Društvo matematikov, fizikov
in astronomov Slovenije

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje v znanju fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 14. maj 2022

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 90 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 Mehiško mesto Acapulco leži v subtropskem pasu na geografski širini $16°$ severno od ekvatorja. Sonce je v zenitu nad Acapulcom 11. maja. José v Acapulcu opazuje senco, ki jo meče navpična palica na vodoravna tla, 11. junija ob 15. uri. Približno v katero smer kaže senca njegove palice?

(**A**) SV (**B**) JV (**C**) SZ (**D**) JZ

A2 Osmošolci izvajajo poskuse s telesoma A in B. Ugotovijo, da je prostornina telesa A večja od prostornine telesa B. Potem vzamejo 2 merilni posodi in ju do roba napolnijo z vodo. V prvo posodo previdno položijo telo A, v drugo pa telo B. Čez rob vsake posode se prelije 10 ml vode. Katera od spodnjih trditev za telesi A in B velja?

(**A**) A plava, B plava ali potone. (**B**) A potone, B plava ali potone.

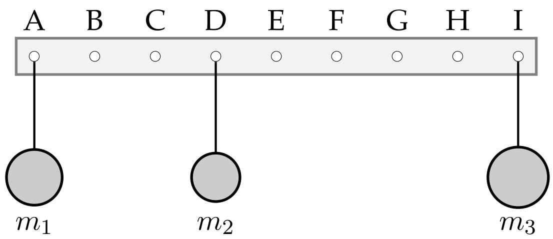
(**C**) B plava, A plava ali potone. (**D**) B potone, A plava ali potone.

A3 Milan se tretjino svoje poti giblje s hitrostjo $60\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, preostanek poti pa s hitrostjo $80\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Dragan se tretjino svojega časa giblje s hitrostjo $120\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, preostanek časa pa s hitrostjo $40\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Kdo se giblje z večjo povprečno hitrostjo?

(**A**) Milan. (**B**) Oba se gibljeta z enako povprečno hitrostjo.

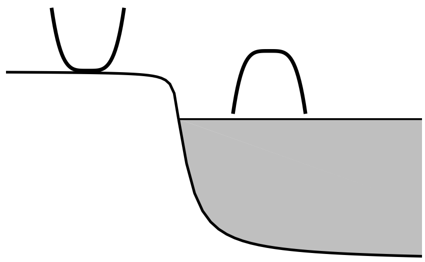
(**C**) Dragan. (**D**) Ne moremo določiti.

A4 Lahka prečka ima enakomerno razmaknjene luknjice A, B .... Na prečko obesimo 3 uteži, kot prikazuje skica. Njihove mase so $m_1 = 40$ g, $m_2 = 20$ g in $m_3 = 80$ g. V katero luknjico privežemo vrvico, na katero bomo prečko obesili, da bo prečka v vodoravni ravnovesni legi?



(**A**) D (**B**) E (**C**) F (**D**) G

A5 Potapljaški zvon je pripomoček, ki pod vodno gladino zadržuje zrak. Če bi zvon na kopnem napolnili z vodo, bi držal $18\ \mathrm{m}^3$ vode. Obrnjenega tako, da je odprtina zvona spodaj, ga počasi in previdno, da iz njega ne uhaja zrak, spustimo na morsko dno, ki je $20\ \mathrm{m}$ pod gladino morja. Upoštevaj, da za zrak, ujet v zvonu, velja, da je zmnožek med njegovo prostornino in tlakom konstanten. Kolikšna je prostornina v zvonu ujetega zraka, ko je zvon na dnu?

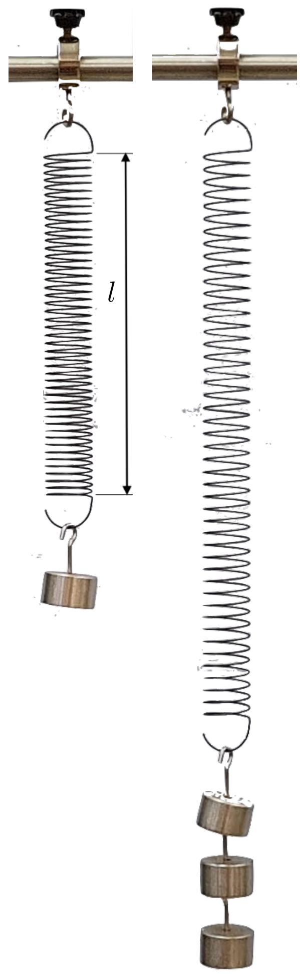


(A) $3\ \mathrm{m}^3$ **(B)** $6\ \mathrm{m}^3$ **(C)** $9\ \mathrm{m}^3$ **(D)** $18\ \mathrm{m}^3$

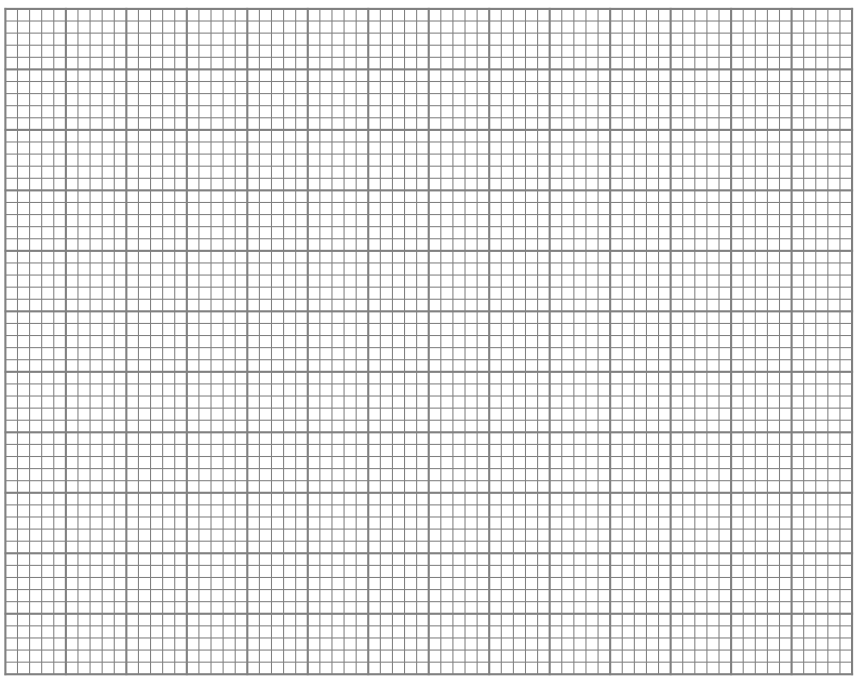
V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 **Vse fotografije v nalogi** prikazujejo realno situacijo **v merilu 1 : 4**.

Lahko vzmet pritrdimo na njenem zgornjem krajišču na vodoravno palico. Na spodnje krajišče vzmeti obesimo najprej utež z maso 50 g, potem pa dodamo še dve 50-gramski uteži, kot prikazujeta sliki na desni.



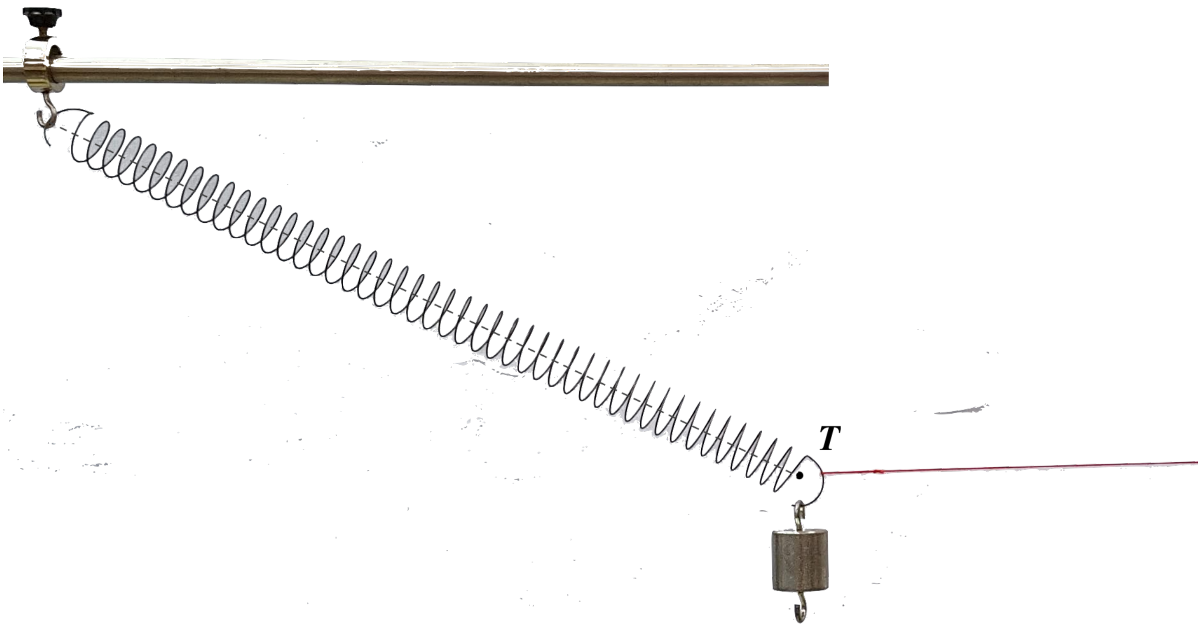
(a) V koordinatni sistem nariši graf, ki prikazuje, kako je dolžina vzmeti l (glej sliko) odvisna od sile, ki vzmet razteza. 3



(b) Kolikšna je dolžina neobremenjene vzmeti l_0? 1

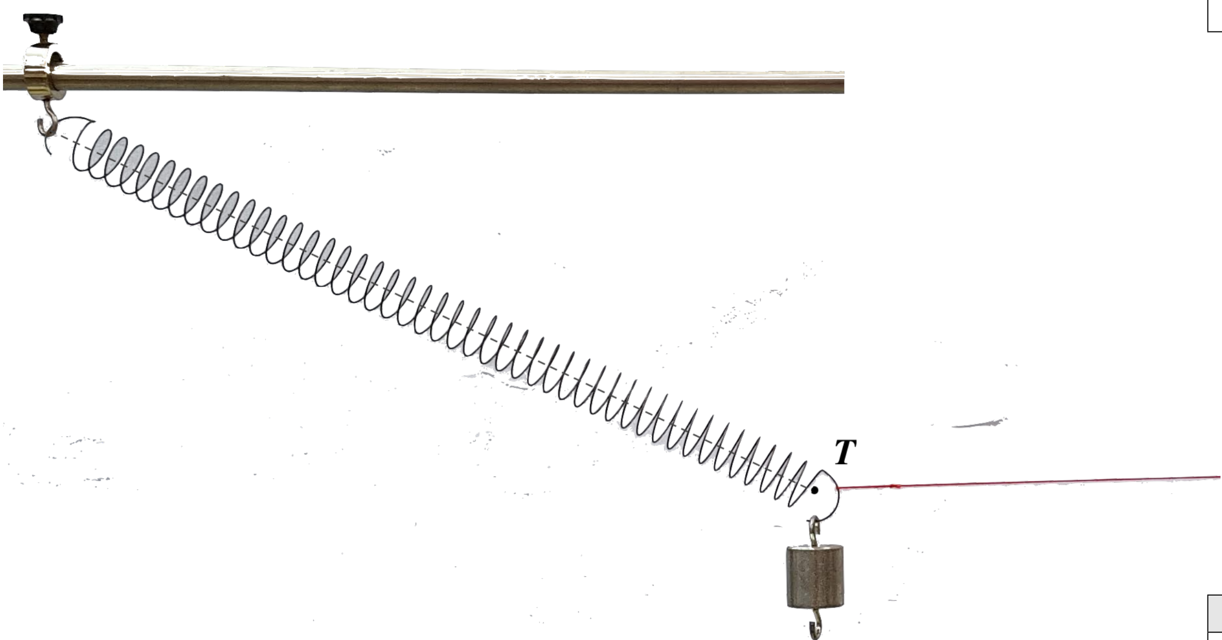
(c) Kolikšen je koeficient vzmeti k? 2

(d) Na spodnje krajišče vzmeti obesimo utež z maso m in privežemo lahko vrvico. Vrvico vlečemo (zadržujemo) v vodoravni smeri, kot prikazuje slika. Kolikšna je masa uteži m? 3



(e) Utež zamenjamo z drugo utežjo, ki ima maso $2 \cdot m$. Vrvico še naprej vlečemo v vodoravni smeri, z enako silo kot prej. Kolikšna je dolžina vzmeti? 3

(f) Krajišče vzmeti T pri (d) se pri zamenjavi uteži (e) premakne v T'. Na sliki označi lego T'. Lega pritrdišča vzmeti se ne spremeni. 3



Σ B1

B2 Morje je vzvalovano, valovna dolžina valovanja je $\lambda = 13$ m. V globoki vodi podaja hitrost valovanja c na vodni gladini izraz $c = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2\pi}}$, kjer je g težni pospešek, $g = 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

(a) S kolikšno hitrostjo potujejo valovi? | 1 |

(b) Ribič je na ribiško mrežo namestil plovec, ki se dviga in spušča skupaj z valovi. S kolikšnim nihajnim časom niha plovec? | 2 |

(c) Ribič gre po mrežo. S svojim čolnom pluje s hitrostjo 3 vozli glede na kopno v nasprotni smeri, kot potujejo valovi (pluje proti valovom). Tudi njegov čoln se dviga in spušča skupaj z valovi. S kolikšnim nihajnim časom se giblje ribičev čoln v navpični smeri? S hitrostjo 1 vozel barka prevozi razdaljo 1 Nm (navtična milja) v 1 uri, 1 Nm = 1852 m. | 3 |

(d) Ko dvigne mrežo, se ribič vrača po isti poti s hitrostjo 4 vozli glede na kopno. Valovanje na morju je tako kot prej, ribič pa zdaj pluje z valovi. S kolikšnim nihajnim časom se giblje ribičev čoln v navpični smeri na povratku? | 3 |

(e) Majhna jadrnica pluje po istem vzvalovanem morju. Kot med smerjo njenega gibanja glede na kopno in smerjo potovanja valov je $90°$. Tudi jadrnica se dviga in spušča skupaj z valovi. S kolikšnim nihajnim časom se jadrnica giblje v navpični smeri? | 1 |

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje v znanju fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 14. maj 2022

C – eksperimentalna naloga: SKLOPLJENO NIHANJE

Razišči, kako nihanje enega nihala vpliva na nihanje drugega enakega nihala, ko sta nihali povezani (sklopljeni).

Pripomočki
– 2 para matematičnih nihal
– 2 sponki za papir
– leseno ogrodje z napeto vrvico
– štoparica
– ravnilo

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev. **Za uspeh tega poskusa je izjemno pomembno, da so meritve natančne.**

Za reševanje te naloge imaš na voljo 90 minut. Naloga je vredna 25 točk.

Pri nalogi boš meril nihajni čas nihal. *Nihajni čas* je čas, v katerem nihalo opravi 1 nihaj. *Nihaj* je enota ponavljajočega se gibanja nihala; proces, ko se nihalo giblje iz prve skrajne lege v drugo skrajno lego in spet nazaj v prvo skrajno lego.

Nihajni čas je odvisen od dolžine nihala. Ko opravljaš meritve z dvema nihaloma, je pomembno, da sta njuni dolžini enaki. Čase meri natančno. V razpredelnice zapiši **izmerjene** vrednosti tako natančno, kot največ lahko. **Izračunane** vrednosti nihajnega časa in frekvence zapiši na **3 decimalna mesta** natančno.

V vseh primerih nihalo (ali nihali) nihata **v ravnini, ki je pravokotna na napeto vrvico**, na kateri visi. Začetni odmik nihala iz ravnovesne lege naj bo majhen: nihalo naj z navpičnico oklepa kot, ki je manjši od 20°.

Najprej opravi meritve pri (a) z enim nihalom, od (b) do (d) pa z dvema nihaloma z dolžino 18 cm (z rdečo vrvico), nato pa vse ponovi z enim oziroma dvema nihaloma z dolžino 25 cm (z modro vrvico). Ko opravljaš meritve z enim nihalom, naj visi na zeleni vrvici le to nihalo!

(a) Trikrat izmeri čas t_{20}, v katerem nihalo opravi 20 nihajev. Izračunaj povprečje meritev $\bar{t}_{20}$ in iz povprečja nihajni čas nihala t_0 ter frekvenco nihanja $\nu = \frac{1}{t_0}$. Meritve in izračune vpiši v razpredelnico.

4

	meritve			izračuni		
dolžina nihala	t_{20} [s]	t_{20} [s]	t_{20} [s]	$\bar{t}_{20}$ [s]	t_0 [s]	$\nu\ \left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
18 cm						
25 cm						

Pri vseh naslednjih nalogah pri poskusu vedno uporabiš dve enaki nihali. Za uspeh poskusa je izjemno pomembno, da sta nihali enako dolgi. Dolžino nihala merimo od obesišča nihala (točke na zeleni vrvici, kjer visi sponka za papir in na njej nihalo) do težišča uteži (matice), ki visi na spodnjem krajišču vrvice.

(b) Obesi nihali blizu sredine (zelene) vrvice tako, da sta obesišči nihal približno $6 - 7$ cm narazen. Nihali izmakni iz ravnovesne lege v isto smer, pravokotno na vrvico, na kateri obe visita, za isti kot in ju sočasno izpusti, da zanihata. Opazuj nihanje obeh nihal. Trikrat izmeri čas, v katerem opravita 20 nihajev. Izračunaj povprečje meritev, nihajni čas in frekvenco (1. lastnega) nihanja ν_1. Meritve in izračune vpiši v razpredelnico.

4

1. LASTNO NIHANJE	meritve			izračuni		
dolžina nihala	t_{20} [s]	t_{20} [s]	t_{20} [s]	$\bar{t}_{20}$ [s]	t_{01} [s]	$\nu_1\ \left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
18 cm						
25 cm						

(c) Nihali visita kot prej. Izmakni ju iz ravnovesne lege v nasprotnih smereh, za isti kot in ju sočasno izpusti, da zanihata. Opazuj nihanje obeh nihal. Trikrat izmeri čas, v katerem opravita 20 nihajev. Izračunaj povprečje meritev, nihajni čas in frekvenco (2. lastnega) nihanja ν_2. Meritve in izračune vpiši v razpredelnico.

4

2. LASTNO NIHANJE	meritve			izračuni		
dolžina nihala [cm]	t_{20} [s]	t_{20} [s]	t_{20} [s]	$\bar{t}_{20}$ [s]	t_{02} [s]	$\nu_2 \left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
18						
25						

(d) Pri tem delu poskusa boš opazoval zanimiv pojav pri nihanju sklopljenih nihal, ki mu pravimo *utripanje*.

Nihali visita kot prej. Eno nihalo miruje v ravnovesni legi. Drugo nihalo izmakni iz ravnovesne lege in ga izpusti, da zaniha. Opazuj nihanje obeh nihal 1 minuto. Takemu nihanju dveh nihal rečemo *utripanje*.

4

Utripalni čas t_u je čas, ki mine od trenutka, ko posamezno nihalo miruje v ravnovesni legi, do trenutka, ko se to ponovno zgodi. Izberi N med 3 in 6 ter izmeri N utripalnih časov tega utripanja. Izračunaj utripalni čas t_u in *frekvenco utripanja* $\nu_u = \frac{1}{t_u}$. Meritve in izračune vpiši v razpredelnico.

UTRIPANJE	meritve		izračuni	
dolžina nihala [cm]	N	$N \cdot t_u$ [s]	t_u [s]	$\nu_u \left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
18				
25				

(e) Primerjaj frekvenco utripanja ν_u z razliko med frekvencama obeh lastnih nihanj ν_1 in ν_2, ki si ju izmeril pri (b) in (c). Kaj ugotoviš?

3

(f) Katere lastnosti nihal in postavitve nihal bi lahko vplivale na utripalni čas? Naštej dve.

2

(i)

(ii)

(g) Preveri ali utemelji svojo domnevo pri (f) in zapiši ugotovitve.

4

(i)

(ii)

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje v znanju fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 14. maj 2022

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

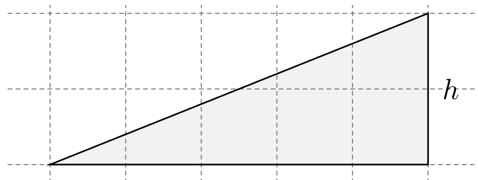
C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 90 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 Špela se na saneh spusti z vrha $h = 10$ m visokega klanca, ki ga prikazuje slika. Na klancu na sani deluje sila trenja, ki je po velikosti enaka desetini skupne teže Špele in njenih sani. Kolikšna je hitrost sani na dnu klanca?



(**A**) $12{,}1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (**B**) $13{,}4\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (**C**) $14{,}1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (**D**) $15{,}9\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

A2 Z višine 20 m nad tlemi spustimo kamen, da prosto pade. Medtem, ko prvi kamen prosto pada, vržemo s tal navpično navzgor drugi kamen z začetno hitrostjo $20{,}0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Zračni upor je zanemarljiv. Katera izjava o velikosti hitrosti obeh kamnov v trenutku, ko se srečata, je pravilna?

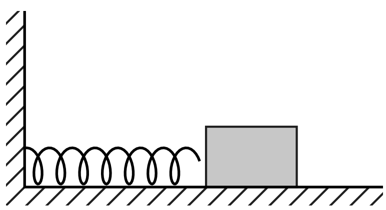
(**A**) Kamna imata enako veliki hitrosti.

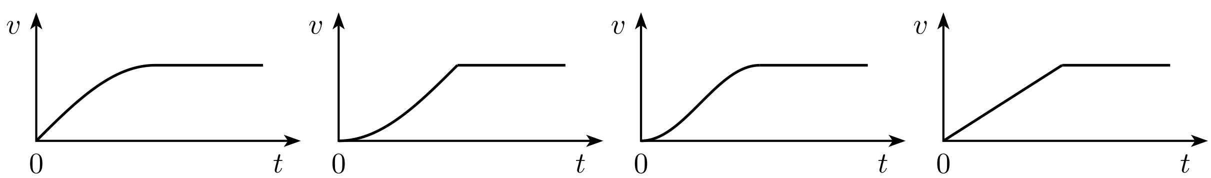
(**B**) Kamen, ki pada, ima večjo velikost hitrosti od kamna, ki leti navzgor.

(**C**) Kamen, ki pada, ima manjšo velikost hitrosti od kamna, ki leti navzgor.

(**D**) Kateri kamen ima večjo velikost hitrosti je odvisno od tega, s kolikšno zakasnitvijo smo vrgli drugi kamen.

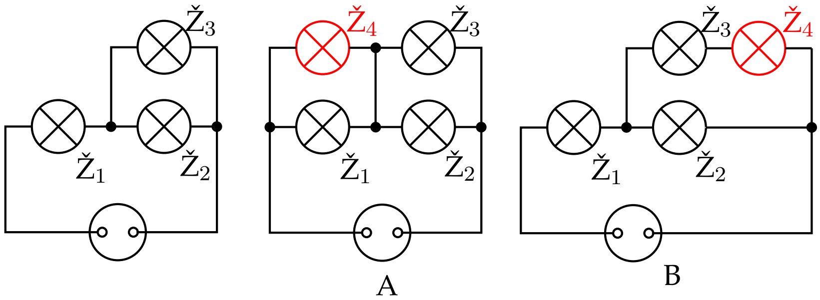
A3 Na vodoravni gladki mizi ležita klada, ki po mizi drsi brez trenja, in vodoravna vzmet, ki je na levem krajišču pritrjena na steno. Klado, ki ni pripeta na vzmet, potisnemo proti steni tako, da vzmet stisnemo. V trenutku $t = 0$ klado spustimo, vzmet se prične raztezati in potiskati klado. Kateri graf pravilno prikazuje, kako se hitrost klade spreminja s časom?





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

A4 Na vir napetosti vežemo 3 enake žarnice Ž$_1$, Ž$_2$ in Ž$_3$, kot prikazuje prva slika. Potem dodamo še četrto žarnico Ž$_4$, ki jo v prvem primeru vežemo, kot prikazuje A, v drugem, kot prikazuje B. Katera izjava je pravilna?



(**A**) V obeh primerih se po vezavi žarnice Ž$_4$ skupen tok skozi vir poveča.

(**B**) V obeh primerih se po vezavi žarnice Ž$_4$ skupen tok skozi vir zmanjša.

(**C**) Po vezavi žarnice Ž$_4$ se v primeru A skupen tok skozi vir poveča, v primeru B pa zmanjša.

(**D**) Po vezavi žarnice Ž$_4$ se v primeru A skupen tok skozi vir zmanjša, v primeru B pa poveča.

A5 Mehiško mesto Acapulco leži v subtropskem pasu na geografski širini 16° severno od ekvatorja. Sonce je v zenitu nad Acapulcom 11. maja. José v Acapulcu opazuje senco, ki jo meče navpična palica na vodoravno ravnino, 11. junija ob 15. uri. Približno v katero smer kaže senca njegove palice?

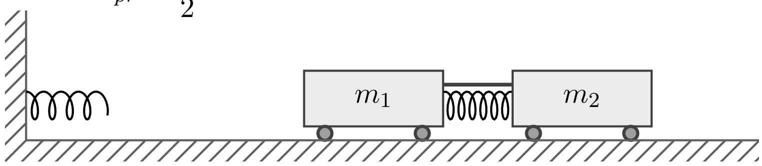
(**A**) SV (**B**) JV (**C**) SZ (**D**) JZ

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Vozička, povezana s tanko vrvico, mirujeta na vodoravnem tiru. Med njiju vstavimo stisnjeno vzmet, kot prikazuje slika. Vrvico ob času $t = 0$ prerežemo, vzmet se raztegne in odrine vozička. (Vzmet takoj umaknemo s tira.) Vozička, ki ju obravnavaj kot točkasti telesi, se gibljeta brez trenja. Masi vozičkov sta m_1 in m_2. Koeficient vzmeti je $k = \frac{5\,\mathrm{N}}{3\,\mathrm{cm}}$. Vzmet je na začetku stisnjena za $x = 3$ cm. Predpostavi, da je skupno delo, ki ga vzmet med raztezanjem opravi na obeh vozičkih, enako zalogi njene prožnostne energije,

$$W_{pr} = \frac{1}{2}\, k \cdot x^2.$$

(a) Kolikšna je vsota kinetične energije vozičkov po odrivu? 1



(b) Prvi voziček z maso $m_1 = 100$ g se po odrivu giblje s hitrostjo 1 $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Kolikšna je po odrivu kinetična energija drugega vozička? 2

(c) Vozička imata po odrivu enaki velikosti **gibalnih količin** (in nasprotni smeri gibanja). Gibalna količina $\vec{G}$ telesa z maso m, ki se giblje s hitrostjo $\vec{v}$ (velikost hitrosti je v, smer pa je podana s smerjo $\vec{v}$), je $\vec{G} = m \cdot \vec{v}$ (velikost gibalne količine pa je $G = m \cdot v$). S kolikšno hitrostjo v_2 se po odrivu giblje drugi voziček in kolikšna je njegova masa? 3

(d) Prvi voziček se ob času $t_1 = 2$ s po odrivu zaleti v drugo vzmet, pritrjeno na steno, in se od nje prožno odbije nazaj. Čas odboja prvega vozička od vzmeti na steni zanemari. Ob katerem času t_2 in v kolikšni oddaljenosti od stene prvi voziček dohiti drugi voziček? 3

(e) Ob času t_2 vozička trčita. Ob trku se zlepita in se naprej gibljeta skupaj. Za trk med vozičkoma velja, da je vsota njunih gibalnih količin pred trkom enaka vsoti njunih gibalnih količin po trku, $\vec{G}_{1,\mathrm{pred}} + \vec{G}_{2,\mathrm{pred}} = \vec{G}_{1,\mathrm{po}} + \vec{G}_{2,\mathrm{po}}$. S kolikšno hitrostjo se gibljeta vozička, ko sta zlepljena? 1

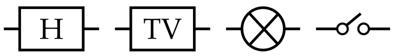
(f) Koliko kinetične energije se izgubi med (neprožnim) trkom vozičkov pri (e)? 2

(g) V isti koordinatni sistem nariši grafa, ki prikazujeta legi obeh vozičkov $x_1(t)$ in $x_2(t)$ od trenutka $t = 0$ do $t_3 = 11$ s. 3

Σ B1

B2 Na vikendu burja poškoduje napeljavo sončnih celic. Akumulator se je pred tem na srečo popolnoma napolnil. Na njem sta podatka 12 V in 156 Ah. Na akumulator so priklopljeni porabniki: hladilnik z nazivno močjo 36 W, televizor z nazivno močjo 12 W in 4 LED sijalke z nazivno močjo po 6 W. Hladilnik deluje vsak dan povprečno 5 h in se vklaplja in izklaplja samodejno, televizor 3 h, sijalke pa svetijo v povprečju 4 h dnevno. V kuhinji vključimo dve sijalki z istim stikalom, dve sijalki pa imata vsaka svoje stikalo. (*Nazivna* moč je moč, ki jo naprava prejema, ko je na njej *nazivna* napetost. Za vse naprave v tej nalogi je nazivna napetost 12 V.)

(a) Nariši shemo pravilne vezave porabnikov na akumulator, pri kateri vse naprave delujejo optimalno. Stikala vriši le za sijalke. Znaki za hladilnik, televizor, sijalko in stikalo naj bodo:



(b) S kolikšno močjo deluje akumulator na začetku, ko delujejo vsi porabniki? 1

(c) Koliko naboja steče skozi hladilnik, televizor in sijalke v povprečnem dnevu? 3

(d) Za koliko dni bi zadostoval naboj v akumulatorju, če upoštevamo, da ga lahko izpraznimo le do polovice? 2

(e) Za koliko ur se skrajša obratovanje vseh naprav, če smo pustili televizor med nedelovanjem v stanju pripravljenosti? V stanju pripravljenosti skozenj teče tok 80 mA. 2

(f) Tone po pomoti veže hladilnik in eno sijalko na akumulator zaporedno. Predpostavi, da za hladilnik in za sijalko velja Ohmov zakon. Kolikšno moč prejema Tonetov hladilnik? 3

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje v znanju fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 14. maj 2022

C – eksperimentalna naloga: MAGNETNO ZAVIRANJE

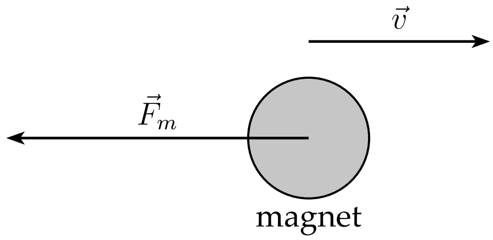
Razišči, kako je magnetna sila odvisna od hitrosti, s katero se po kovinskem žlebu giblje magnet.

Pripomočki
– aluminijast žleb z U profilom (65 cm, 1 cm)
– 2 tanka valjasta magneta ($2r = 1$ cm)
– stojalo s prečkami
– metrski trak
– štoparica
– penasta podloga (blažilec)

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev. Nekatere parametre boš izbral sam – izberi jih tako, da bo natančnost meritve čim večja, a po drugi strani upoštevaj, da imaš na voljo omejen čas.

Za reševanje te naloge imaš na voljo 90 minut. Naloga je vredna 28 točk.

Na magnet, ki se giblje blizu kovine (na primer po kovinskem žlebu ali znotraj kovinske cevi), deluje magnetna sila. Magnetna sila na gibajoči se magnet ima smer, ki je nasprotna smeri, v katero se magnet giblje.



(a) Žleb na enem krajišču nasloni na izbrano prečko na stojalu, da narediš klanec. Drugo krajišče podloži s penasto podlogo. Magneta sta sestavljena v valj. Valj spusti po klancu in meri čas, v katerem valj opravi pot, zapisano v razpredelnici. Meritve ponovi 3-krat in jih zabeleži v razpredelnico. V razpredelnico zapiši še povprečje meritev $\bar{t}$ pri posamezni dolžini poti. 3

Oznaka prečke: _______

meritve				izračuni (a), (b)	
s [cm]	t [s]	t [s]	t [s]	$\bar{t}$ [s]	$v\ \left[\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right]$
10					
20					
30					
40					
50					

(b) Izračunaj (povprečno) hitrost valja za vse dolžine poti in vrednosti zapiši v zadnji stolpec razpredelnice pri (a). 1

(c) Kakšno je gibanje težišča valja po žlebu? Obkroži pravilni odgovor. 1

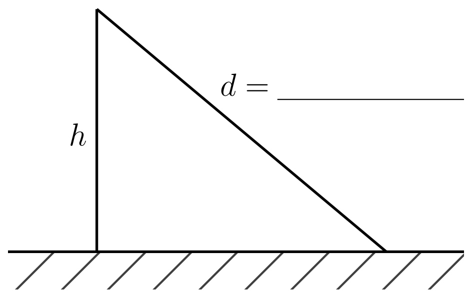
(**A**) Na začetku pospešeno, nato enakomerno.

(**B**) Na začetku enakomerno, potem pospešeno.

(**C**) Ves čas pospešeno.

(**D**) Ves čas enakomerno.

(d) Žleb nasloni na stojalo pri različnih višinah h in pri vsaki višini klanca h izmeri 3-krat čas, v katerem valj opravi isto izbrano pot s. Izmeri dolžino žleba d, višino h, izračunaj povprečje meritev $\bar{t}$ in hitrost v, s katero se giblje težišče valja, ter vse podatke zapiši v razpredelnico. 5

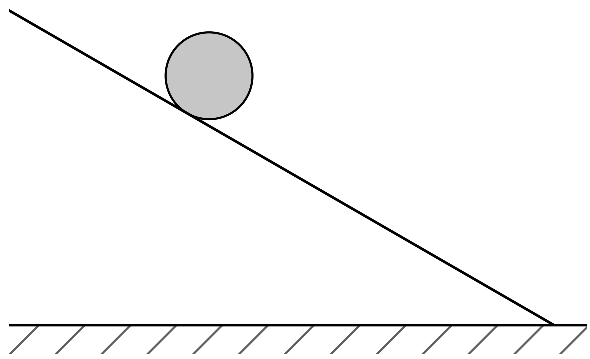


meritve, dolžina poti $s =$					izračuni (d), (g)		
prečka	h [m]	t [s]	t [s]	t [s]	$\bar{t}$ [s]	$v\ \left[\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right]$	F_z [mN]

prečka	h [m]	t [s]	t [s]	t [s]	$\bar{t}$ [s]	v $\left[\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right]$	F_z [mN]

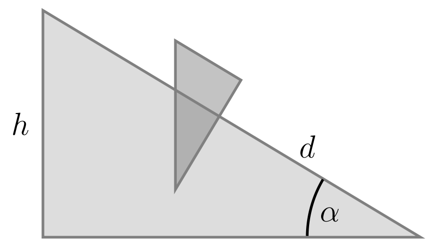
(e) Slika prikazuje aluminijast žleb in magnetni valj, ki se po žlebu giblje, kot si opazil. Valj, sestavljen iz dveh magnetov, ima maso $2{,}5$ g. Ko se valj kotali po žlebu, z osnovnima ploskvama občasno podrsa ob stene žleba. Zato predpostavi, da nanj (na njegovi osnovni ploskvi) v smeri, nasprotni gibanju težišča valja, deluje stalna sila trenja $\vec{F}_t$. Skupna zaviralna sila $\vec{F}_z$ na valj je vsota magnetne sile in trenja. V merilu, v katerem pomeni 1 cm silo 5 mN ($= 5 \cdot 10^{-3}$ N), nariši sile, ki delujejo na valj med njegovim gibanjem. Sile označi in poimenuj.

3



(f) Pravokotna trikotnika na sliki sta podobna. Označi kot α v malem trikotniku. K stranicam malega trikotnika pripiši oznake sil, ki delujejo na kotaleči se valj v smeri posamezne stranice.

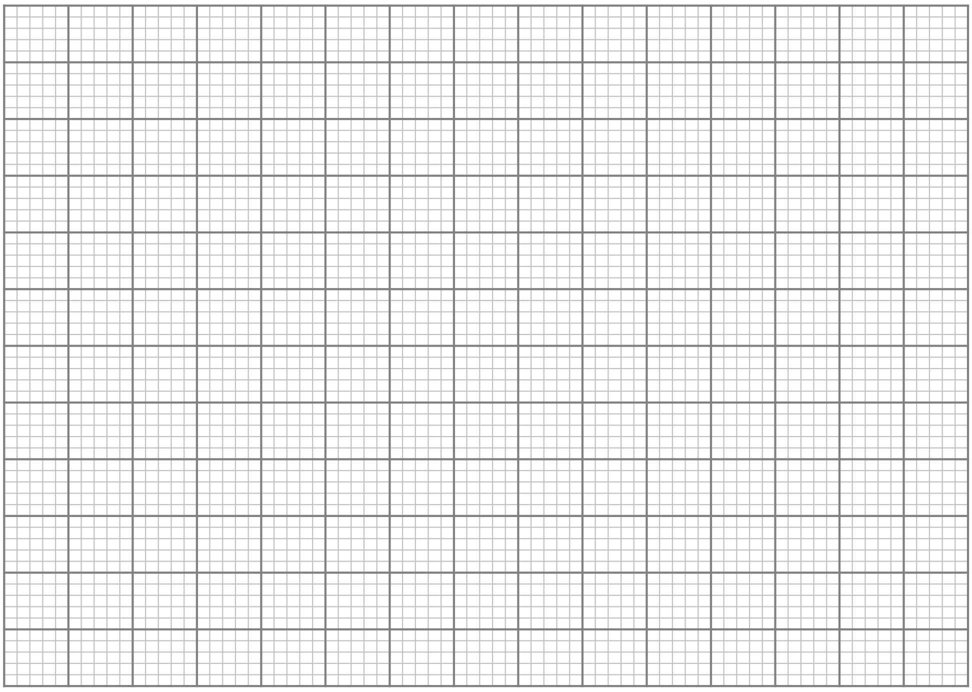
2



(g) Zapiši razmerje stranic podobnih trikotnikov in iz njega izračunaj velikost zaviralne sile $\vec{F}_z$, ki je vsota magnetne sile in trenja, $\vec{F}_z = \vec{F}_m + \vec{F}_t$, ki deluje na magnetni valj med njegovim gibanjem po klancu, za različne višine klanca h in vrednosti vpiši v zadnji stolpec razpredelnice pri (d).

2

(h) V koordinatni sistem nariši graf, ki prikazuje, kako je zaviralna sila F_z na magnetni valj, ki se giblje v aluminijastem žlebu, odvisna od hitrosti težišča valja v. 3



(i) Zapiši izraz, ki povezuje velikost zaviralne sile F_z in hitrost, s katero se giblje težišče magneta v. Iz grafa določi velikost sile trenja F_t in zapiši vrednost koeficienta, ki določa velikost magnetne sile F_m. 3

(j) V kaj se pretvarja potencialna energija magnetnega valja, ki jo ima valj na vrhu žleba, med kotaljenjem valja navzdol? Odgovor obrazloži. 2

(k) Magnetna sila na magnetni valj je posledica tega, da se med kotaljenjem magnetnega valja po aluminijastem žlebu vzdolž žleba spreminja magnetno polje (magneta, ki se giblje), zato se v žlebu inducirajo električna napetost in vrtinčni električni tokovi, ki ustvarjajo inducirano magnetno polje. To magnetno polje deluje nazaj na svoj izvor, torej magnet, ki se giblje po žlebu. Od katerih lastnosti snovi in/ali parametrov teles v sistemu je lahko odvisen koeficient, ki si ga izračunal? Zapiši tri in zraven zapiši tudi, ali je to lastnost telesa ali snovi. 3

(i)

(ii)

(iii)

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2021/22

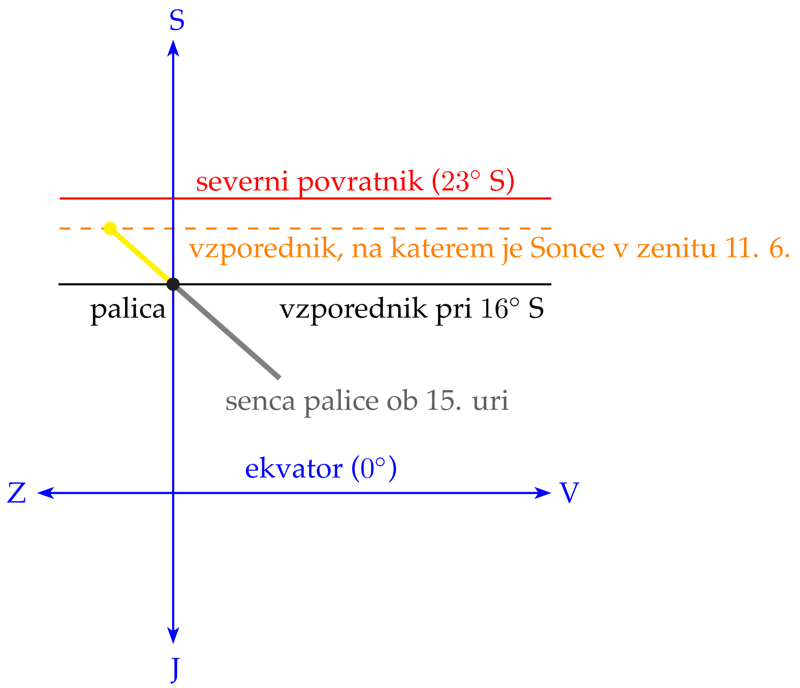
8. razred

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 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	A	A	C	B

A1 Acapulco leži na geografski širini 16° severno od ekvatorja. Sonce je v zenitu nad Acapulcom 11. maja. José v Acapulcu opazuje senco, ki jo meče navpična palica na vodoravna tla, 11. junija – to pomeni, da je vzporednik, na katerem je tedaj Sonce v zenitu, severneje od 16. vzporednika – senca pa kaže od palice v smeri bolj proti jugu. Ker José opazuje senco ob 15. uri, je Sonce tedaj že pomaknjeno proti zahodu – senca pa kaže od palice v smeri bolj proti vzhodu. Senca kaže v smeri JV (B).



A2 Osmošolci ugotovijo, da za prostornino teles A in B velja $V_A > V_B$. Ko vsako od teles položijo v merilno posodo, do roba polno vode, se vsakič čez rob posode prelije ista prostornina vode. To pomeni, da za manjšo prostornino telesa B velja $V_B \geq 10$ ml. Telo A, ki ima večjo prostornino, izpodrine isto prostornino vode kot telo B. Iz tega sklepamo, da se telo A zanesljivo ne potopi na dno posode, ampak plava na gladini. Telo B pa plava ali potone, (A).

A3 Najhitrejša pot do rešitve je, če si izmislimo manjkajoče podatke (ki očitno na rezultat ne vplivajo): za Milana je to pot (naj bo $s_M = 90$ km), za Dragana pa čas gibanja (naj bodo to 3 ure). (Izmisli si druge podatke in preveri, če dobiš isti rezultat!)

Milan za tretjino svoje poti $s_{\mathrm{M1}} = 30\,\mathrm{km}$, ko se giblje s hitrostjo $v_{\mathrm{M1}} = 60\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ potrebuje čas $t_{\mathrm{M1}} = \frac{s_{\mathrm{M1}}}{v_{\mathrm{M1}}} = 0{,}5\,\mathrm{h}$. Za drugi dve tretjini poti $s_{\mathrm{M2}} = 60\,\mathrm{km}$, ko se giblje s hitrostjo $v_{\mathrm{M2}} = 80\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ potrebuje Milan čas $t_{\mathrm{M2}} = \frac{s_{\mathrm{M2}}}{v_{\mathrm{M2}}} = 0{,}75\,\mathrm{h}$. Milanova povprečna hitrost je

$$\bar{v}_{\mathrm{M}} = \frac{s_{\mathrm{M}}}{t_{\mathrm{M1}} + t_{\mathrm{M2}}} = \frac{90\,\mathrm{km}}{1{,}25\,\mathrm{h}} = 72\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}\,.$$

Dragan v tretjini svojega časa $t_{\mathrm{D1}} = 1\,\mathrm{h}$, ko se giblje s hitrostjo $v_{\mathrm{D1}} = 120\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, prepotuje pot $s_{\mathrm{D1}} = v_{\mathrm{D1}} \cdot t_{\mathrm{D1}} = 120\,\mathrm{km}$. V drugih dveh tretjinah svojega časa $t_{\mathrm{D2}} = 2\,\mathrm{h}$, ko se giblje s hitrostjo $v_{\mathrm{D2}} = 40\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, prepotuje pot $s_{\mathrm{D2}} = v_{\mathrm{D2}} \cdot t_{\mathrm{D2}} = 80\,\mathrm{km}$. Draganova povprečna hitrost je

$$\bar{v}_{\mathrm{D}} = \frac{s_{\mathrm{D1}} + s_{\mathrm{D2}}}{t_{\mathrm{M}}} = \frac{200\,\mathrm{km}}{3\,\mathrm{h}} = 66{,}7\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}\,.$$

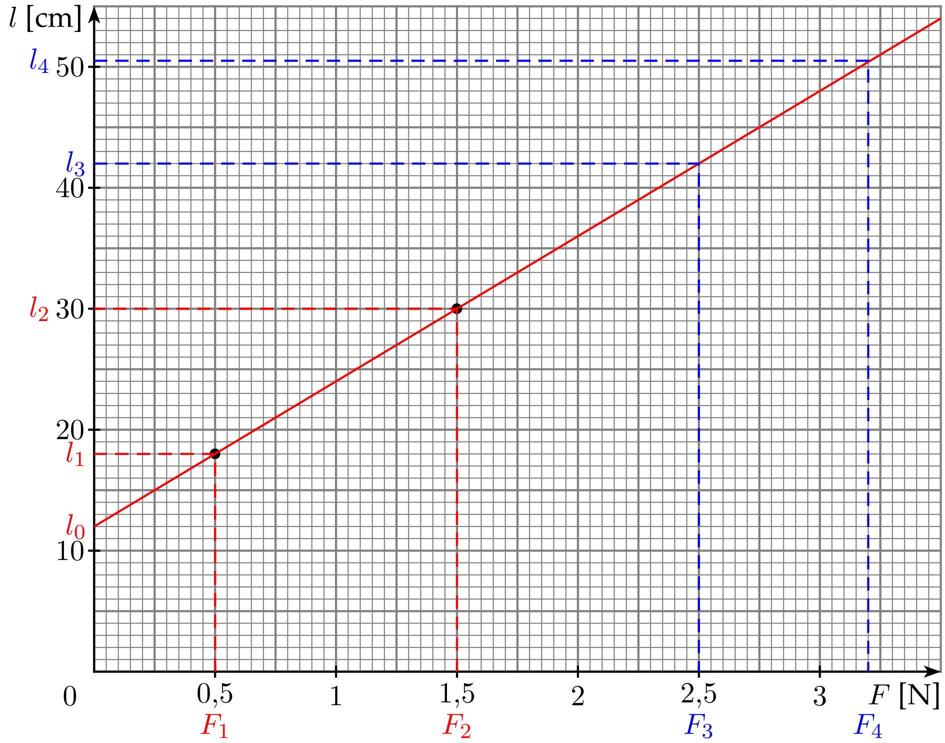
Z večjo povprečno hitrostjo se giblje Milan (A).

A4 Naj bo razdalja med sosednjima luknjicama v prečki a, enota za silo pa $F_0 = 0{,}2\,\mathrm{N}$, kar je enako teži najlažje uteži m_2, obešeni v luknjici D. Če prečko obesimo z vrvico skozi luknjico D, se prečka očitno prevesi na stran težje uteži m_3 (ki na prečko deluje s silo $4F_0$ in je od obesišča v D oddaljena za $5a$), ki je tudi dlje od obesišča kot utež m_1 (ki na prečko deluje s silo $2F_0$ in je od obesišča v D oddaljena za $3a$) na drugi strani, $2F_0 \cdot 3a < 4F_0 \cdot 5a$. Če prečko obesimo z vrvico skozi luknjico E, primerjamo $2F_0 \cdot 4a + F_0 \cdot a = 9F_0 \cdot a$ in $4F_0 \cdot 4a = 16F_0 \cdot a$. Prečka se prevesi na stran težje uteži m_3. Če prečko obesimo z vrvico skozi luknjico F, primerjamo $2F_0 \cdot 5a + F_0 \cdot 2a = 12F_0 \cdot a$ in $4F_0 \cdot 3a = 12F_0 \cdot a$. Prečka je v tem primeru lahko v vodoravni ravnovesni legi, (C).

A5 Upoštevamo, da za zrak, ujet v zvonu, velja, da je zmnožek med njegovo prostornino V in tlakom p konstanten. Prostornina zraka pod zvonom na kopnem je $V_1 = 18\,\mathrm{m}^3$, tlak $p_1 = 1\,\mathrm{bar}$ in zmnožek $p_1 \cdot V_1 = 18\,\mathrm{bar} \cdot \mathrm{m}^3$. Ko zvon potopimo na dno, ki je 20 m pod gladino, se tlak zraka v zvonu poveča na $p_2 = 3\,\mathrm{bar}$. Zmnožek $p_2 \cdot V_2 = 18\,\mathrm{bar} \cdot \mathrm{m}^3$ in pri znanem tlaku p_2 dobimo $V_2 = 6\,\mathrm{m}^3$ (B).

Sklop B:

B1 (a) Na sliki izmerimo dolžino vzmeti, ko je nanjo obešena ena utež (4,5 cm), upoštevamo merilo fotografije in dobimo za dolžino vzmeti, ko jo razteza sila $F_1 = 0{,}5$ N (ki je enaka teži ene 50-gramske uteži) vrednost $l_1 = 18$ cm. Na sliki izmerimo dolžino vzmeti, ko so nanjo obešene tri uteži (7,5 cm), upoštevamo merilo in dobimo za dolžino vzmeti, ko jo razteza sila $F_2 = 1{,}5$ N (ki je enaka teži treh 50-gramskih uteži) vrednost $l_2 = 30$ cm. Vrednosti vnesemo v koordinatni sistem in narišemo skozi točki ravno črto (za vzmet velja Hookov zakon).



Za v celoti pravilno narisan in označen graf .... **(3 točke)**
Za ravno črto skozi točki (Hookov zakon) .... (1 točka)
Za pravilni obe sili F_1 in F_2 in/ali dolžini l_1 in l_2 .... (1 točka)

(b) Dolžino neobremenjene vzmeti l_0 lahko razberemo iz grafa $l(F)$ pri $F = 0$, $l_0 = 12$ cm.

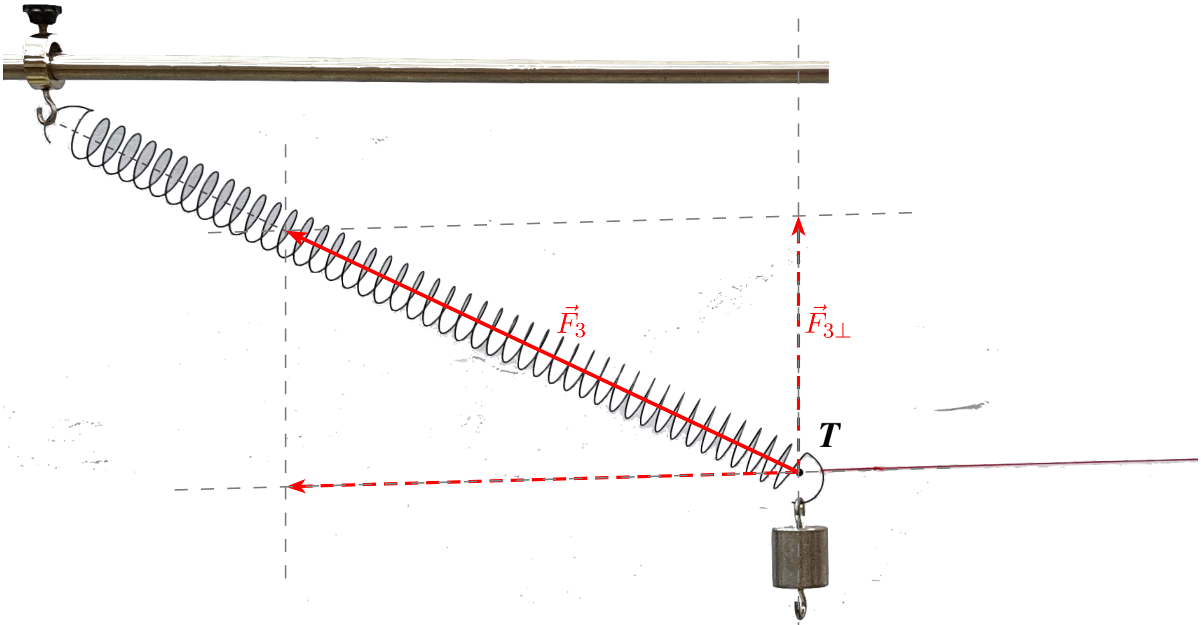
Za pravilno dolžino neraztegnjene vzmeti .... **(1 točka)**

(c) Koeficient vzmeti k določimo iz Hookovega zakona $F = k \cdot x$, kjer je x raztezek vzmeti, ko jo razteza sila F. Če si izberemo silo $F_2 = 1{,}5$ N, je raztezek vzmeti pri tej sili $x_2 = l_2 - l_0 = 18$ cm in dobimo za koeficient vzmeti

$$k = \frac{F}{x} = \frac{1{,}5\,\mathrm{N}}{0{,}18\,\mathrm{m}} = \frac{50}{6}\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} = 8{,}33\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}.$$

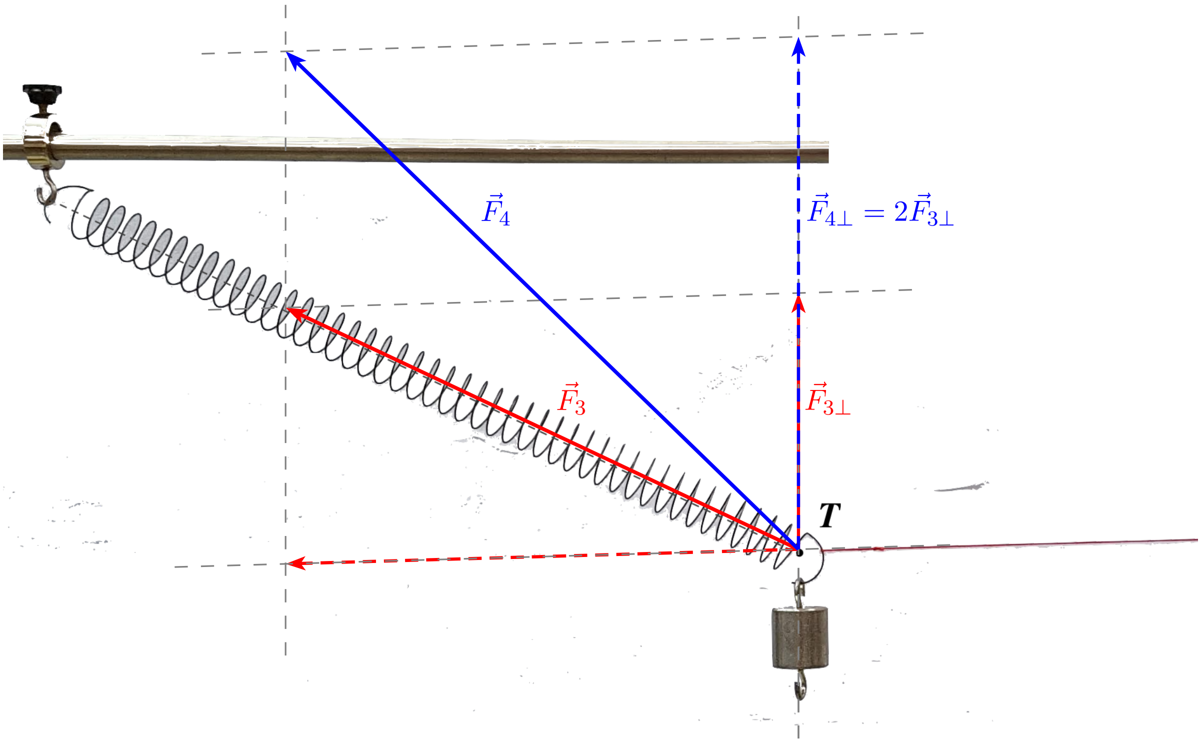
Za pravilen koeficient .... **(2 točki)**
Za pravilen izraz za k (Hookov zakon) .... (1 točka)

(d) Na fotografiji izmerimo dolžino vzmeti (10,5 cm $\pm$ 0,1 cm), upoštevamo merilo in dobimo $l_3 = 42{,}0$ cm $\pm$ 0,4 cm. Z dolžino vzmeti iz grafa pri (a) določimo silo F_3, s katero vzmet vleče utež (in vodoravno vrvico), $F_3 = 2{,}5$ N. Sistem vzmeti, uteži in vrvice miruje. Opazujmo krajišče vzmeti, kjer visi utež in kjer je vpeta vrvica. Silo vzmeti uravnovesita sila uteži (po velikosti in smeri enaka teži uteži), ki vleče krajišče vzmeti navpično navzdol, in sila vrvice, ki vleče krajišče vzmeti v smeri vrvice (približno v vodoravni smeri). Silo vzmeti zato narišemo v primernem merilu (naše merilo je tako, da sili 1 N ustreza 3 cm dolga usmerjena daljica) v smeri, vzporedni z vzmetjo, in razstavimo na komponenti v smereh sile vrvice in sile uteži (približno vodoravna in navpična komponenta). Navpična komponenta sile vzmeti $F_{3\perp}$ uravnovesi težo uteži. Njena dolžina na skici je $3{,}4$ cm $\pm\, 0{,}3$ cm, kar pomeni, da v izbranem merilu meri $1{,}13$ N. Masa uteži je $m = 113$ g $\pm\, 10$ g.



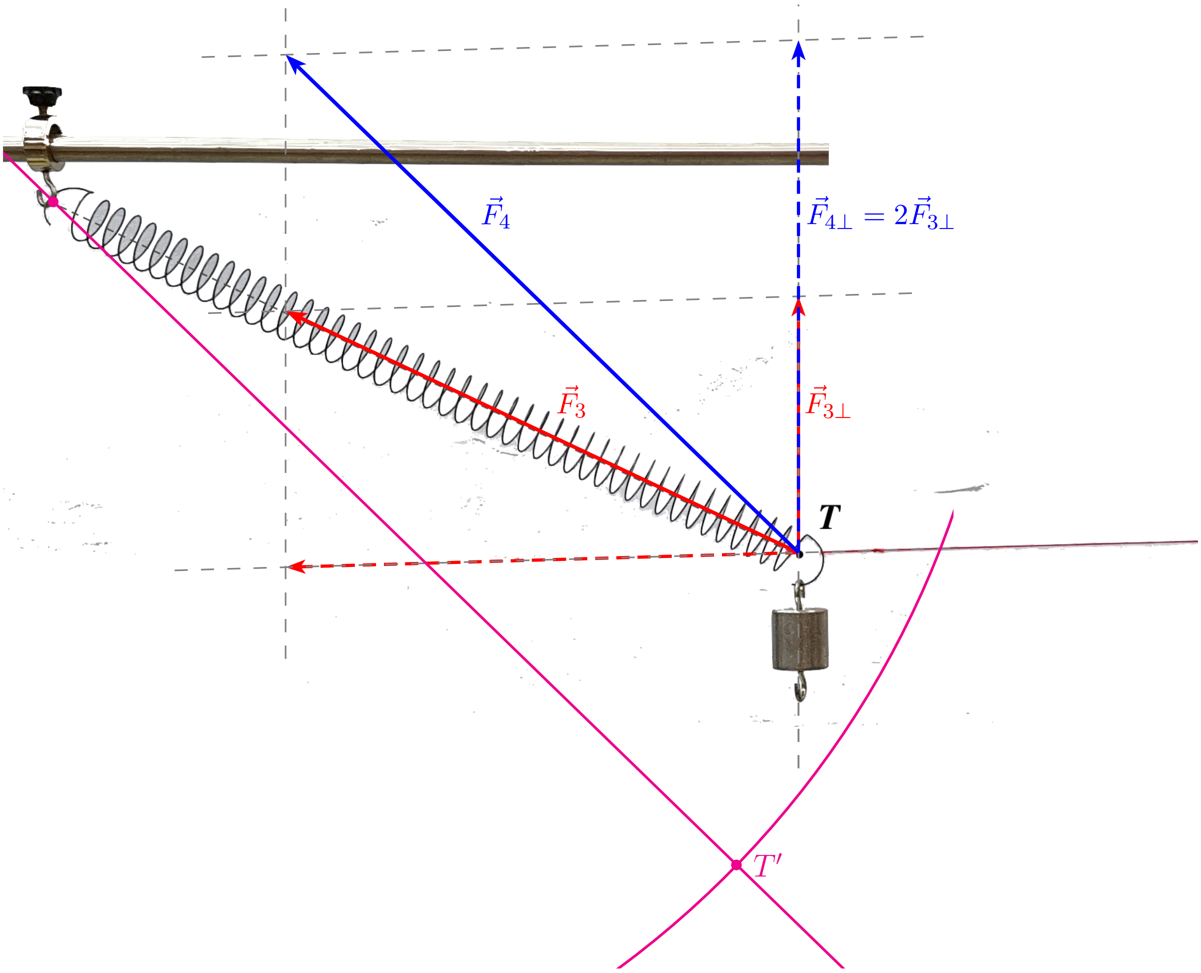
Za pravilno maso uteži m .... **(3 točke)**
Za pravilno dolžino vzmeti in velikost sile F_3**, ki vzmet razteza** .... (1 točka)
Za pravilno razstavljanje sile vzmeti $\vec{F}_3$ .... (1 točka)

(e) Ko utež zamenjamo z drugo utežjo z maso $2 \cdot m$ in se sila, s katero vlečemo vrvico v nespremenjeni smeri, ne spremeni, se mora spremeniti smer in velikost sile vzmeti tako, da se vodoravna komponenta sile vzmeti (ki uravnoveša silo vrvice) ne spremeni ($F_{4\|} = F_{3\|}$), navpična pa podvoji, ker uravnoveša podvojeno težo (uteži z maso $2 \cdot m$, $F_{4\perp} = 2 \cdot F_{3\perp}$). Velikost sile vzmeti F_4 ugotovimo iz načrtovanja in merila. Na skici meri $9{,}5$ cm, kar ustreza sili $F_4 = 3{,}2$ N. Iz grafa pri (a) preberemo dolžino vzmeti l_4, ko jo razteza sila F_4 in dobimo $l_4 = 50{,}5$ cm $\pm\, 2$ cm.



Za pravilno dolžino vzmeti l_4 .... **(3 točke)**
Za pravilen sklep, da se navpična komponenta sile vzmeti podvoji ($F_{4\perp} = 2F_{3\perp}$) in ali pravilen sklep, da se vodoravna komponenta sile vzmeti ne spremeni .... (1 točka)
Za pravilno velikost sile F_4 .... (1 točka)

(f) Lego, v katero se premakne točka T, dobimo kot presečišče premice, ki gre skozi zgornje krajišče vzmeti (kjer je vzmet nataknjena na kavelj) in ima smer sile $\vec{F}_4$ (v tej smeri je zdaj napeta vzmet) in krožnice s polmerom, ki ustreza dolžini vzmeti l_4 v merilu 1:4; $r = 12{,}6$ cm.



Za pravilno lego T' .... **(3 točke)**
Za pravilno smer, vzdolž katere je napeta vzmet .... (1 točka)
Za pravilno dolžino vzmeti .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **15 točk**.

B2 (a) Hitrost, s katero po morju potuje valovanje z valovno dolžino $\lambda = 13$ m, je

$$c = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2\pi}} = \sqrt{\frac{10\,\mathrm{m}\ \cdot 13\,\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2\ \cdot\ 2\pi}} = 4{,}55\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

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

(b) Plovec se giblje samo v navpični smeri, kot ga dvigajo in spuščajo valovi, ki potujejo pod njim. Ko pod njim prepotuje en val, plovec opravi en nihaj. Valovanje v času enega nihaja opravi pot, ki je enaka valovni dolžini valovanja: od trenutka, ko je plovec na vrhu prvega vala, do trenutka, ko je na vrhu naslednjega vala, je valovanje opravilo pot $s = \lambda$. To se je zgodilo v času

$$t_0 = \frac{\lambda}{c} = \frac{13\,\mathrm{m}\ \cdot\ \mathrm{s}}{4{,}55\,\mathrm{m}} = 2{,}86\,\mathrm{s}.$$

Za pravilen nihajni čas .... **(2 točki)**
Za primerno skico ali delen pravilen sklep .... (1 točka)

(c) Ribič pluje s hitrostjo $v_1 = 3$ vozli $= 3 \cdot 1852\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{h}} = 5{,}556\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 1{,}54\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ proti valovom. Tudi njegov čoln niha z valovi, a ker jim pluje nasproti, je čas t_1, ki mine od trenutka, ko je čoln na vrhu prvega vala, do trenutka, ko je na vrhu naslednjega vala, krajši od t_0. V nihajnem času čolna t_1 čoln prepluje razdaljo $s_1 = v_1 \cdot t_1$, valovi pa razdaljo $s_{v1} = c \cdot t_1$, pri čemer je vsota teh dveh razdalj enaka valovni dolžini λ,

$$\lambda = s_1 + s_{v1} = v_1 \cdot t_1 + c \cdot t_1 = (v_1 + c) \cdot t_1\,,$$

odkoder izrazimo nihajni čas čolna t_1,

$$t_1 = \frac{\lambda}{v_1 + c} = \frac{13\,\mathrm{m}}{1{,}54\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\ + 4{,}55\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 2{,}13\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilen nihajni čas .... **(3 točke)**
Za pravilen sklep, da je skupna pot enaka λ .... (1 točka)
Za pravilno relativno hitrost $v_1 + c$ ....(1 točka)

(d) Ribič s hitrostjo $v_2 = 4$ vozli $= 4 \cdot 1852\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{h}} = 7{,}41\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 2{,}06\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ beži pred valovi. Tudi njegov čoln niha z valovi, a ker beži pred njimi, je čas t_2, ki mine od trenutka, ko je čoln na vrhu prvega vala, do trenutka, ko je na vrhu naslednjega vala, daljši od t_0. V nihajnem času čolna t_2 čoln prepluje razdaljo $s_2 = v_2 \cdot t_2$, valovi pa razdaljo $s_{v2} = c \cdot t_2$, pri čemer je razlika teh dveh razdalj enaka valovni dolžini λ (valovi, ki glede na kopno potujejo hitreje, opravijo za λ daljšo pot),

$$\lambda = s_{v2} - s_2 = c \cdot t_2 - v_2 \cdot t_2 = (c - v_2) \cdot t_2\,,$$

odkoder izrazimo nihajni čas čolna t_2,

$$t_2 = \frac{\lambda}{c - v_2} = \frac{13\,\mathrm{m}}{4{,}55\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 2{,}06\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 5{,}22\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilen nihajni čas .... **(3 točke)**
Za pravilen sklep, da je razlika poti enaka λ .... (1 točka)
Za pravilno relativno hitrost $c - v_2$ ....(1 točka)

(e) Ker se jadrnica giblje v smeri, ki je pravokotna glede na smer, v katero se gibljejo valovi (obe smeri sta opredeljeni glede na kopno), je nihajni čas, s katerim niha jadrnica v navpični smeri, enak nihajnemu času plovca $t_0 = 2{,}86$ s.

Za pravilen nihajni čas .... **(1 točka)**

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

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli pripomočke, ki so se lahko med seboj nekoliko razlikovali v napetosti zelene vrvice. Zato dopuščamo majhno odstopanje izmerjenih vrednosti od tu navedenih.

(a) Meritve t_{20}, izračunano povprečje meritev $\bar{t}_{20}$, nihajni čas nihala t_0 in frekvenca nihanja ν so v razpredelnici.

	meritve			izračuni		
dolžina nihala	t_{20} [s]	t_{20} [s]	t_{20} [s]	$\bar{t}_{20}$ [s]	t_0 [s]	ν $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
18 cm	17,72	17,58	17,62	17,640	0,882	1,134
25 cm	20,71	20,38	20,35	20,480	1,024	0,977

Za vse meritve z 18**-cm nihalom s primerno natančnostjo in izračune .... (2 točki)**
Za nepopolne ali premalo natančne meritve z 18**-cm nihalom in izračune** .... (1 točka)
Za vse meritve s 25**-cm nihalom s primerno natančnostjo in izračune .... (2 točki)**
Za nepopolne ali premalo natančne meritve s 25**-cm nihalom in izračune** ....(1 točka)

(b) Meritve nihajnega časa prvega lastnega nihanja in izračun frekvence nihanja ν_1 so v razpredelnici.

1. LASTNO NIHANJE	meritve			izračuni		
dolžina nihala	t_{20} [s]	t_{20} [s]	t_{20} [s]	$\bar{t}_{20}$ [s]	t_{01} [s]	ν_1 $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
18 cm	17,86	17,71	17,70	17,757	0,888	1,126
25 cm	20,52	20,45	20,71	20,560	1,028	0,973

Za vse meritve z 18**-cm nihalom s primerno natančnostjo in izračune .... (2 točki)**
Za nepopolne ali premalo natančne meritve z 18**-cm nihalom in izračune** .... (1 točka)
Za vse meritve s 25**-cm nihalom s primerno natančnostjo in izračune .... (2 točki)**
Za nepopolne ali premalo natančne meritve s 25**-cm nihalom in izračune** ....(1 točka)

(c) Meritve nihajnega časa drugega lastnega nihanja in izračun frekvence nihanja ν_2 so v razpredelnici.

2. LASTNO NIHANJE	meritve			izračuni		
dolžina nihala [cm]	t_{20} [s]	t_{20} [s]	t_{20} [s]	$\bar{t}_{20}$ [s]	t_{02} [s]	ν_2 $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
18 cm	16,79	17,09	16,96	16,467	0,847	1,180
25 cm	19,91	20,00	20,04	19,983	0,999	1,001

Za vse meritve z 18**-cm nihalom s primerno natančnostjo in izračune .... (2 točki)**
Za nepopolne ali premalo natančne meritve z 18**-cm nihalom in izračune** .... (1 točka)

Za vse meritve s 25-cm nihalom s primerno natančnostjo in izračune .... (2 točki)
Za nepopolne ali premalo natančne meritve s 25-cm nihalom in izračune ....(1 točka)

(d) Meritve nihajnega časa utripanja in izračun frekvence utripanja ν_u so v razpredelnici.

UTRIPANJE	meritve		izračuni	
dolžina nihala [cm]	N	$N \cdot t_u$ [s]	t_u [s]	ν_u $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
18	6	115	19,17	0,052
25	3	86	28,67	0,035

Za vse meritve z 18-cm nihalom s primerno natančnostjo in izračune .... (2 točki)
Za nepopolne ali premalo natančne meritve z 18-cm nihalom in izračune .... (1 točka)
Za vse meritve s 25-cm nihalom s primerno natančnostjo in izračune .... (2 točki)
Za nepopolne ali premalo natančne meritve s 25-cm nihalom in izračune ....(1 točka)

(e) Frekvenco utripanja ν_u, zapisano v razpredelnici, primerjamo z razliko med frekvencama obeh lastnih nihanj ν_1 in ν_2:

PRIMERJAVA FREKVENC				
dolžina nihala [cm]	ν_u $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$	ν_1 $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$	ν_2 $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$	$\Delta\nu = \nu_2 - \nu_1$ $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
18	0,052	1,126	1,180	0,054
25	0,035	0,973	1,001	0,028

Ugotovimo lahko, da so vrednosti izmerjene frekvence utripanja ν_u zelo podobne razliki med lastnima frekvencama nihal $\Delta\nu = \nu_2 - \nu_1$. Ujemanje je v okviru natančnosti izvedbe meritve.

Za izračunano razliko med lastnima frekvencama 18-cm nihal .... (1 točka)
Za izračunano razliko med lastnima frekvencama 25-cm nihal .... (1 točka)
Za pravilno ugotovitev o podobnosti med ν_u in $\Delta\nu$ ....(1 točka)

(f) (i) Na utripalni čas očitno vpliva dolžina nihal; ta poskus smo opravili z nihali z dvema različnima dolžinama in ugotovili, da sta utripalna časa različna.
(ii) Na utripalni čas bi lahko vplivala še razdalja med obesiščema dveh nihal,
(iii) način pritrditve nihal na zeleno vrvico in
(iv) napetost zelene vrvice ...
Morda pa še kaj.

Za 2 lastnosti nihal ali postavitve nihal .... (2 točki)
Za posamezno lastnost nihal ali postavitev nihal .... (1 točka)

(g) (i) Dolžina nihal: poskus smo opravili pri dveh dolžinah nihal in se je izkazalo, da dolžina nihal vpliva.
(ii) Če spremenimo razdaljo med obesiščema nihal, se utripalni čas spremeni: če razdaljo povečamo, se utripalni čas podaljša. A če je razmak prevelik in sta obesišči preblizu nosilnih palic, utripanja ne opazimo.

(iii) Način pritrditve pri uporabljenem načinu sklopitve med nihali ne vpliva bistveno na utripalni čas.

(iv) Napetost zelene vrvice vpliva na utripalni čas. Bolj napeta zelena vrvica pomeni daljši utripalni čas. Če bi želeli natančno preučiti vpliv napetosti zelene vrvice, bi morali upoštevati tudi efektivno spremembo dolžine nihal – bolj popuščena vrvica pomeni daljše nihalo.

Za 2 pravilni ugotovitvi ali utemeljitvi .... **(2 točki)**
Za posamezno pravilno ugotovitev ali utemeljitev .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **25 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2021/22

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 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	A	A	C	B

A1 Med drsenjem sani po klancu se zaradi negativnega dela sile trenja $A_{tr} = -F_{tr} \cdot s$ za točno toliko (torej za $|A_{tr}|$) zmanjša vsota W_p in W_k Špele in njenih sani. Na vrhu klanca ima Špela s sanmi le potencialno energijo $W_{p,\text{vrh}}$, na dnu klanca pa le kinetično $W_{k,\text{dno}}$ (če izberemo, da je njena potencialna energija na dnu klanca enaka 0). Zapišemo lahko

$$W_{p,\text{vrh}} + A_{tr} = m \cdot g \cdot h - F_{tr} \cdot s = W_{k,\text{dno}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 .$$

Dolžino poti s izračunamo iz merila s Pitagorovim izrekom (ali izmerimo na sliki in preračunamo po merilu) $s = \sqrt{(10\,\text{m})^2 + (25\,\text{m})^2} = 26{,}9$ m. Upoštevamo še, da je sila trenja po velikosti enaka desetini skupne teže Špele in sani, $F_{tr} = \frac{1}{10}\, m \cdot g$, in dobimo izraz

$$m \cdot g \cdot h - \frac{1}{10}\, m \cdot g \cdot s = \frac{1}{2} m \cdot v^2 .$$

Ker skupna masa Špele in sani m nastopa v vseh členih izraza, jo lahko pokrajšamo,

$$g \cdot h - \frac{1}{10}\, g \cdot s = \frac{1}{2} v^2 .$$

Zdaj izrazimo Špelino hitrost na dnu klanca,

$$v = \sqrt{2\, g \cdot h - \frac{1}{5}\, g \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 10\, \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10\,\text{m} - \frac{1}{5} \cdot 10\, \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 26{,}9\,\text{m}} = 12{,}1\, \frac{\text{m}}{\text{s}}\,, \quad \text{(A)}.$$

A2 Prvi kamen spustimo z višine $h_1 = 20$ m. Drugi kamen vržemo s tal navpično navzgor s hitrostjo $v_2 = 20{,}0\, \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ker je zračni upor zanemarljiv, izračunamo največjo višino, ki jo doseže drugi kamen,

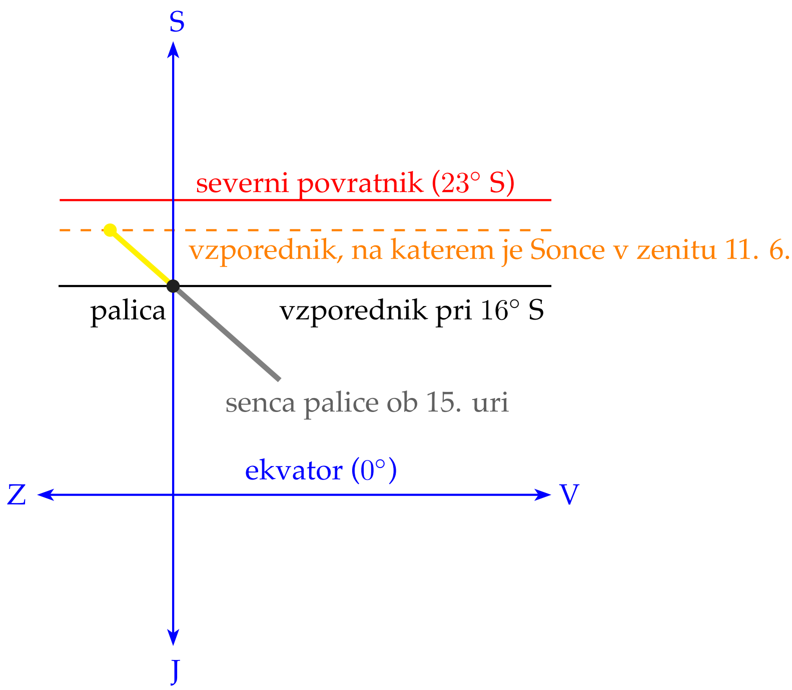
$$h_2 = \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = \frac{\left(20\, \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 10\, \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 20\,\text{m}.$$

Drugi kamen torej leti navzgor do višine, s katere spustimo prvi kamen. To pomeni, da imata kamna na vsaki višini med $h = 0$ in $h_1 = h_2$ enaki velikosti hitrosti – samo ne v istem trenutku. Razen v trenutku, ko se srečata. Na višini, kjer se kamna srečata, imata enaki velikosti hitrosti (A).

A3 Na začetku (ob $t = 0$) klada miruje, njena hitrost je $v(t = 0) = 0$. Ker na klado deluje sila vzmeti, se klada giblje pospešeno. Sila vzmeti, ki potiska klado, je največja na začetku, ko je vzmet najbolj skrčena – zato je tedaj največji tudi pospešek klade. Ko se vzmet razteza, se sila vzmeti manjša in manjša se tudi pospešek klade. Hitrost klade se hitreje spreminja, ko je pospešek velik – na začetku – in potem vedno počasneje, ker se manjša sila vzmeti na klado in zato tudi pospešek klade. Edini graf, ki ustreza temu opisu spreminjanja hitrosti klade, je graf (A).

A4 Po vezavi žarnice $\check{Z}_4$ se v primeru A skupni tok poveča (ker je žarnica $\check{Z}_4$ vezana vzporedno žarnici $\check{Z}_1$, se skupni upor vezja zmanjša), v primeru B pa se skupni tok zmanjša (ker je žarnica $\check{Z}_4$ vezana zaporedno z žarnico $\check{Z}_3$, se skupni upor vezja poveča). Pravilni odgovor je (C).

A5 Acapulco leži na geografski širini 16° severno od ekvatorja. Sonce je v zenitu nad Acapulcom 11. maja. José v Acapulcu opazuje senco, ki jo meče navpična palica na vodoravna tla, 11. junija – to pomeni, da je vzporednik, na katerem je tedaj Sonce v zenitu, severneje od 16. vzporednika – senca pa kaže od palice v smeri bolj proti jugu. Ker José opazuje senco ob 15. uri, je Sonce tedaj že pomaknjeno proti zahodu – senca pa kaže od palice v smeri bolj proti vzhodu. Senca kaže v smeri JV (B).



Sklop B:

B1 (a) Vzmet med raztezanjem za $x = 3$ cm na obeh vozičkih skupaj opravi delo, ki je enako zalogi njene prožnostne energije. Vozička to delo prejmeta in za prav toliko se poveča vsota njunih kinetičnih energij. Ker sta vozička prej mirovala, je vsota njune kinetične energije po odrivu enaka prožnostni energiji vzmeti,

$$W_{pr} = W_{k,1} + W_{k,2} = \frac{1}{2}\, k \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{5\,\mathrm{N}}{3\,\mathrm{cm}} \cdot (3\,\mathrm{cm})^2 = 0{,}075\,\mathrm{J}.$$

Za pravilno vsoto kinetične energije .... (1 točka)

(b) Kinetična energija prvega vozička z maso $m_1 = 100$ g, ki se giblje s hitrostjo $v_1 = 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, je

$$W_{k,1} = \frac{1}{2}\, m_1 \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}1\,\mathrm{kg} \cdot \left(1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 = 0{,}05\,\mathrm{J}.$$

Kinetična energija drugega vozička je razlika med vsoto kinetične energije vozičkov $W_{k,1} + W_{k,2}$ in $W_{k,1}$,

$$W_{k,2} = 0{,}075\,\mathrm{J} - 0{,}05\,\mathrm{J} = 0{,}025\,\mathrm{J}.$$

Za pravilno kinetično energijo drugega vozička $W_{k,2}$ .... (2 točki)
Za pravilno kinetično energijo prvega vozička $W_{k,1}$ .... (1 točka)

(c) Po odrivu imata vozička po velikosti enaki gibalni količini, $G_1 = G_2$ in $m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2 = 0{,}1\,\mathrm{kg} \cdot 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 0{,}1\ \frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}}$. Poznamo gibalno količino drugega vozička G_2 in tudi njegovo kinetično energijo $W_{k,2}$ in lahko zapišemo

$$W_{k,2} = \frac{1}{2}\, m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{(m_2 \cdot v_2)^2}{m_2} = \frac{G_2^2}{2 \cdot m_2}.$$

Od tu izrazimo maso vozička m_2,

$$m_2 = \frac{G_2^2}{2 \cdot W_{k,2}} = \frac{\left(0{,}1\,\frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}}\right)^2}{2 \cdot 0{,}025\,\mathrm{J}} = 0{,}2\,\mathrm{kg}.$$

Hitrost drugega vozička v_2 izrazimo bodisi iz kinetične energije $W_{k,2}$ bodisi iz gibalne količine G_2,

$$v_2 = \frac{G_2}{m_2} = \frac{0{,}1\,\frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}}}{0{,}2\,\mathrm{kg}} = 0{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Za pravilno maso in hitrost 2. vozička .... (3 točke)
Za pravilno maso 2. vozička m_2 ali hitrost 2. vozička v_2 .... (1 točka)
Za pravilno zvezo med W_k in G .... (1 točka)
Za upoštevano enakost velikosti gibalnih količin (zvezo $m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$) ...... (1 točka)

(d) Prvi voziček se ob času $t_1 = 2$ s po odrivu od drugega vozička zaleti v vzmet, pritrjeno na steno. To pomeni, da je bil na začetku (ob $t = 0$, pred odrivom od drugega vozička) od vzmeti (stene) oddaljen $d = v_1 \cdot t_1 = 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 2$ s $= 2$ m. Od vzmeti se prvi voziček odbije prožno, kar pomeni, da se tudi po odboju giblje enako hitro ($v_1 = 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$) nazaj in lovi drugi voziček, ki se v tej smeri giblje – a počasneje, s hitrostjo $v_2 = 0{,}5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ – že vse od odriva od prvega vozička ob času $t = 0$. Prvi voziček dohiti drugega ob času t_2. Od odriva do t_2 drugi voziček opravi pot $s_2 = v_2 \cdot t_2$, prvi voziček pa pot $s_1 = v_1 \cdot t_2$, ki je za $2 \cdot d$ daljša od poti s_2. Zapišemo lahko

$$s_1 = v_1 \cdot t_2 = s_2 + 2 \cdot d = v_2 \cdot t_2 + 2 \cdot d$$

Izrazimo čas t_2,

$$t_2 = \frac{2 \cdot d}{v_1 - v_2} = \frac{2 \cdot 2\,\mathrm{m}}{1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 0{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 8\,\mathrm{s}.$$

V času t_2 drugi voziček opravi pot $s_2 = v_2 \cdot t_2 = 0{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 8\,\mathrm{s} = 4\,\mathrm{m}$. Prvi voziček dohiti drugega v oddaljenosti $d_1 = d + s_2 = 2\,\mathrm{m} + 4\,\mathrm{m} = 6\,\mathrm{m}$ od stene.

Za pravilen čas, ko prvi voziček dohiti drugega .... (2 točki)

Za pravilno upoštevanje, da je pot prvega vozička daljša od poti drugega vozička za $2 \cdot d$ .... (1 točka)

Za pravilno oddaljenost mesta, kjer prvi voziček dohiti drugega, od stene ...... (1 točka)

(e) Vozička trčita, se zlepita in naprej gibljeta skupaj. Pri trku se ohranja vsota njunih gibalnih količin, $\vec{G}_{1,\text{pred}} + \vec{G}_{2,\text{pred}} = \vec{G}_{1,\text{po}} + \vec{G}_{2,\text{po}}$. Ker se pred trkom in po trku oba vozička gibljeta v isti smeri, po trku pa še z isto hitrostjo, lahko zapišemo

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v$$

kjer je v hitrost, s katero se gibljeta zlepljena vozička,

$$v = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0{,}1\,\mathrm{kg} \cdot 1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 0{,}2\,\mathrm{kg} \cdot 0{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{0{,}1\,\mathrm{kg} + 0{,}2\,\mathrm{kg}} = \frac{2}{3}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 0{,}67\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Za pravilno hitrost zlepljenih vozičkov .... (1 točka)

(f) Kinetična energija vozičkov pred trkom je $W_{k,\text{pred}} = W_{k,1} + W_{k,2} = 0{,}075\,\mathrm{J} = 75\,\mathrm{mJ}$. Kinetična energija zlepljenih vozičkov po trku je

$$W_{k,\text{po}} = \frac{1}{2}\,(m_1 + m_2) \cdot v^2 = \frac{1}{2}(0{,}1\,\mathrm{kg} + 0{,}2\,\mathrm{kg}) \cdot \left(\frac{2}{3}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 = 0{,}067\,\mathrm{J} = 67\,\mathrm{mJ}.$$

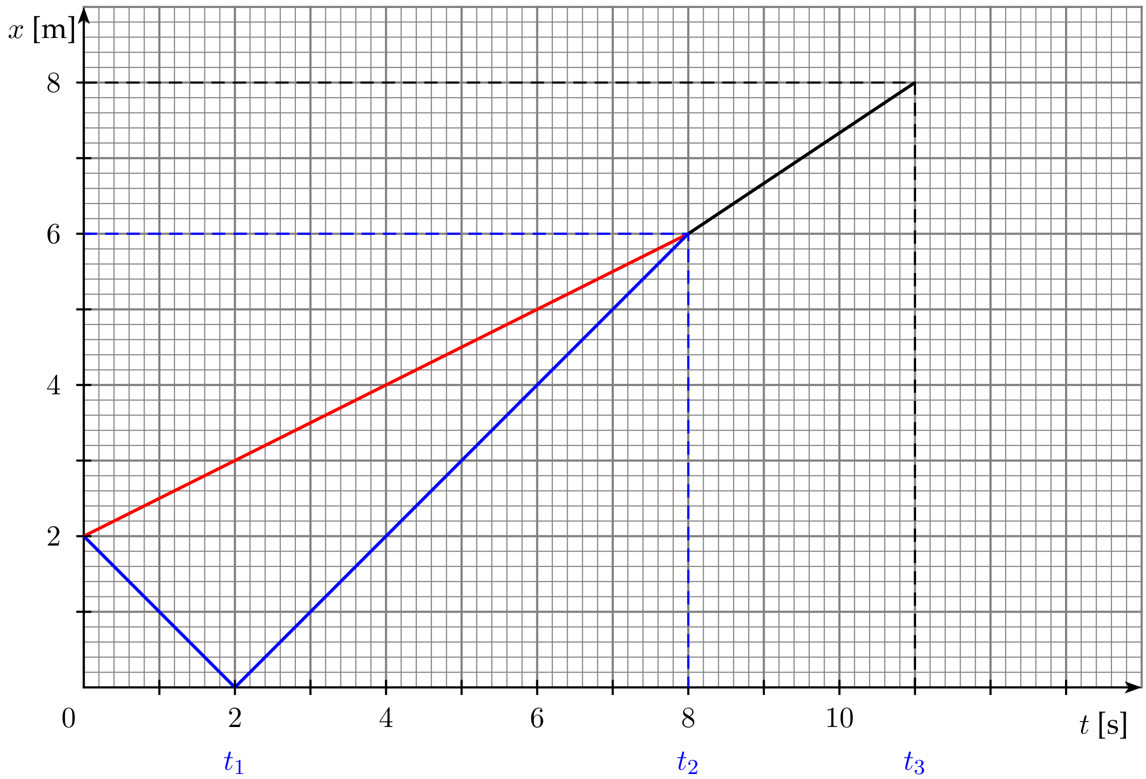
Med neprožnim trkom vozičkov se izgubi energija ΔW (pretvori se v notranjo energijo vozičkov), ki je enaka razliki med začetno in končno kinetično energijo vozičkov,

$$\Delta W = W_{k,\text{pred}} - W_{k,\text{po}} = 0{,}075\,\mathrm{J} - 0{,}067\,\mathrm{J} = 0{,}008\,\mathrm{J} = 8\,\mathrm{mJ}.$$

Za pravilno izgubo kinetične energije .... (2 točki)

Za pravilno kinetično energijo vozičkov po trku .... (1 točka)

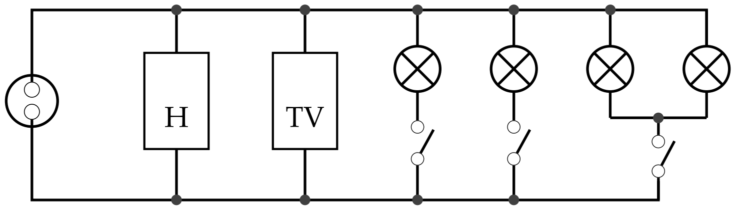
(g) V koordinatnem sistemu je z modro črto narisan graf, ki prikazuje, kako se s časom spreminja lega x_1 prvega vozička in z rdečo graf, ki prikazuje, kako se s časom spreminja lega x_2 drugega vozička do trenutka t_2. Od t_2 do $t_3 = 11$ s (in še naprej, najbrž) se vozička gibljeta zlepljena. Graf njune lege v odvisnosti od časa prikazuje graf, narisan s črno črto. Stena je pri $x = 0$.



Za pravilen graf v celoti . . . . **(3 točke)**
Za v celoti pravilen graf $x_1(t)$ . . . . (2 točki)
Za v celoti pravilen graf $x_2(t)$ . . . . (1 točka)
Za isti legi vozičkov (prekrivanje grafov) ob časih $t = 0$ **in** $t \geq t_2$ . . . . (1 točka)
Za lego $x_1 < x_2$ **v časovnem območju med** $t = 0$ **in** t_2 . . . . (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **15 točk**.

B2 (a) Vse naprave so narejene za nazivno napetost 12 V, zato jih na akumulator, ki daje napetost 12 V, vežemo vzporedno. Dvema sijalkama vežemo zaporedno stikali, dve sijalki pa vežemo vzporedno in njuno vejo vežemo zaporedno s tretjim stikalom, kot prikazuje skica.



Za pravilno vezje v celoti .... **(3 točke)**
Za vzporedno vezane vse naprave .... (1 točki)
Za stikala, vezana zaporedno s sijalkami .... (1 točka)
Za vzporedno vezani dve sijalki na enem stikalu .... (1 točki)

(b) Akumulator oddaja električno delo, ki ga porabniki prejemajo. Če predpostavimo, da ni izgub (in te v nalogi niso omenjene), je moč, s katero akumulator deluje, enaka vsoti moči, ki jih od njega prejemajo vsi porabniki, ki delujejo sočasno. Moč akumulatorja je

$$P_\mathrm{a} = P_\mathrm{H} + P_\mathrm{TV} + 4 \cdot P_\otimes = 36\,\mathrm{W} + 12\,\mathrm{W} + 4 \cdot 6\,\mathrm{W} = 72\,\mathrm{W}\,.$$

Za pravilno moč akumulatorja .... **(1 točka)**

(c) Zapišimo znane podatke o uporabnikih pregledno – v preglednico:

element vezja	U [V]	P [W]	$\bar{t}$ [h]	e [Ah]
H	12	36	5	15
TV	12	12	3	3
sijalka	12	6	4	2
4 sijalke				8

V drugem stolpcu je zapisana nazivna napetost naprave, v tretjem nazivna moč, v četrtem stolpcu je trajanje delovanja naprave v enem dnevu in v zadnjem stolpcu je izračunan naboj, ki se v enem dnevu pretoči skozi napravo.

Pri računanju naboja upoštevamo povezavo med nazivno napetostjo in nazivno močjo naprave: to pomeni, da v primeru, ko je na napravi nazivna napetost U, naprava prejema električno moč P, z obojim skupaj pa je določen tudi tok I, ki v tem primeru teče skozi napravo, $P = U \cdot I$. Naboj, ki steče v enem dnevu skozi hladilnik, je

$$e_\mathrm{H} = I_\mathrm{H} \cdot \bar{t}_\mathrm{H} = \frac{P_\mathrm{H}}{U_\mathrm{H}} \cdot \bar{t}_\mathrm{H} = \frac{36\,\mathrm{W}}{12\,\mathrm{V}} \cdot 5\,\mathrm{h} = 15\,\mathrm{Ah}.$$

Podobno izračunamo tudi naboj, ki se v enem dnevu pretoči skozi televizor, skozi posamezno sijalko in skozi 4 sijalke. V enem dnevu se skozi hladilnik pretoči naboj 15 Ah, skozi televizor 3 Ah in skozi posamezno sijalko 2 Ah (skozi vse 4 sijalke pa 4-krat toliko).

Za pravilen naboj, ki se pretoči skozi hladilnik .... **(1 točka)**
Za pravilen naboj, ki se pretoči skozi televizor .... **(1 točka)**
Za pravilen naboj, ki se pretoči skozi sijalko (ali 4 sijalke) .... **(1 točka)**
Za pravilno zvezo med nazivno močjo, napetostjo in tokom skozi napravo .... (1 točka)
Za pravilno zvezo med tokom in nabojem, ki se v določenem času pretoči skozi napravo .... (1 točka)

(d) V povprečnem dnevu skozi vse naprave steče naboj

$$e_\mathrm{n} = e_\mathrm{H} + e_\mathrm{TV} + 4 \cdot e_\otimes = 15\,\mathrm{Ah} + 3\,\mathrm{Ah} + 4 \cdot 2\,\mathrm{Ah} = 26\,\mathrm{Ah}\,.$$

Akumulator, v katerem je na začetku naboj $e_0 = 156$ Ah, bi se popolnoma izpraznil v N dnevih,

$$N = \frac{e_0}{e_\mathrm{n}} = \frac{156\,\mathrm{Ah}}{26\,\mathrm{Ah}} = 6\,.$$

Akumulator se do polovice izprazni in uspešno deluje le polovico tega časa, torej 3 dni.

Za pravilen čas delovanja .... **(2 točki)**
Za pravilen naboj, ki steče skozi naprave v 1 dnevu .... (1 točka)

(e) Stanje pripravljenosti televizorja traja $t_\mathrm{prip} = 21$ h na dan in ker tedaj teče skozi televizor tok $I_\mathrm{prip} = 80$ mA $= 0{,}08$ A, steče v 1 dnevu skozenj še dodatni naboj

$$e_\mathrm{prip} = I_\mathrm{prip} \cdot t_\mathrm{prip} = 0{,}08\,\mathrm{A} \cdot 21\,\mathrm{h} = 1{,}68\,\mathrm{Ah}.$$

V enem dnevu steče skozi televizor naboj $e_\mathrm{TV} + e_\mathrm{prip} = 4{,}68$ Ah. Skupni naboj, ki steče v enem dnevu skozi vse naprave, je zdaj $e'_\mathrm{n} = 27{,}68$ Ah. Čas delovanja akumulatorja, ki se lahko izprazni do polovice, se skrajša na $2{,}82$ dneva, kar pomeni, da je za $0{,}18$ dneva (malo več kot 4 ure) krajši kot v primeru, ko televizor ni v stanju pripravljenosti, ampak med nedelovanjem popolnoma ugasnjen.

Za pravilno skrajšanje časa .... **(2 točki)**
Za pravilen naboj, ki dodatno steče skozi televizor v 1 dnevu .... (1 točka)

(f) Če predpostavimo, da se hladilnik in sijalka obnašata kot ohmska upornika (da zanju velja Ohmov zakon), lahko iz nazivne napetosti in nazivne moči ter Ohmovega zakona izračunamo njuna upora,

$$P_\mathrm{H} = U_\mathrm{H} \cdot I = U_\mathrm{H} \cdot \frac{U_\mathrm{H}}{R_\mathrm{H}} = \frac{U_\mathrm{H}^2}{R_\mathrm{H}} \qquad \text{in} \qquad R_\mathrm{H} = \frac{U_\mathrm{H}^2}{P_\mathrm{H}} = \frac{(12\,\mathrm{V})^2}{36\,\mathrm{W}} = 4\,\Omega$$

in

$$P_\otimes = U_\otimes \cdot I = U_\otimes \cdot \frac{U_\otimes}{R_\otimes} = \frac{U_\otimes^2}{R_\otimes} \qquad \text{in} \qquad R_\otimes = \frac{U_\otimes^2}{P_\otimes} = \frac{(12\,\mathrm{V})^2}{6\,\mathrm{W}} = 24\,\Omega\,.$$

Ker je Tone hladilnik na akumulator vezal zaporedno s sijalko, je na njem napetost, manjša od nazivne. Vsota napetosti na hladilniku in na sijalki je enaka napetosti akumulatorja $U_\mathrm{a} =$ 12 V,

$$U_\mathrm{a} = U'_\mathrm{H} + U'_\otimes.$$

Skozi akumulator, hladilnik in sijalko teče isti tok I'. Uporabimo izračunana upora hladilnika in sijalke ter Ohmov zakon in dobimo

$$U_\mathrm{a} = U'_\mathrm{H} + U'_\otimes = I' \cdot R_\mathrm{H} + I' \cdot R_\otimes$$

odkoder izrazimo tok I'

$$I' = \frac{U_\mathrm{a}}{R_\mathrm{H} + R_\otimes} = \frac{12\,\mathrm{V}}{4\,\Omega + 24\,\Omega} = 0{,}43\,\mathrm{A}.$$

Zdaj lahko izračunamo moč, ki jo prejema Tonetov hladilnik, vezan zaporedno z eno sijalko,

$$P'_\mathrm{H} = U'_\mathrm{H} \cdot I' = R_\mathrm{H} \cdot I'^2 = 4\,\Omega \cdot (0{,}43\,\mathrm{A})^2 = 0{,}74\,\mathrm{W}.$$

Tonetov hladilnik, vezan na akumulator zaporedno s sijalko, ne služi namenu.

Za pravilno moč .... **(3 točke)**
Za pravilni upor hladilnika in/ali sijalke .... (1 točka)
Za pravilno upoštevano vsoto napetosti na hladilniku in sijalki .... (1 točka)

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

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke. Dopuščamo majhno odstopanje izmerjenih vrednosti od tu navedenih.

(a) Meritve smo opravili z žlebom, naslonjenim na prečko 3. To je najprimernejša izbira: časovni intervali, ki jih merimo, niso niti predolgi (da bi nam zmanjkalo časa za vse meritve in ostalo delo), niti prekratki (da bi bila napaka meritve prevelika). Vse točke pri tem delu naloge lahko dobijo vsi, ki so za izvedbo teh meritev uporabili še prečki 2 ali 4. Če so uporabili prečko 5, dobijo 1 točko manj. Če so uporabili prečko 6 ali 7, ne dobijo točk.

Primer meritev je v razpredelnici. Možna so manjša odstopanja.

meritve				izračuni (a), (b)	
s [cm]	t [s]	t [s]	t [s]	$\bar{t}$ [s]	$v\left[\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right]$
10	1,90	1,91	1,90	1,90	5,26
20	3,78	3,75	3,69	3,74	5,35
30	5,66	5,59	5,53	5,59	5,37
40	7,48	7,44	7,53	7,48	5,35
50	9,44	9,22	9,30	9,32	5,36

Za zapisano oznako prečke (2, 3 ali 4), vse meritve časa v okviru dopuščene napake in povprečni čas .... (3 točke)

Za zapisano oznako prečke (5 ali 6), vse meritve časa v okviru dopuščene napake in povprečni čas .... (2 točki)

Za meritve, ki niso dovolj natančne, a popolne .... (1 točka)

(b) Izračunane hitrosti valja

$$v = \frac{s}{\bar{t}}$$

so v zadnjem stolpcu razpredelnice pri (a).

Za vse izračunane hitrosti .... (1 točka)

(c) Težišče valja se po žlebu najprej giblje pospešeno (takoj na začetku, ko se iz mirovanja spravi v gibanje), potem enakomerno.

Za pravilen odgovor .... (1 točka)

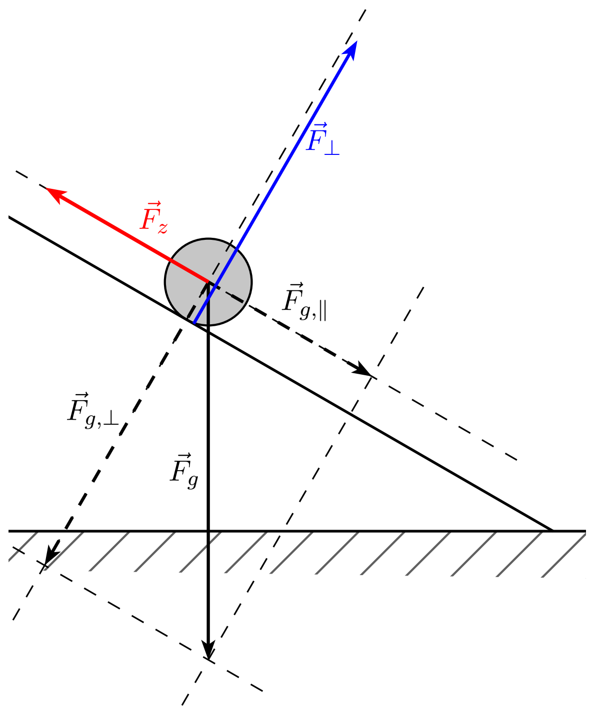
(d) Naklon žleba, ko ga naslonimo na prečko 1, je premajhen, da bi se valj skotalil po žlebu. Gibanje mu preprečuje drsenje stranskih ploskev valja ob stene žleba (sila trenja oziroma lepenja).

Meritve za ostale prečke in izbrano dolžino poti $s = 50$ cm so zapisane v razpredelnici.

meritve, dolžina poti $s = 50$ cm					izračuni (d), (g)		
prečka	h [m]	t [s]	t [s]	t [s]	$\bar{t}$ [s]	$v\ \left[\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right]$	F_z [mN]
2	16,8	14,94	14,78	14,78	14,83	3,37	6,66
3	25,3	9,44	9,22	9,30	9,32	5,36	9,71
4	33,8	6,75	6,60	6,59	6,65	7,52	12,98
5	42,3	5,13	5,09	5,09	5,10	9,80	16,27
6	50,8	4,19	4,15	4,15	4,16	12,02	19,54
7	59,5	3,50	3,56	3,44	3,50	14,29	22,88

Za dolžino poti $s \geq 40$ cm, dolžino žleba, oznake prečk in meritve višine h z ustrezno natančnostjo .... **(1 točka)**
Za vse meritve časa v okviru napake in povprečni čas .... **(3 točke)**
Za pomanjkljive in/ali premalo natančne meritve časa in povprečni čas .... (2 točki)
Za meritve, ki niso dovolj natančne, a popolne .... (1 točka
Za vse izračunane hitrosti .... **(1 točka)**

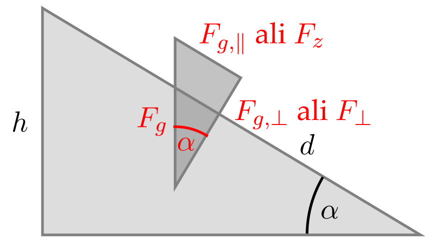
(e) Na kotaleči se magnetni valj delujejo teža $\vec{F}_g$, ki meri 25 mN, pravokotna sila podlage $\vec{F}_\perp$, ki uravnovesi statično (na podlago pravokotno) komponento teže $\vec{F}_{g,\perp}$, sila trenja $\vec{F}_t$ v smeri, nasprotni smeri gibanja težišča valja, in magnetna zaviralna sila $\vec{F}_m$, prav tako nasprotna smeri gibanja valja. Opazili (in izmerili) smo, da se valj giblje enakomerno. To pomeni, da so sile nanj v ravnovesju. Skupna zaviralna sila na magnetni valj $\vec{F}_z$, ki je vsota sile trenja in magnetne sile, $\vec{F}_z = \vec{F}_t + \vec{F}_m$, uravnovesi dinamično (s podlago vzporedno) komponento sile teže $\vec{F}_{g,\parallel}$, velja $F_z = F_{g,\parallel}$. V pravem merilu prikazana sila teže meri 5,0 cm $\pm\,0{,}1$ cm, pravokotna sila podlage $F_\perp \sim 4{,}3$ cm $\pm\,0{,}1$ cm in zaviralna sila $F_z \sim 2{,}5$ cm $\pm\,0{,}1$ cm.



Za pravilno narisano in poimenovano težo .... **(1 točka)**
Za pravilno narisano in poimenovano pravokotno silo podlage .... **(1 točka)**
Za pravilno narisano in poimenovano zaviralno silo ali magnetno silo in silo trenja .... **(1 točka)**
Za pravilno upoštevano ravnovesje sil .... (1 točka)

(f) Označen je kot α v malem trikotniku in pripisane oznake njegovih stranic, ki predstavljajo sile.

Za pravilno označen kot .... (1 točka)
Za pravilno označeni ustrezni stranici (F_g in F_z) .... (1 točka)



(g) Razmerje stranic podobnih trikotnikov na sliki je

$$\frac{h}{d} = \frac{F_{g,\|}}{F_g} = \frac{F_z}{F_g}$$

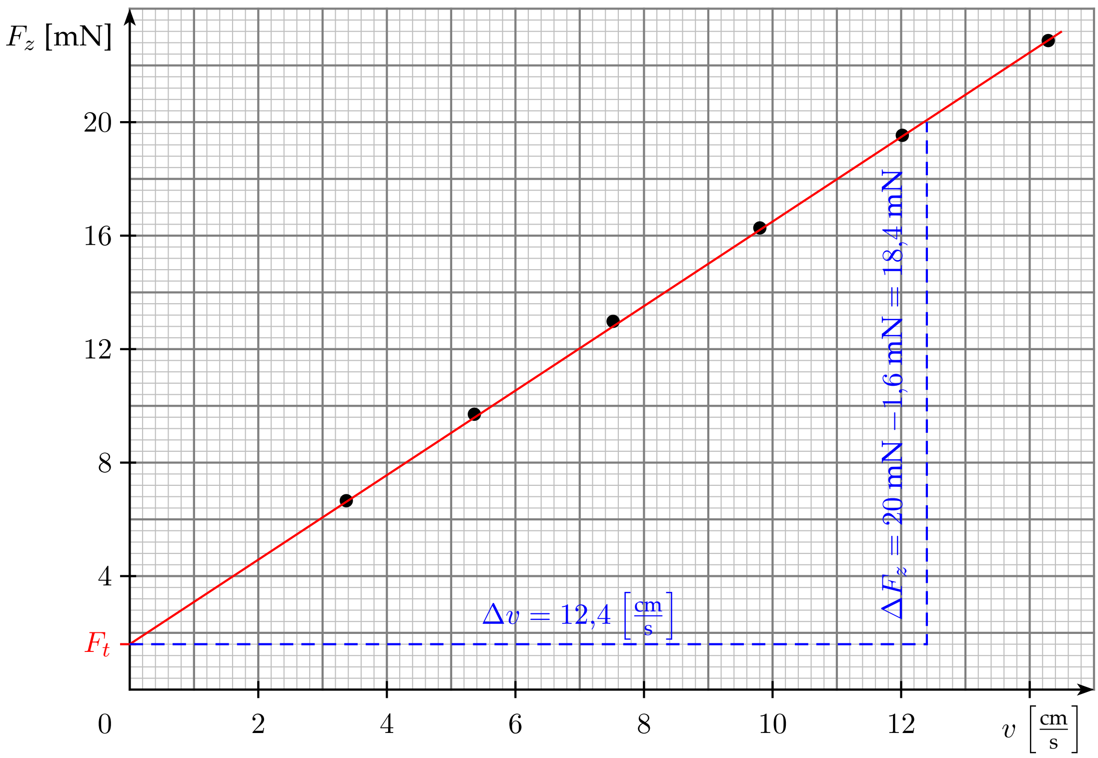
odkoder izrazimo velikost zaviralne sile

$$F_z = \frac{h}{d} \cdot F_g\,.$$

Vrednosti zaviralne sile so zapisane v zadnjem stolpcu razpredelnice pri (d).

Za pravilno razmerje .... (1 točka)
Za izračunane vrednosti zaviralne sile v razpredelnici pri (d) ....(1 točka)

(h) Graf prikazuje, kako je zaviralna sila F_z na magnetni valj, ki se giblje v aluminijastem žlebu, odvisna od hitrosti težišča valja v.



Za v celoti pravilen graf (oznake osi, količine, enote), pravilno vnešene točke, gladko krivuljo (črto) ....(3 točke)

Za pravilno vnešenih vsaj 5 točk ....(1 točka)
Za gladko črto v bližini merskih točk .... (1 točka)

(i) Velikost zaviralne sile F_z, ki je vsota velikosti sile trenja F_t in magnetne sile F_m, je linearna funkcija hitrosti v, s katero se giblje težišče valja. Izraz, ki povezuje velikost zaviralne sile F_z in hitrost, s katero se giblje težišče magneta v, je

$$F_z = F_t + F_m = F_t + k \cdot v\,.$$

Iz grafa določena velikost sile trenja $F_t = 1{,}6$ mN (označena na grafu pri (h)).
Koeficient k, ki določa velikost magnetne sile, je

$$k = \frac{\Delta F_z}{\Delta v} = \frac{18{,}4\,\mathrm{mN}}{12{,}4\,\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}} = 0{,}148\,\frac{\mathrm{N\cdot s}}{\mathrm{m}} = 148\,\frac{\mathrm{mN\cdot s}}{\mathrm{m}}$$

Za pravilen izraz za F_z (linearno funkcijo) ....(1 točka)
Za pravilno silo trenja F_t .... (1 točka)
Za pravilno vrednost koeficienta (vključno z enoto) ....(1 točka)

(j) Mehanska (potencialna) energija valja se med kotaljenjem valja po žlebu pretvori v notranjo energijo pretežno žleba – kovina, iz katere je žleb, ima upornost in vrtinčni tokovi, ki jih požene magnetno polje kotalečega se valja, žleb nekoliko segrejejo. To je princip delovanja magnetnega zaviranja pri sobnem kolesu. (Na drug način vzbujeni indukcijski vrtinčni tokovi pa segrejejo loenc na indukcijskem kuhališču.)

Za pravilno obrazložitev – omembo notranje energije in vrtinčnih tokov .... (2 točki)
Za nepopolno obrazložitev .... (1 točka)

(k) Koeficient k, ki pove, kako magnetna sila narašča s hitrostjo valja, je lahko odvisen od

(i) magnetnih lastnosti snovi, iz katere je izdelan magnet (”moči”magneta),
(ii) magnetnih in/ali električnih lastnosti snovi, iz katere je izdelan žleb,
(iii) geometrijskih lastnosti žleba (višine sten, širine žleba, debeline pločevine, iz katere je žleb narejen),
(iv) geometrijskih lastnosti magnetnega valja (debeline magneta, premera osnovne ploskve magneta),
(v) razdalje magneta od klanca,
(vi) tega, kako dobro so snov, iz katere je magnet, namagnetili ...

Za 3 pravilne lastnosti snovi in/ali teles .... (3 točke)
Za posamezno pravilno lastnost .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **28 točk**.