cdot t + x_0 \,.$$

Kakšna sta parametra v in x_0?

(**A**) $v > 0$ in $x_0 > 0$. (**B**) $v > 0$ in $x_0 < 0$.

(**C**) $v < 0$ in $x_0 > 0$. (**D**) $v < 0$ in $x_0 < 0$.



A4 V razpredelnici so podatki o masah m štirih kock in dolžinah njihovih robov a. Kocke stojijo na vodoravni podlagi. Pod katero kocko je največji tlak?

	(**A**)	(**B**)	(**C**)	(**D**)
m	20 mg	100 mg	14 g	130 kg
a	1 mm	10 mm	1 cm	1 m

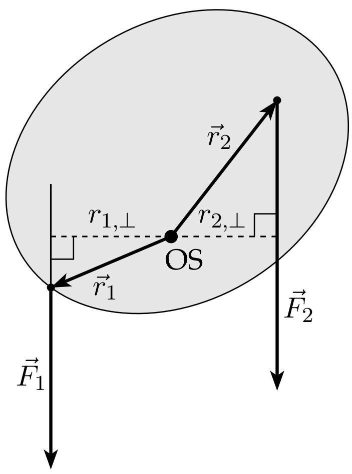
A5 V Ljubljani je najdaljši svetli del dneva junija 10 ur daljši od najkrajšega svetlega dela dneva decembra. Koliko ur traja najkrajši nočni del dneva v Ljubljani?

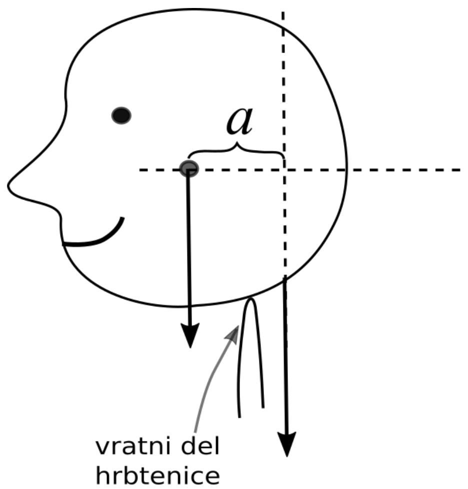
(**A**) 7 (**B**) 10 (**C**) 12 (**D**) 14

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Pri nalogi boš izračunal silo, s katero glava pritiska na prvo vratno vretence v hrbtenici, in tlak na medvretenčno ploščico med prvim in drugim vratnim vretencem. Upoštevati boš moral dodatni pogoj za ravnovesje, opisan tu: 14

Sivo telo na sliki je vpeto v osi (pravokotni na ta list), okoli katere se lahko vrti (v ravnini tega lista). Na telo delujeta sili $\vec{F}_1$ in $\vec{F}_2$, ki prijemljeta v točkah, do katerih iz osi kažeta ***ročici*** *$\vec{r}_1$ in $\vec{r}_2$. Telo miruje (se ne vrti okoli osi), če velja $F_1 \cdot r_{1,\perp} = F_2 \cdot r_{2,\perp}$.*





Slika prikazuje Jurijevo glavo v normalni legi. Lobanja sedi na prvem (zgornjem) vratnem vretencu vratne hrbtenice, kjer je os. Masa glave je 5 kg, težišče je pomaknjeno naprej (ni točno nad osjo). Mišice zadnjega dela vratu so pripete na lobanjo in vlečejo lobanjo navzdol. Stalna razdalja $a = 7$ cm (pri pokončni legi glave, glej sliko). Na sliki sta shematično (ne v merilu) prikazani dve sili na lobanjo.

(a) Na sliki glave označi os ter prikaza teže glave $\vec{F}_g$ in sile mišic zadnjega dela vratu $\vec{F}_m$. Označi ročici $\vec{r}_g$ in $\vec{r}_m$. 3

(b) V normalni legi glave, ki miruje, je $r_{g,\perp} = 3$ cm. S kolikšno silo vlečejo v tej legi lobanjo mišice zadnjega dela vratu? 2

(c) Kolikšna je v normalni legi glave sila lobanje na prvo vratno vretence? 1

(d) Med prvim in drugim vretencem je prva medvretenčna ploščica s presekom 2,7 cm^2. Kolikšen je tlak na ploščico pri normalni legi glave? Izrazi ga v enoti bar. Zanemari maso prvega vretenca. Zračnega tlaka ne upoštevaj.

1

(e) Jurij potisne glavo naprej tako, da se ročica $r_{g,\perp}$ poveča na 5 cm. Kolikšna je zdaj sila glave na prvo vretence in kolikšen je tlak na prvo medvretenčno ploščico?

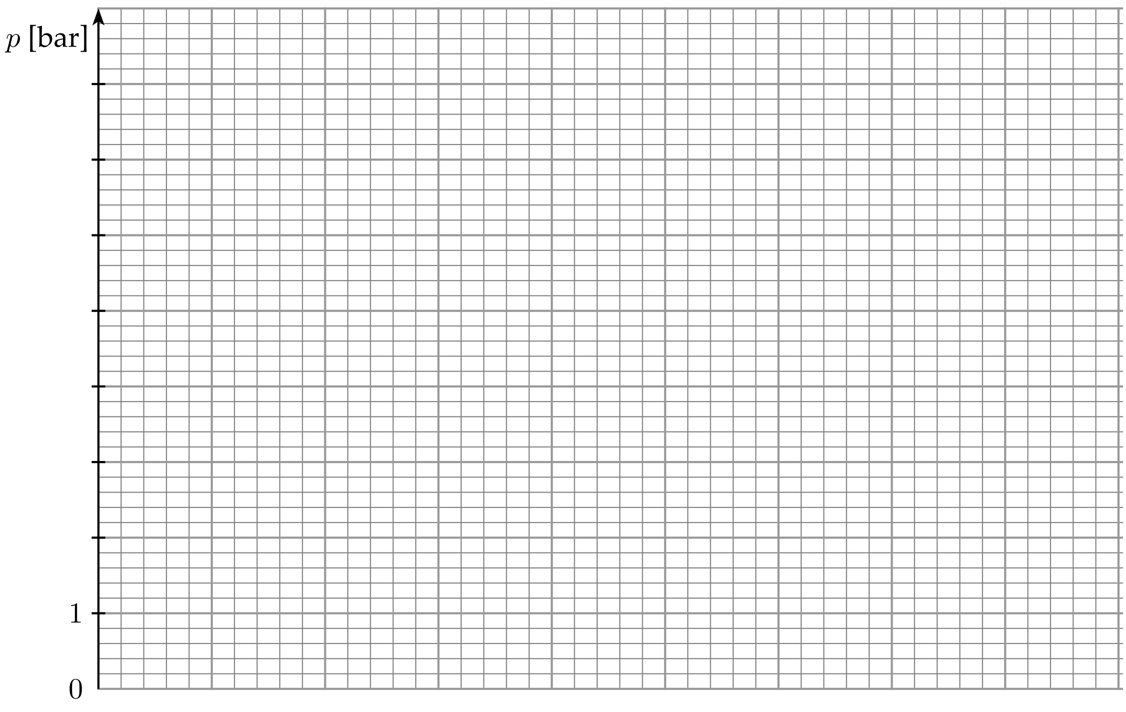
2

(f) Pri kateri legi glave (kolikšen je $r_{g,\perp}$) sta sila glave na prvo vratno vretence in tlak na prvo medvretenčno ploščico najmanjša in kolikšna sta?

2

(g) Nariši graf, ki kaže, kako je tlak na prvo medvretenčno ploščico odvisen od $r_{g,\perp}$ v območju možnih vrednosti ročice $r_{g,\perp}$, pri čemer ostaja zadnje vretence med prijemališčema teže in sile mišic zadnjega dela vratu in predpostaviš, da vlečejo vratne mišice lobanjo navzdol, da se torej smer sile vratnih mišic ne spremeni.

3



Σ B1

B2 Tri vozila se gibljejo v isti smeri. Tovornjak se giblje s stalno hitrostjo $45\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$, avtobus s stalno hitrostjo $75\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ in avto s hitrostjo $135\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$. V trenutku $t = 0$ je avtobus 10 km za tovornjakom, avto pa 11 km za avtobusom. **14**

(a) Ob katerem trenutku t_1 avtobus dohiti tovornjak? Čas t_1 izrazi v minutah. 2

(b) Kolikšne poti so do trenutka t_1 opravili tovornjak, avtobus in avto? 1

(c) V koordinatni sistem nariši dva grafa, ki kažeta, kako se s časom spreminjata legi tovornjaka in avtobusa od $t = 0$ do trenutka $2 \cdot t_1$. V koordinatnem sistemu označi tudi lego avta ob $t = 0$. Grafa jasno označi. 4

(d) V istem trenutku t_1 avto pripelje na črpalko. Koliko sta od črpalke tedaj oddaljena tovornjak in avtobus? 1

(e) Avto s črpalke odpelje v trenutku t_2, ko mimo nje vozi tovornjak. Avto nadaljuje pot s tako hitrostjo, kot jo je imel pred prihodom na črpalko. V katerem trenutku t_3 avto dohiti avtobus? 3

(f) V koordinatni sistem pri (c) nariši še graf, ki kaže, kako se s časom spreminja lega avta od $t = 0$ do trenutka t_3, ko avto drugič dohiti avtobus. Graf jasno označi. 1

(g) Koliko je ob t_3 od avta oddaljen tovornjak? 2

Σ B1

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 14. april 2018

C – eksperimentalna naloga: POTOPLJENO TELO

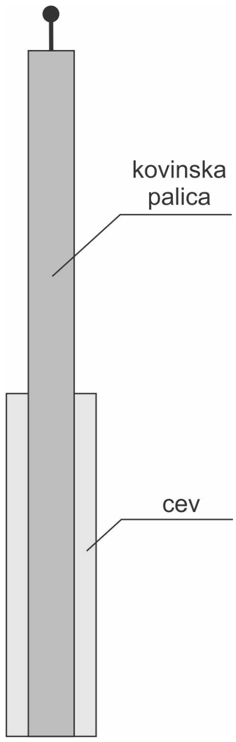
S potapljanjem telesa v vodo razišči njegove dimenzije, gostoto posameznega dela telesa in določi spreminjanje vzgona v odvisnosti od potopljenega dela telesa.

Pripomočki
– sestavljeno telo iz kovinske palice in cevi
– merilni valj
– silomer
– vrvica
– voda
– merilo (lastni geotrikotnik ali merilo na papirju)

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev. **Pri tem poskusu je zelo pomembno, da meritve izvedeš natančno.**

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

Telo je sestavljeno iz kovinske palice in cevi, ki obdaja spodnji del palice.



(a) S silomerom izmeri težo celotnega telesa in določi njegovo maso.

2

Teža celotnega telesa $F_g =$ ______________ N

Masa celotnega telesa $m =$ ______________ g

(b) S potapljanjem telesa v vodo izmeri prostornino celotnega telesa in določi prostornini obeh delov sestavljenega telesa.

3

(i) Prostornina celotnega telesa $V =$ ______________ ml

(ii) Določi prostornino kovinske palice. Pri tem si pomagaj z izmerjeno prostornino dela kovinske palice, ki ni obdana s cevjo.

Prostornina kovinske palice $V_p =$ ______________ ml

(iii) Izračunaj prostornino stene cevi.

Prostornina cevi $V_c =$ ______________ ml

(c) Izračunaj povprečno gostoto telesa in gostoto cevi, ki obdaja kovinsko palico. Gostota kovinske palice je $\rho_p = 2700\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

3

(i) Povprečna gostota telesa $\rho =$ ______________ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

(ii) Pri izračunu gostote cevi si pomagaj z enačbo: $m = \rho_p V_p + \rho_c V_c$, pri čemer je m masa celotnega telesa, ρ_p gostota palice, ρ_c gostota cevi, V_p prostornina palice in V_c prostornina stene cevi.

Gostota cevi $\rho_c =$ ______________ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

(d) Določi razmerje površin prečnih prerezov zgornjega dela (S_1) in spodnjega dela (S_2) telesa. (namig: Pomagaj si z merjenjem prostornin zgornjega in spodnjega dela telesa. Pri tem upoštevaj, da je prostornina dela telesa z enakim presekom enaka produktu dolžine h in površine prečnega prereza S dela telesa: $V = S \cdot h$.) | 2 |

Razmerje površin $\frac{S_2}{S_1} =$ ____________

(e) Razišči, kako se spreminja sila F, s katero moraš držati telo, da miruje v različnih položajih in kako se pri tem spreminja sila vzgona F_{vzg}. | 12 |

(i) Za različne položaje telesa izmeri silo F in izračunaj silo vzgona F_{vzg}. Vrednosti zapiši v tabelo. Pri tem je h_p višina potopljenega dela telesa pod vodno gladino.

Položaj telesa	h_p [mm]	F [N]	F_{vzg} [N]
1. Celotno telo je nad vodno gladino.			
2. V celoti je potopljen le spodnji del telesa.			
3. Potopljeno je celotno telo.			

(ii) Vrednosti iz tabele vnesi v graf, ki prikazuje velikost sile F v odvisnosti od višine potopljenega dela telesa h_p (točke v grafu označi s krogci). V isti graf vriši vrednosti iz tabele, ki prikazujejo silo vzgona F_{vzg} v odvisnosti od višine potopljenega dela telesa h_p (točke v grafu označi s križci).

(iii) S polno črto v graf nariši potek spreminjanja sile vzgona F_{vzg} v odvisnosti od potopljenega dela telesa h. Pri tem upoštevaj, da je pri konstantnem prerezu telesa prostornina potopljenega dela telesa premo sorazmerna z višino potopljenega dela telesa.

(iv) S črtkano črto v graf nariši spreminjanje sile F v odvisnosti od h.

(v) V graf doriši potek spreminjanja sile vzgona med potapljanjem telesa, če bi bila celotna kovinska palica obdana s cevjo. Graf ustrezno označi.

(vi) Kolikšno silo bi pokazal silomer, če bi predmet v celoti potopili, pri tem pa bi bila kovinska palica v celoti obdana s cevjo (spodnja in zgornja ploskev kovinske palice nista obdani s cevjo).

$F =$ ______________ N

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 14. april 2018

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo ter list s fizikalnimi obrazci in konstantami.

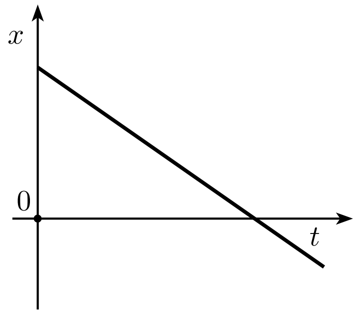
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred pravilnim odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (zgoraj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v sklopu B rešuj na tej poli. **Iz napisanega mora biti razvidno, kako si prišel do rezultata.** V sklopu B je število točk za pravilno rešitev navedeno pri nalogi. Negativnih točk v sklopu B ni.

Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

A1 Lega avta se s časom spreminja, kot kaže graf. Takšno gibanje opiše enačba

$$x = v \cdot t + x_0 \, .$$

Kakšna sta parametra v in x_0?



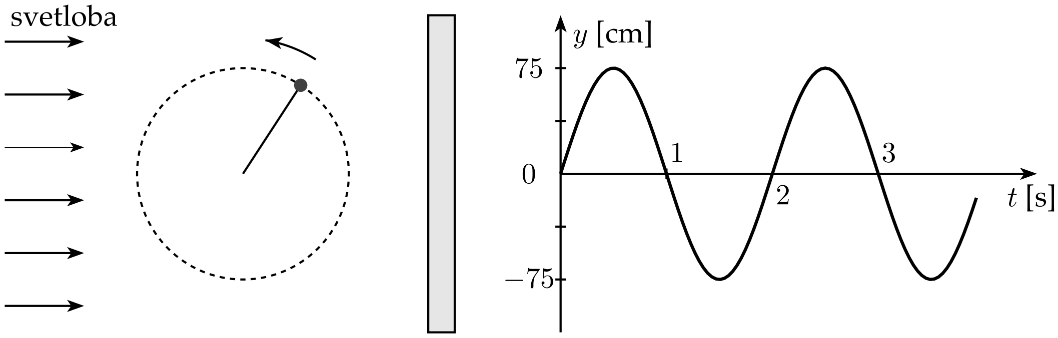
(A) $v > 0$ in $x_0 > 0$. **(B)** $v > 0$ in $x_0 < 0$.

(C) $v < 0$ in $x_0 > 0$. **(D)** $v < 0$ in $x_0 < 0$.

A2 V Ljubljani je najdaljši svetli del dneva junija 10 ur daljši od najkrajšega svetlega dela dneva decembra. Koliko ur traja najkrajši nočni del dneva v Ljubljani?

(A) 7 **(B)** 10 **(C)** 12 **(D)** 14

A3 Na vrtiljaku, ki se enakomerno vrti, sedi Jurček. Vrtiljak od strani osvetljujejo reflektorji. Na steni, ki je na drugi strani vrtiljaka nasproti reflektorja, opazujemo Jurčkovo senco. Slika kaže tloris vrtiljaka, označena je smer vrtenja vrtiljaka in smer, iz katere prihaja svetloba. Graf kaže, kako se odmik y Jurčkove sence od $y = 0$ spreminja s časom. S kolikšno hitrostjo se giblje Jurček?

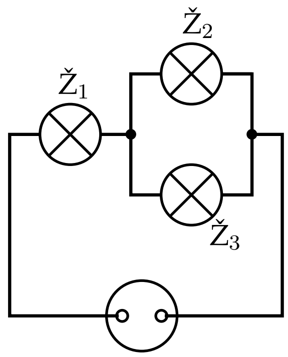


(A) $0{,}75\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ **(B)** $1{,}5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ **(C)** $1{,}18\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ **(D)** $2{,}36\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

A4 *Galone* in *pinti* so anglosaške prostorninske enote. Ameriška galona meri $3{,}785$ litra, imperialna galona (v rabi v Veliki Britaniji) pa $4{,}5461$ litra. Sodček piva vsebuje v Združenih državah Amerike 31 galon, v Veliki Britaniji pa 36 galon. V obeh državah meri *pint* osmino galone. Miles naroči 2 soda ameriškega piva, ki ga toči v angleške kozarce za 1 pint. Koliko kozarcev napolni, preden je sod prazen?

(**A**) 413 (**B**) 479 (**C**) 496 (**D**) 576

A5 Na vir napetosti so najprej vezane samo žarnice $Ž_1$, $Ž_2$ in $Ž_3$, kot kaže slika. Potem v vezje vežemo še četrto žarnico. Katera izjava je pravilna?



(**A**) Po vezavi žarnice $Ž_4$ se skupni tok skozi vir zagotovo poveča.

(**B**) Po vezavi žarnice $Ž_4$ se skupni tok skozi vir zagotovo zmanjša.

(**C**) Po vezavi žarnice $Ž_4$ se skupni tok skozi vir ne spremeni.

(**D**) Po vezavi žarnice $Ž_4$ se skupni tok skozi vir bodisi zmanjša bodisi poveča.

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Imaš te pripomočke: vir stalne napetosti, žice in 3 porabnike. Predpostavi, da za vse 3 porabnike velja, da je napetost na posameznem porabniku U_i premosorazmerna toku I_i, ki teče skozi porabnik, $U_i = R_i \cdot I_i$, kjer je R_i konstanten *upor* porabnika. Dva porabnika sta enaka ($R = R_1 = R_2 = 100\,\Omega = 100\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}}$), tretji ($R_3$) je različen: ko je na R_3 enaka napetost kot na porabniku R_1, teče skozi R_1 dvakrat tolikšen tok kot skozi porabnik R_3. **13**

(a) Kolikšen je R_3? 1

(b) Nariši sheme vseh možnih različnih vezav vseh 3 porabnikov, pri čemer skozi vse 3 porabnike teče tok, in sheme razločno označi s črkami A, B ... Porabnike označi z R in R_3. 3

(c) Pri kateri vezavi vseh 3 porabnikov teče skozi vir največji in pri kateri najmanjši tok?

2

(d) Ko je na vir napetosti priključen samo porabnik R_1, teče skozenj tok 180 mA. Kolikšna je napetost vira in kolikšna sta največji in najmanjši tok iz prejšnjega vprašanja?

3

(e) Izračunaj, kolikšni so tokovi skozi vir v vseh možnih preostalih vezavah 3 porabnikov.

4

Σ B1

B2 Sateliti in vesoljske postaje se gibljejo po (skoraj) krožnicah okoli Zemlje s hitrostmi, ki se po velikostih ne spreminjajo. Središča krožnic - tirnic - so v središču Zemlje. Obseg krožnice o izračunaj z obrazcem $o = 2 \cdot \pi \cdot r = 6{,}28 \cdot r$, kjer je r polmer krožnice. Ko povežemo gravitacijski in 2. Newtonov zakon, dobimo zvezo med r in hitrostjo satelita v **14**

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}\,, \quad \text{kjer je } m \text{ masa satelita,}$$

masa Zemlje je $M = 6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg, polmer Zemlje je $R = 6371$ km in gravitacijska konstanta je $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}}$.

(a) Mednarodna vesoljska postaja (ISS) kroži 405 km nad Zemljinim površjem. Kolikšno pot opravi pri enem obhodu? 1

(b) S kolikšno hitrostjo se giblje ISS? 2

(c) Kolikokrat v enem dnevu obkroži ISS Zemljo? 3

(d) Tirnice *geostacionarnih* satelitov ležijo v ekvatorski ravnini (presek ekvatorske ravnine in Zemlje je ekvator). Geostacionarni sateliti se gibljejo s takimi hitrostmi, da so stalno v zenitu nad isto točko nad Zemljo. Kolikšen je obhodni čas geostacionarnega satelita? 1

(e) Kolikšen je polmer tirnice geostacionarnega satelita? 4

(f) Prepostavi, da nad ekvatorjem v taki oddaljenosti, kot je ISS, obkroža Zemljo satelit DMFA. Giblje se v nasprotni smeri, kot se okoli svoje osi vrti Zemlja. V nekem trenutku je DMFA v zenitu nad točko na Viktorijinem jezeru v Afriki, kjer meja med Ugando in Kenijo seka ekvator. Čez koliko časa bo DMFA prvič ponovno v zenitu nad isto točko? 3

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 14. april 2018

C – eksperimentalna naloga: SESTAVLJENO TELO IN PREMIKAJOČI OBROČKI

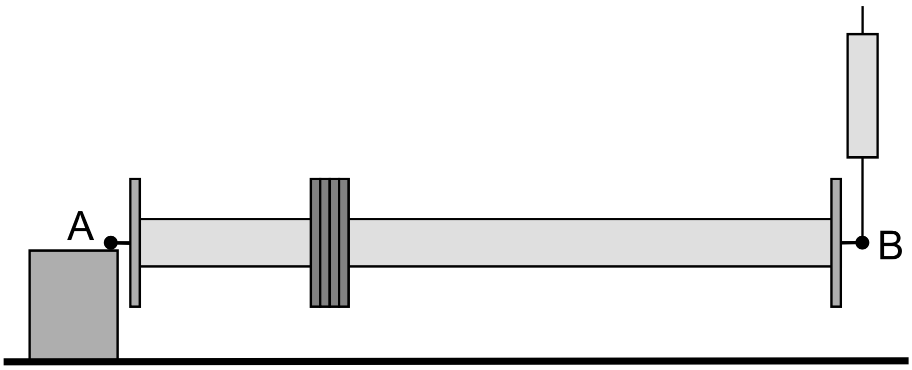
Razišči, kako se spreminjata sili v prijemališčih palice A in B pri premikanju obročev vzdolž palice in kolikšna je masa posameznega dela sestavljenega telesa.

Pripomočki
– sestavljeno telo iz plastične palice in šest kovinskih obročev
– podstavek
– silomer
– merilo

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev. **Pri tem poskusu je zelo pomembno, da meritve izvedeš natančno.**

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

Telo sestavlja plastična palica in šest kovinskih obročev. Dva obroča sta pritrjena na konca palice, štirje obroči pa so premični vzdolž palice. Palica je v vodoravni legi in podprta v točki A, v točki B pa visi na silomeru.



(a) S silomerom izmeri težo celotnega telesa in določi njegovo maso.

2

Teža telesa: _______________ N   Masa telesa: _______________ kg

(b) Telo postavi na podstavek, kot kaže slika. V prijemališču B drži telo s silomerom tako, da bo mirovalo v vodoravnem položaju. Silomera ne smeš premakniti v točko A.

3

(i) Določi silo F_A v primeru, ko so obroči postavljeni tako, da velja $F_A = F_B$.

$F_A =$ _______________ N

(ii) Premikajoče obroče postavi tako, da bo sila F_A, s katero podstavek deluje na telo v prijemališču A, največja. Kolikšna je sila F_A v tem primeru?

$F_A =$ _______________ N

(iii) Premikajoče obroče postavi tako, da bo sila F_A, s katero podstavek deluje na telo v prijemališču A, najmanjša. Kolikšna je sila F_A v tem primeru?

$F_A =$ _______________ N

(c) Vse premikajoče obroče postavi v skrajno lego k prijemališču B. Če telo miruje, velja naslednja zveza:

6

$$F_A \cdot \frac{L}{2} + F_g \cdot r = F_B \cdot \frac{L}{2}$$

Pri tem je L razdalja med točkama A in B, r razdalja od težišča palice s pritrjenima obročema do težišča skupine premikajočih se obročev in F_g skupna teža premikajočih se obročev.

(i) Izmeri razdalji L in r ter sili v prijemališčih A in B.

$L =$ _______________ cm $F_A =$ _______________ N

$r =$ _______________ cm $F_B =$ _______________ N

(ii) S prej zapisano zvezo izračunaj maso enega obroča. Pri tem predpostavi, da je masa vseh obročev na palici enaka.

$m_1 =$ _______________ g

(iii) Določi maso plastične palice m_p. Maso vijakov v obeh prijemališčih lahko zanemariš.

$m_p =$ ______________ g

(d) Nariši graf $F_B(x)$, ki ponazarja spreminjanje velikosti sile F_B v prijemališču B v odvisnosti od razdalje x. Ta razdalja x predstavlja razdaljo od prijemališča A do težišča obročev, ki jih pri poskusu premikamo.

(i) Premikaj vse štiri obroče hkrati tako, da so med seboj v stiku (obroči, ki jih premikaš, se vedno med seboj dotikajo). Izmeri silo F_B za primera, ko so vsi premakljivi obroči v eni izmed skrajnih leg (skrajno levo ali skrajno desno na palici). Izmeri F_B še za tri različne vmesne lege. Vse izmerjene vrednosti vnesi v graf in nariši krivuljo, ki ponazarja $F_B(x)$. Na vodoravni osi grafa (abscisa) je x.

(ii) V graf doriši še tri krivulje, ki ponazarjajo $F_B(x)$, če premikamo le en obroč, le dva obroča v stiku in le tri obroče v stiku. Obroči, ki jih ne premikamo, so ves čas v skrajni legi ob prijemališču A. Jasno označi z 1, 2, 3 in 4, katera črta v grafu predstavlja potek spreminjanja $F_B(x)$ za izbrano število obročev, ki jih med meritvijo premikaš v različne lege.

(iii) V graf doriši še krivuljo, ki ponazarja $F_B(x)$, če bi po palici premikali 6 obročev od ene do druge skrajne lege. Krivuljo označi s 6.

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 $V_p = 2 \cdot 31 \cdot 3{,}785\,\text{litrov} = 234{,}7\,\text{litrov}$. 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

$$\text{(A)} \qquad N = \frac{V_p}{V_k} = \frac{234{,}7\,\text{l}}{0{,}568\,\text{l}} = 413$$

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).

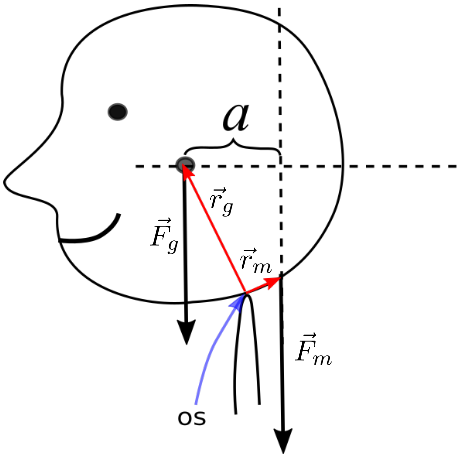
A4 V razpredelnici so izračunane teže kock, ploščine ploskev in tlaki pod kockami.

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

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

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 $F_v = F_g + F_m = 50\,\mathrm{N} + 37{,}5\,\mathrm{N} = 87{,}5$ N. Glava deluje na prvo vratno vretence z nasprotno enako silo $F_{g\to v} = 87{,}5$ N.
Za pravilno silo glave na prvo vratno vretence .... **(1 točka)**

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

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

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

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

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

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

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

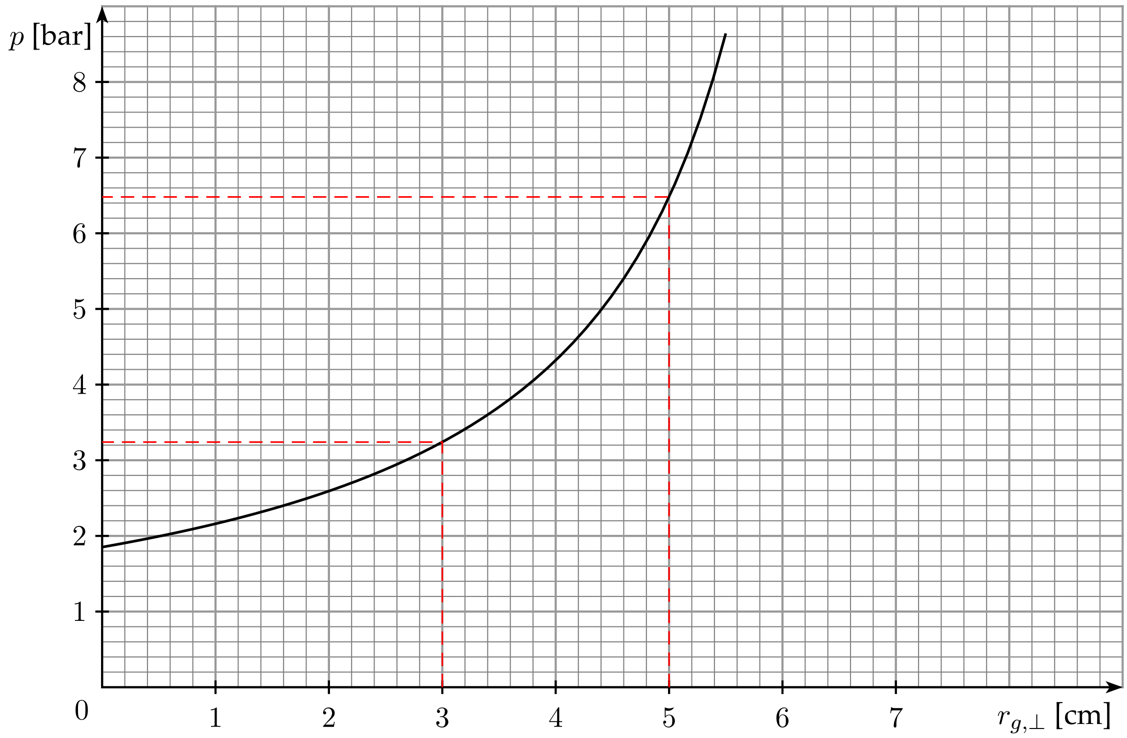
$$F_m = F_g \cdot \frac{r_{g,\perp}}{r_{m,\perp}} = 50\,\mathrm{N} \cdot \frac{0\,\mathrm{cm}}{7\,\mathrm{cm}} = 0,$$

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

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

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 narisan 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 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}}$. Tovornjak vozi s hitrostjo $v_t = 45\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 0{,}75\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}}$, avtobus s hitrostjo $v_b = 75\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 1{,}25\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}}$ in avto s hitrostjo $v_a = 135\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 2{,}25\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}}$.

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 $d_1 = 10$ km daljša od poti tovornjaka, $s_{b,1} = s_{t,1} + d_1$. Izrazimo čas t_1,

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

Za pravilen čas t_1 .... **(2 točki)**

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

(b) Do trenutka t_1 je tovornjak prevozil pot $s_{t,1} = v_t \cdot t_1 = 15$ km, avtobus pot $s_{a,1} = v_a \cdot t_1 = 25$ km in avto pot $s_{a,1} = v_a \cdot t_1 = 45$ 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 $t = 2 \cdot t_1 = 40$ 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 pravilen 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 km + 11 km = 21 km oddaljena od začetne lege tovornjaka, kar pomeni, da je črpalka od začetne lege tovornjaka oddaljena za 45 km −21 km = 24 km. Tovornjak je do t_1 prevozil pot $s_{t,1} = 15$ km, kar pomeni, da sta tovornjak in avtobus v trenutku t_1, ko se srečata, od črpalke oddaljenja še za $d_2 = 24$ km −15 km = 9 km (in se črpalki približujeta).

Za pravilno oddaljenost .... **(1 točka)**

(e) Tovornjak pot $d_2 = 9$ km do črpalke opravi v času

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

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

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

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 črpalki Δt_2 .... (1 točka)

Za pravilno razdaljo d_3 .... (1 točka)

(f) Z rdečo črto je v koordinatnem sistemu pri (c) narisan 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 $F_g = 0{,}48$ N $\pm 0{,}02$ N.

Za pravilno izmerjeno težo .... (1 točka)

Masa celotnega telesa $m = 48$ g ± 2 g.

Za pravilno določeno maso .... (1 točka)

(b) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. Prostornina celotnega telesa $V = 23$ ml ± 1 ml.
Za pravilno izmerjeno prostornino .... (1 točka)

ii. Prostornina kovinske palice $V_p = 14$ ml ± 1 ml.
Za pravilno določeno prostornino kovinske palice .... (1 točka)

iii. Prostornina stene cevi $V_c = 9$ ml ± 1 ml.
Za pravilno določeno prostornino stene cevi .... (1 točka)

(c) Pravilni odgovori na podvprašanja:

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

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

Za pravilno uporabljeno enačbo .... (1 točka)

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

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

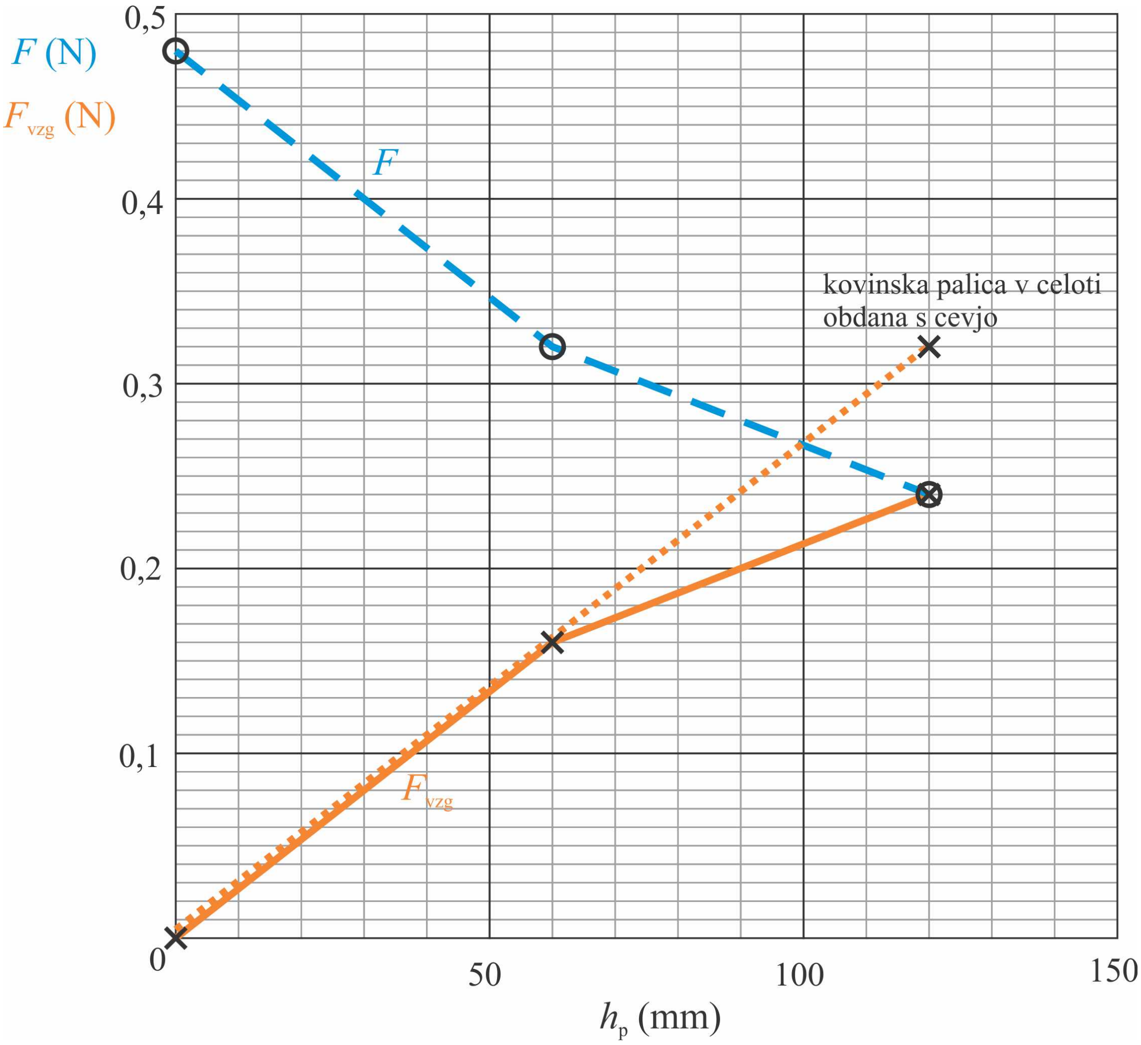
S črtkano črto v graf narisan potek spreminjanja sile F v odvisnosti od h_p ...... (1 točka)

(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**.

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

9. 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**
C	A	D	A	D

A1 Ob času $t = 0$ je koordinata lege $x = v \cdot 0 + x_0 = x_0 > 0$. S časom se koordinata lege x zmanjšuje, zato očitno velja $v < 0$. Pravilna rešitev je (C).

A2 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.

A3 Iz grafa preberemo, da je polmer krožnice, po kateri se na vrtiljaku giblje Jurček, $R = 0{,}75$ m. Jurček opravi cel obhod v (obhodnem) času $t_o = 2$ s. Pot pri enem obhodu je $s_o = 2 \cdot \pi \cdot R = 4{,}71$ m in Jurčkova hitrost je (D) $v = \frac{s_o}{t_o} = 2{,}36\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

A4 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

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

angleških kozarcev za 1 pint.

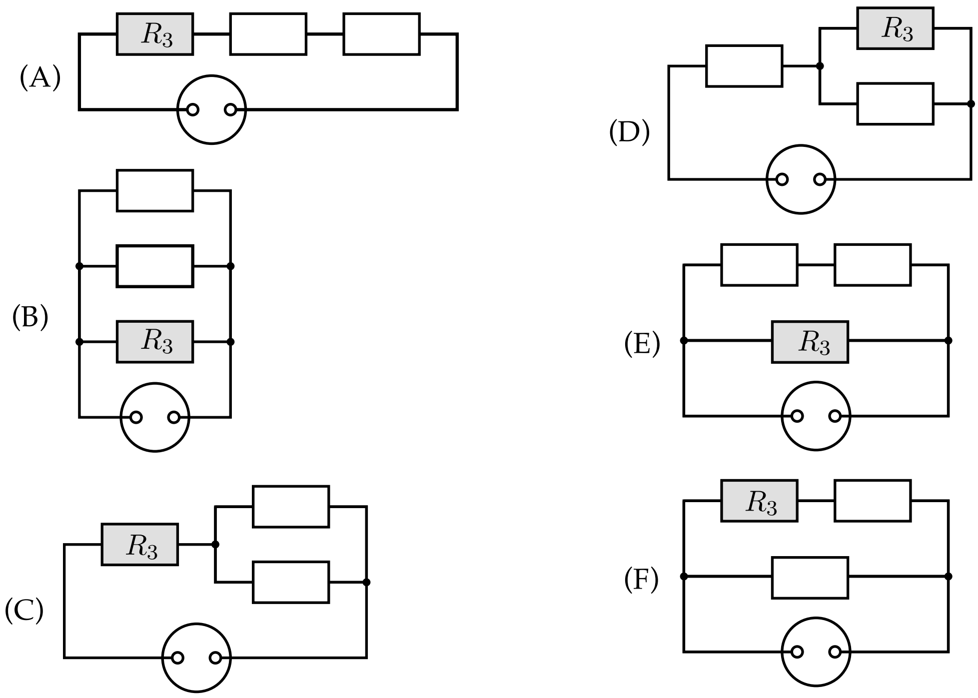
A5 Pravilna izjava je (D). Četrto žarnico lahko vežemo v krog tako, da se tok skozi vir bodisi poveča (če jo kateremukoli elementu ali elementom, ki so že v krogu, vežemo vzporedno) bodisi zmanjša (če jo vežemo zaporedno s katerimkoli elementom, ki je že v krogu).

Sklop B:

B1 (a) Upoštevamo povezavo med napetostma na porabnikih R_1 in R_3 in tokovoma skozi njiju, $U_1 = R_1 \cdot I_1 = R_1 \cdot 2 \cdot I_3 = U_3 = R_3 \cdot I_3$, odkoder dobimo $R_3 = 2 \cdot R_1 = 2 \cdot R = 200\,\Omega$.

Za pravilno vrednost R_3 **. . . . . (1 točka)**

(b) Obstaja 6 različnih vezav 3 porabnikov, od katerih sta dva enaka. Vezave so na slikah od A do F.



Razvidno mora biti, kateri porabniki so v vezjih vezani na določena mesta.

Za vseh 6 različnih vezav . . . . (3 točke)
Za 4 ali 5 različnih vezav . . . . (2 točki)
Za 3 različne vezave . . . .(1 točka)

(c) Največji tok teče skozi vir pri vezavi (B), ko so vsi 3 porabniki vezani vzporedno. Najmanjši tok teče skozi vir pri vezavi (A), ko so vsi 3 porabniki vezani zaporedno.

Za pravilno ugotovitev, pri kateri vezavi teče največji tok (glede na vezave, ki jih ima tekmovalec narisane) . . . . (1 točka)
Za pravilno ugotovitev, pri kateri vezavi teče najmanjši tok (glede na vezave, ki jih ima tekmovalec narisane) . . . . (1 točka)

(d) Ko je na vir priključen samo porabnik $R_1 = 100\,\Omega$, teče skozenj tok $I_0 = 180$ mA $= 0{,}18$ A, kar pomeni, da je na porabniku napetost

$$U_1 = R_1 \cdot I_0 = 100\,\Omega \cdot 0{,}18\,\text{A} = 18\,\text{V}.$$

To je v primeru, ko je na vir priključen samo ta porabnik, hkrati tudi napetost vira, $U_0 = 18$ V.

V vezju (B) so vsi porabniki na vir napetosti vezani vzporedno, kar pomeni, da je na vsakem od njih napetost 18 V. Skozi vsakega od (enakih) porabnikov R_1 in R_2 tečeta enaka tokova $I_1 = I_2 = I_0 = 180$ mA, skozi porabnik R_3 pa teče pol manjši tok $I_3 = 90$ mA. Tok skozi vir je vsota tokov skozi porabnike, $I_B = I_1 + I_2 + I_3 = 450$ mA.

V vezju (A) so vsi porabniki na vir napetosti vezani zaporedno, kar pomeni, da teče skozi vse - in vir - isti tok I_A. Napetosti na porabnikih R_1 in R_2 sta enaki, $U_1 = U_2 = R_1 \cdot I_A$. Napetost na porabniku R_3 je $U_3 = R_3 \cdot I_A = 2 \cdot R_1 \cdot I_A = 2 \cdot U_1$. Vsota napetosti na vseh 3 porabnikih je enaka napetosti vira, $U_0 = U_1 + U_2 + U_3 = 4 \cdot U_1$, odkoder dobimo napetost $U_1 = \frac{1}{4} U_0 = 4{,}5\ \mathrm{V}$. Iz napetosti U_1 lahko izračunamo tok I_A,

$$I_A = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4{,}5\,\mathrm{V}}{100\,\Omega} = 0{,}045\,\mathrm{A} = 45\,\mathrm{mA}.$$

Za pravilno napetost vira .... (1 točka)
Za pravilen največji tok .... (1 točka)
Za pravilen najmanjši tok .... (1 točka)

(e) V vezju (C) sta enaka porabnika R_1 in R_2 vezana vzporedno, kar pomeni, da je na njiju ista napetost U_1 in da skozi njiju tečeta enaka tokova $I_1 = I_2$. Skozi porabnik R_3 teče isti tok kot skozi vir in ta tok je vsota tokov skozi porabnika R_1 in R_2; $I_3 = I_C = I_1 + I_2 = 2 \cdot I_1$. Napetost vira U_0 je vsota napetosti na porabnikih R_3 in R_1 (ali R_2): $U_0 = U_3 + U_1 = R_3 \cdot I_C + R_1 \cdot \frac{1}{2} I_C$, odkoder izrazimo tok I_C,

$$I_C = \frac{U_0}{R_3 + \frac{1}{2} R_1} = \frac{18\,\mathrm{V}}{250\,\Omega} = 0{,}072\,\mathrm{A} = 72\,\mathrm{mA}.$$

V vezju (D) sta različna porabnika R_1 in R_3 vezana vzporedno, kar pomeni, da je na njiju ista napetost. Tok I_3 skozi porabnik R_3 je polovica toka I_1 skozi R_1, $I_3 = \frac{1}{2} I_1$. Tok skozi vir in porabnik R_2 je vsota teh dveh tokov, $I_D = I_1 + I_3 = I_1 + \frac{1}{2} I_1 = \frac{3}{2} I_1$. Napetost vira U_0 je vsota napetosti na porabnikih R_2 in R_1 (ali R_3): $U_0 = U_2 + U_1 = R \cdot I_D + R \cdot I_1 = R \cdot \frac{3}{2} I_1 + R \cdot I_1 = R \cdot \frac{5}{2} I_1$, odkoder izrazimo tokova I_1 in I_D,

$$I_1 = \frac{U_0}{\frac{5}{2} R} = \frac{18\,\mathrm{V}}{250\,\Omega} = 0{,}072\,\mathrm{A} = 72\,\mathrm{mA} \qquad \text{in} \qquad I_D = \frac{3}{2} I_1 = 0{,}108\,\mathrm{A} = 108\,\mathrm{mA}.$$

V vezju (E) je na porabniku R_3 napetost $U_3 = U_0$ in skozenj teče tok $I_3 = 90$ mA. Enaka porabnika R_1 in R_2 sta vezana zaporedno, skozi njiju teče isti tok I_1 in na vsakem od njiju je polovica napetosti vira, $U_1 = \frac{1}{2} U_0$, zato skozi njiju teče pol tolikšen tok kot v primeru, ko je na enem od njiju cela napetost vira. Velja $I_1 = 90$ mA. Tok skozi vir je vsota obeh tokov, $I_E = I_3 + I_1 = 0{,}18$ A $= 180$ mA.

V vezju (F) je na porabniku R_1 napetost $U_1 = U_0$ in skozenj teče tok $I_1 = 180$ mA. Različna porabnika R_2 in R_3 sta vezana zaporedno, skozi njiju teče isti tok I_2. Napetost U_3 na porabniku R_3 je dvakrat tolikšna kot napetost U_2 na R_2, $U_3 = 2 \cdot U_2$. Vsota teh dveh napetosti je enaka napetosti vira, $U_0 = U_2 + U_3 = 3 \cdot U_2$. Ker je napetost U_2 na R_2 enaka tretjini napetosti vira, je tok I_2 skozi vejo, kjer sta zaporedno vezana R_2 in R_3 tretjina toka I_0; $I_2 = \frac{1}{3} I_0 = 0{,}06$ A $= 60$ mA. Tok skozi vir je vsota tokov I_1 in I_2, $I_F = I_1 + I_2 = 0{,}24$ A $= 240$ mA.

Za vse 4 pravilne tokove .... (4 točke)
Za vsak posamezni pravilni tok .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **13 točk**.

B2 (a) Mednarodna vesoljska postaja, ki se giblje na višini $h = 405$ km nad Zemljinim površjem, se giblje po krožnici s polmerom $r = R + h = 6371\,\mathrm{km} + 405\,\mathrm{km} = 6776\,\mathrm{km}$. Pri enem obhodu opravi pot

$$s = 2 \cdot \pi \cdot r = 6{,}28 \cdot 6776\,\mathrm{km} = 42\,575\,\mathrm{km}.$$

Za pravilno pot .... (1 točka)

(b) Hitrost, s katero se giblje ISS, izrazimo iz zapisane zveze med polmerom tirnice r in hitrostjo v,

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}^2 \cdot 6{,}0 \cdot 10^{24}\,\mathrm{kg}}{\mathrm{kg}^2 \cdot 6776 \cdot 10^3\,\mathrm{m}}} = 7685\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 7{,}685\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}\,.$$

Za pravilno hitrost .... (2 točki)
Za pravilni izraz za hitrost .... (1 točka)

(c) Čas, ki ga ISS potrebuje za en obhod Zemlje, je

$$t_0 = \frac{s}{v} = \frac{42\,575\,\mathrm{km} \cdot \mathrm{s}}{7{,}685\,\mathrm{km}} = 5540\,\mathrm{s} = 92\,\mathrm{min}\,20\,\mathrm{s}.$$

En dan traja $t_{1dan} = 24 \cdot 60 \cdot 60$ s $= 86\,400$ s. V tem času ISS obkroži Zemljo

$$N = \frac{t_{1dan}}{t_0} = \frac{86\,400\,\mathrm{s}}{5540\,\mathrm{s}} = 15{,}6 - \mathrm{krat}.$$

Za pravilni odgovor .... (3 točke)
Za pravilni čas enega obhoda .... (1 točka)
Za pravilno upoštevano trajanje enega dneva .... (1 točka)

(d) Če naj bo geostacionarni satelit neprestano nad isto točko na ekvatorju, je čas, v katerem opravi satelit en obhod po svoji krožni tirnici, $t_{gs} = t_{1dan} = 1$ dan. (Če smo zelo natančni in upoštevamo, da se v enem dnevu tudi Zemlja premakne na svoji tirnici okoli Sonca, ugotovimo, da je čas, v katerem satelit opravi točno en obhod - 360° -, nekoliko krajši od 1 dneva - za približno 4 minute. Tega popravka v nadaljevanju ne bomo upoštevali.)

Za pravilni odgovor .... (1 točka)

(e) Geostacionarni satelit kroži po tirnici s polmerom r_{gs}, ki jo moramo izračunati. Pri enem obhodu opravi pot $s_{gs} = 2 \cdot \pi \cdot r_{gs}$.
Združimo dve zvezi za hitrost satelita, ki smo ju že zapisali ali uporabili,

$$v_{gs} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r_{gs}}} \qquad \text{in} \qquad v_{gs} = \frac{s_{gs}}{t_{gs}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{gs}}{t_{1dan}},$$

dobimo

$$\sqrt{\frac{G \cdot M}{r_{gs}}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{gs}}{t_{1dan}},$$

obe strani enačbe kvadriramo,

$$\frac{G \cdot M}{r_{gs}} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_{gs}^2}{t_{1dan}^2},$$

izrazimo r_{gs},

$$r_{gs}^3 = \frac{G \cdot M \cdot t_{1dan}^2}{4 \cdot \pi^2}$$

oziroma

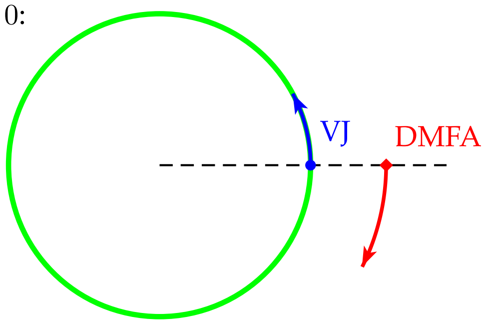
$$r_{gs} = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot t_{1dan}^2}{4 \cdot \pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{N \cdot m^2} \cdot 6{,}0 \cdot 10^{24}\,\mathrm{kg} \cdot (86\,400\,\mathrm{s})^2}{\mathrm{kg}^2 \cdot (6{,}28)^2}} =$$
$$= 42{,}3 \cdot 10^6\,\mathrm{m} = 42{,}3 \cdot 10^3\,\mathrm{km}.$$

Za pravilni odgovor .... **(4 točke)**
Za hitrost, izraženo s časom obhoda t_{1dan} in polmerom tirnice geostacionarnega satelita r_{gs} .... (1 točka)
Za pravilno izenačenje obeh izrazov za hitrost .... (1 točka)
Za delno pravilno obračanje enačb .... (1 točka)

(f) Satelit DMFA kroži v ekvatorski ravnini po tirnici, ki ima polmer enak polmeru tirnice ISS satelita $r = 6776\,\mathrm{km}$, s hitrostjo, ki je enaka hitrosti ISS satelita, $v = 7{,}685\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$. Pri enem celem obhodu opravi pot $s = 42\,575\,\mathrm{km}$.

V trenutku $t = 0$ je v zenitu nad Viktorijinim jezerom v Afriki, in ob času t_1 je ponovno v zenitu nad isto točko. Medtem se nekoliko zasuče tudi Zemlja, zato satelit DMFA do t_1 ne opravi celega obhoda (in poti s), ampak je njegova pot s_1 manjša od s za del poti

ob $t = 0$:

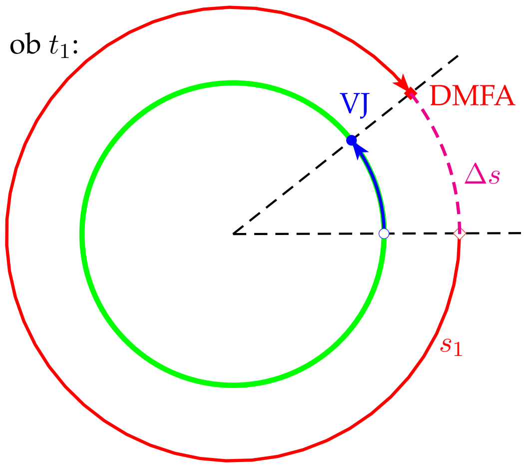


$$\Delta s = s \cdot \frac{t_1}{1\,\mathrm{dan}},$$

velja

$$s_1 = s - \Delta s = s - s \cdot \frac{t_1}{1\,\mathrm{dan}}.$$

ob t_1:



Satelit DMFA se giblje s hitrostjo v in velja tudi

$$s_1 = v \cdot t_1.$$

Izenačimo oba izraza za s_1,

$$v \cdot t_1 = s - s \cdot \frac{t_1}{1\,\mathrm{dan}}$$

in izrazimo čas t_1,

$$t_1 = \frac{s}{v + \frac{s}{1\,\mathrm{dan}}} = \frac{42\,575\,\mathrm{km}}{7{,}685\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}} + \frac{42\,575\,\mathrm{km}}{1\,\mathrm{dan}}} = 5206\,\mathrm{s} = 86\,\mathrm{min}\,46\,\mathrm{s}.$$

Za pravilni čas t_1 .... **(3 točke)**
Za kvalitativno pravilno upoštevano vrtenje Zemlje (npr. jasno skico), zaradi česar je pot satelita krajša od s .... (1 točka)
Za pravilen izraz za skrajšano pot ali razliko poti, izraženo s časom za 1 Zemljin obrat (1 dan) .... (1 točka)

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

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke. Rešitve so podane za primer, ko je razdalja med točkama A in B enaka $32{,}0 \pm 0{,}5$ cm.

(a) Teža telesa je $4{,}5$ N $\pm 0{,}2$ N.
Masa telesa je $0{,}45$ kg $\pm 0{,}02$ kg.

Za pravilno izmerjeno težo .... (1 točka)
Za pravilno določeno maso .... (1 točka)

(b) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. $F_A = 2{,}3$ N $\pm 0{,}2$ N.

Za pravilno določeno silo F_A .... (1 točka)

ii. $F_A = 3{,}3$ N $\pm 0{,}2$ N.

Za pravilno določeno silo F_A .... (1 točka)

iii. $F_A = 1{,}2$ N $\pm 0{,}2$ N.

Za pravilno določeno silo F_A .... (1 točka)

(c) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. V našem primeru je bila palica dolga $32{,}0$ cm $\pm 0{,}5$ cm.

$L = 32$ cm $\pm 0{,}5$ cm $\qquad F_A = 1{,}2$ N $\pm 0{,}2$ N

$r = 14$ cm $\pm 0{,}4$ cm $\qquad F_B = 3{,}4$ N $\pm 0{,}2$ N

Za pravilno izmerjeni razdalji .... (1 točka)
Za pravilno določeni sili .... (1 točka)

ii. Iz zapisane enačbe izrazimo F_g,

$$F_g = \frac{L}{2r} \cdot (F_B - F_A) = 2{,}4\,\mathrm{N} \pm 0{,}4\,\mathrm{N}.$$

Določimo maso 4 obročev, $m = 240$ g ± 40 g, in maso 1 obroča, $m_1 = 60$ g ± 10 g.

Za pravilno izraženo težo štirih obročev .... (1 točka)
Za pravilno izračunano maso enega obroča .... (1 točka)

iii. Maso izračunamo tako, da od mase telesa odštejemo maso obročev, $m_p = (450\,\mathrm{g} \pm 20\,\mathrm{g}) - (360\,\mathrm{g} \pm 40\,\mathrm{g}) = (90\,\mathrm{g} \pm 60\,\mathrm{g})$.

Za pravilno upoštevanje mase šestih obročev .... (1 točka)
Za pravilnoizračunano maso palice (ne ocenjeno) .... (1 točka)

(d) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. Graf

Za pravilno vrisani meritvi v graf za obe skrajni legi .... (1 točka)
Za pravilno izmerjene tri meritve in vrisane v graf .... (1 točka)
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... (1 točka)

ii. 1 obroč:

Za pravilno izmerjeni meritvi in vrisani v graf .... (1 točka)
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... (1 točka)

2 obroča:

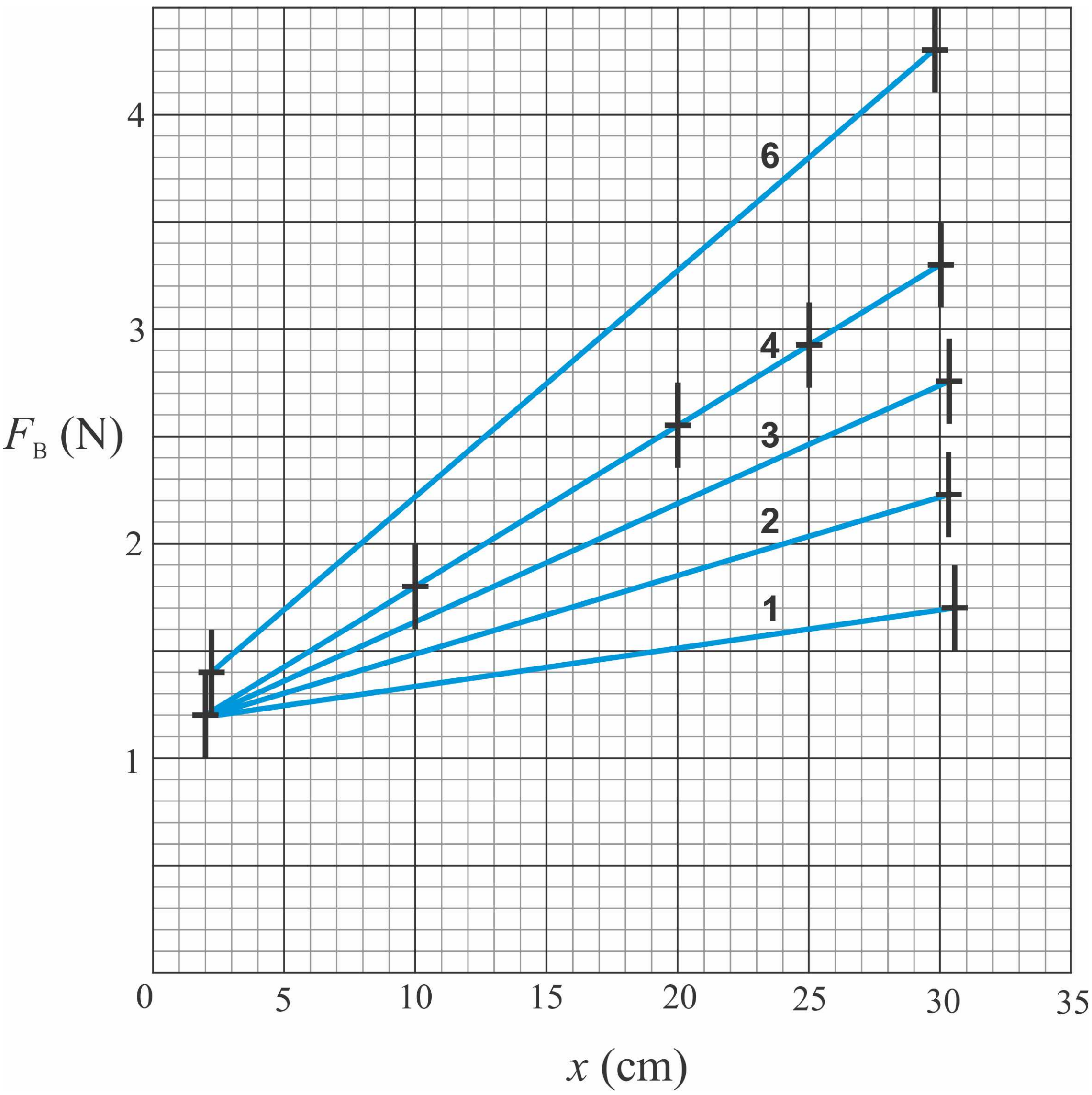
Za pravilno izmerjeni meritvi in vrisani v graf .... **(1 točka)**
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... **(1 točka)**

3 obroči:

Za pravilno izmerjeni meritvi in vrisani v graf .... **(1 točka)**
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... **(1 točka)**

iii. Teža palice s 6 obroči je $F' = F + 2 \cdot F_{g,1} = 4{,}5\,\mathrm{N} + 1{,}2\,\mathrm{N} = 5{,}7\,\mathrm{N} \pm 0{,}2\,\mathrm{N}$.
F je teža palice s 4 obroči, $F = 4{,}5\,\mathrm{N} \pm 0{,}2\,\mathrm{N}$.
$F_{g,1}$ je teža 1 obroča, $F_{g,1} = 0{,}6\,\mathrm{N} \pm 0{,}1\,\mathrm{N}$.

Za pravilno izračunano skupno težo .... **(1 točka)**
Za pravilno vrisano maksimalno silo F_B .... **(1 točka)**
Za pravilno vrisano minimalno silo F_B .... **(1 točka)**
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... **(1 točka)**



Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **24 točk**.