

**Društvo matematikov, fizikov  
in astronomov Slovenije**

Jadranska ulica 19  
1000 Ljubljana

# **Tekmovalne naloge DMFA Slovenije**

Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije dovoljuje shranitev v elektronski obliki, natis in uporabo gradiva v tem dokumentu **za lastne potrebe učenca/dijaka/študenta in za potrebe priprav na tekmovanje na šoli, ki jo učenec/dijak/študent obiskuje**. Vsakršno drugačno reproduciranje ali distribuiranje gradiva v tem dokumentu, vključno s tiskanjem, kopiranjem ali shranitvijo v elektronski obliki je prepovedano.

Še posebej poudarjamo, da **dokumenta ni dovoljeno javno objavljati na drugih spletnih straneh** (razen na [www.dmfa.si](http://www.dmfa.si)), dovoljeno pa je dokument hraniti na npr. spletnih učilnicah šole, če dokument ni javno dostopen.

# Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

## 8. razred

Področno tekmovanje, 15. marec 2019

**Naloge rešuješ 90 minut.** Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno 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 (spodaj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori v preglednici. Naloge **v sklopu B rešuj na tej polji**. 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	A2	A3	A4	A5

B1	B2

**A1** Miha sedi v avtobusu, ki ima pri sprednjem vetrobranskem oknu zaslon, na katerem je prikazana ura tako, da jo lahko vidijo potniki v avtobusu. Ko je ura 02.15, vidi Miha v stranskem oknu avtobusa (ki je polprepustno zrcalo) sliko prikaza ure na zaslonu. Katero sliko vidi?



(A)

(B)

(C)

(D)

**A2** V kuharskih receptih včasih nastopa enota čajna žlička. Ameriška ustreznica *teaspoon* ustreza  $\frac{1}{6}$  tekočega unča, ta  $\frac{1}{16}$  US pinta, pint pa  $\frac{1}{8}$  US galone, ki meri 3,785 litra. Koliko mililitrov približno meri čajna žlička?

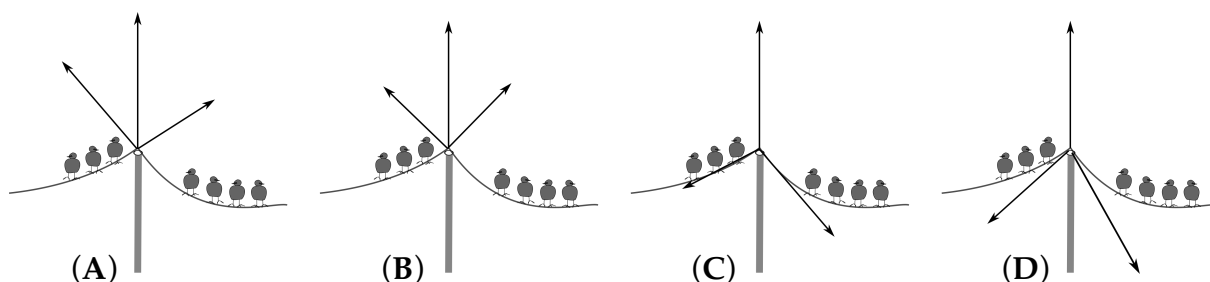
(A) 5

(B) 30

(C) 40

(D) 80

**A3** Drog podpira žico daljnovoda, ki je speljana preko keramičnega izolatorja z zanemarljivo maso. Na žici ob drogu sedi jata vran. Katera slika pravilno prikazuje sile na keramični izolator (na skici je prikazan kot majhen krogec na vrhu droga)?



(A)

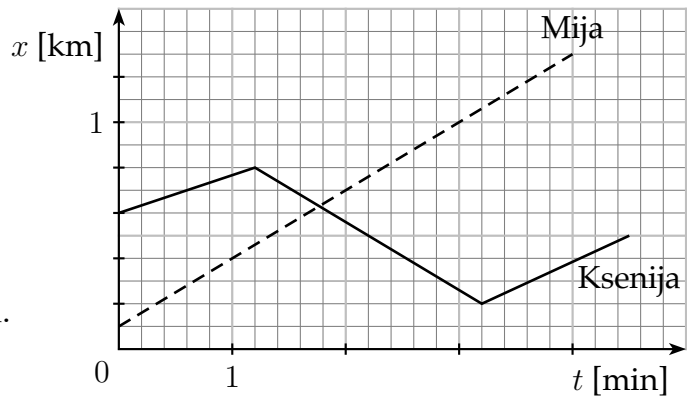
(B)

(C)

(D)

**A4** Grafa na sliki prikazujeta, kako sta se legi dveh tekačic spreminjali s časom. Ali se je katera od njiju v 3. minuti teka gibal tako, da je v 1 s opravila pot 5 m?

- (A) Mija.                      (B) Ksenija.  
 (C) Obe.                      (D) Nobena od njiju.

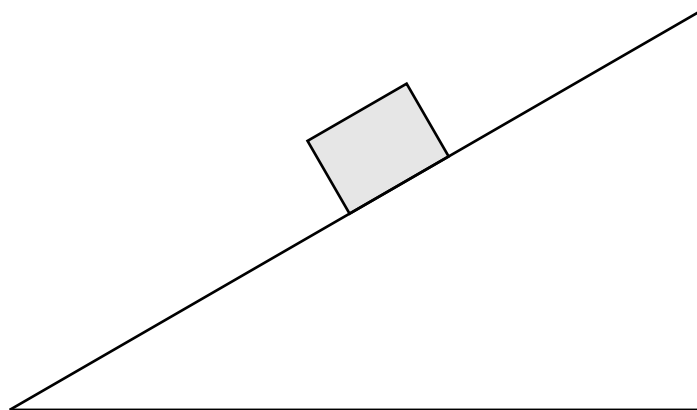


**A5** Katera hitrost je največja?

- (A)  $2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$                       (B)  $2 \cdot 10^7 \frac{\text{km}}{\text{h}}$                       (C)  $2 \cdot 10^8 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$                       (D)  $2 \cdot 10^4 \frac{\text{km}}{\text{min}}$

**B1** Zabož z maso 5 kg vlečemo navzgor po klancu z naklonom  $30^\circ$ . Vlečna sila  $F = 55 \text{ N}$  je vzporedna s klancem. Zabož se giblje počasi in enakomerno.

(a) Na sliko doriši vse sile, ki delujejo na zabož med njegovim gibanjem po klancu, v merilu, kjer 1 cm pomeni silo 10 N. Sile poimenuj in označi.



4

(b) Izkaže se, da je sila trenja  $F_t$  premo sorazmerna pravokotni komponenti sile podlage (pravokotni sili podlage)  $F_{p,\perp}$ .

$$F_t = k \cdot F_{p,\perp}.$$

Koeficient premega sorazmerja  $k$  imenujemo *koeficient trenja*. Izračunaj koeficient trenja med zabožem in podlago ter ga zaokroži na eno decimalno mesto.

1

- (c) S kolikšno silo vlečemo vzporedno s podlago isti zaboj po **vodoravni** podlagi, če je koeficient trenja enak kot na klancu in se zaboj giblje enakomerno?

3

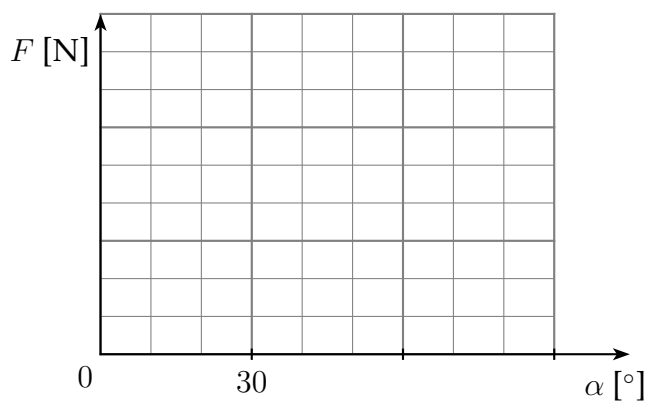
- (d) S kolikšno silo vlečemo vzporedno s podlago isti zaboj po klancu z naklonom  $60^\circ$ , če se zaboj giblje enakomerno in je koeficient trenja enak kot na prvem klancu?

4

- (e) S kolikšno silo vlečemo isti zaboj po klancu z naklonom  $89,999^\circ$ , če se zaboj giblje enakomerno in je koeficient trenja enak kot na prvem klancu?

1

- (f) Nariši graf, ki prikazuje, kako je pri enakomernem gibanju zaboja po klancu navzgor velikost s klancem vzporedne **vlečne sile**  $F$  odvisna od naklona klanca  $\alpha$ , za  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ .

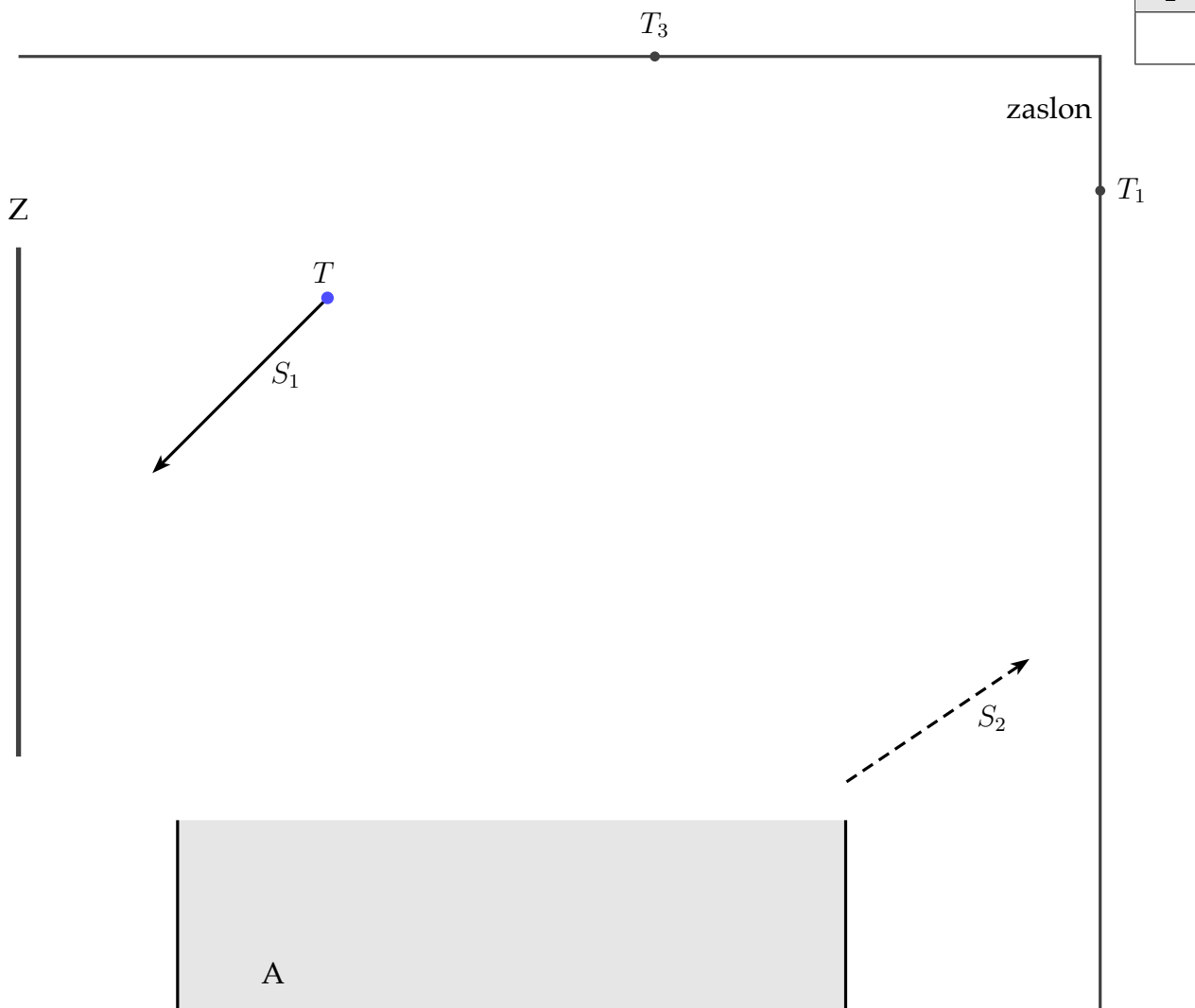


3

 $\Sigma$  B1

**B2** Jaka še naprej eksperimentira z laserskim kazalnikom, ravnim zrcalom in akvarijem z vodo. Uporabi navpično ravno zrcalo (Z), do vrha napolnjen akvarij z vodo (A), ki stoji na vodoravnih tleh, ter zaslon. Dno akvarija deluje kot ravno zrcalo. Svetloba potuje v snopu  $S_1$  od kazalnika v točki  $T$  do zrcala, dna akvarija in naposled do zaslona, ki ga osvetli v točki  $T_1$ .

(a) Čim natančneje skiciraj opisano pot svetlobe, ki se začne, kot označuje puščica  $S_1$ .



(b) Jaka bi rad s snopom svetlobe, ki se začne v smeri  $S_1$ , v točki  $T_3$  na stropu naredil zajčka (svetlo liso). Svetlobi v snopu bo na pot postavil še eno ravno zrcalo. Nariši, kam in kako bi lahko Jaka namestil zrcalo, da bo zajček pristal v  $T_3$ . Nariši tudi snop, ki se odbije od tega zrcala.

(c) Ko Jaka kazalnik v točki  $T$  nekoliko zasuče, svetloba do zrcala, dna akvarija in zaslona potuje po drugi poti. Del te poti prikazuje puščica  $S_2$ . S črtkano črto čim natančneje skiciraj pot svetlobe od kazalnika do zaslona v tem primeru.

4

2

3

Σ B2

# Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

## 9. razred

Področno tekmovanje, 15. marec 2019

**Naloge rešuješ 90 minut.** Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno ter list s fizikalnimi obrazci in konstantami.

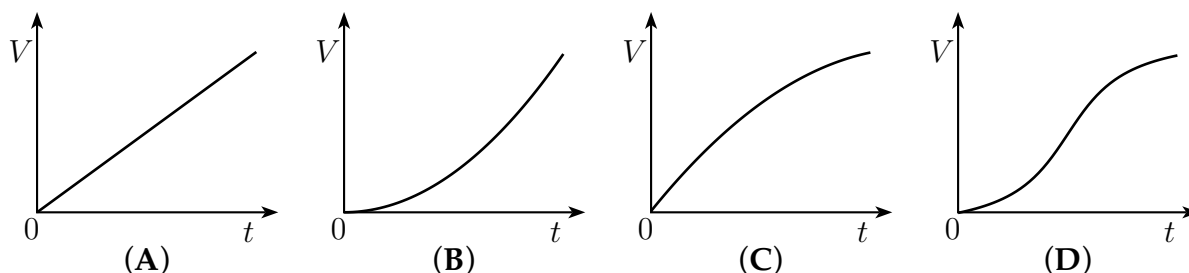
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. **V sklopu A obkroži črko** pred pravilnim odgovorom in **jo vpiši** v levo preglednico (spodaj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori v preglednici. Naloge **v sklopu B rešuj na tej polji**. 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	A2	A3	A4	A5

B1	B2

**A1** Valjasta posoda, polna vode, ima v dnu luknjico, ki je zamašena. Ob času  $t = 0$  luknjico odmašimo, voda prične skozi luknjico iztekati. Kateri graf pravilno prikazuje prostornino iztekle vode v odvisnosti od časa?



**A2** Katero enoto ima gravitacijska konstanta  $G$ , ki nastopa v izrazu za gravitacijsko silo med dvema telesoma

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2},$$

kjer sta  $m_1$  in  $m_2$  masi teles in je  $r$  razdalja med telesi?

(A)  $\frac{\text{m}^3}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}}$

(B)  $\frac{\text{m}^3}{\text{s} \cdot \text{kg}}$

(C)  $\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}^2}$

(D)  $\frac{\text{m}^2}{\text{s} \cdot \text{kg}^2}$

**A3** Sposodili smo si nalogo iz stare Močnikove računice: "Skupina 15 srednje učinkovitih delavcev izvrši neko delo v 10 dneh, ako delajo na dan po 12 ur. Koliko visoko učinkovitih delavcev je treba najeti, da zagotovijo isto delo v 6 dneh, ako delajo le po 10 ur na dan?" Moči, s katerima srednje in visoko učinkovit delavec opravljata delo, sta v razmeru 2 : 3.

(A) 10

(B) 15

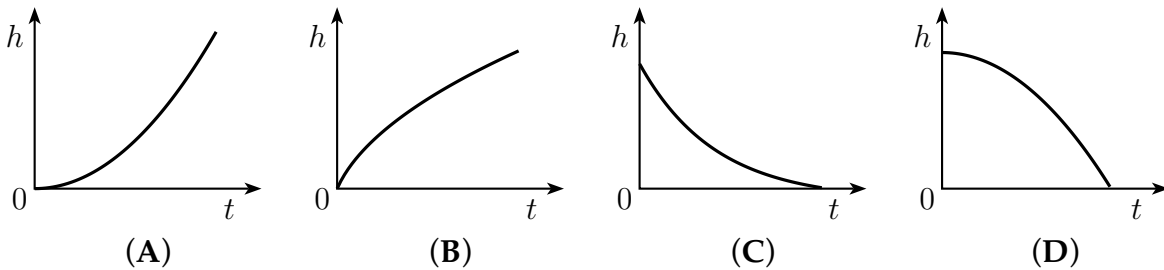
(C) 20

(D) 30

**A4** Na čolnu, ki ima skupaj z motorjem maso 120 kg, sedita Tina in Tone. Tone ima 65 kg, Tina pa 55 kg. Čoln pospešuje. V nekem trenutku se giblje s pospeškom  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Takrat deluje na čoln sila upora, ki je po velikosti enaka 500 N. S kolikšno silo propeler motorja odrija vodo?

- (A) 120 N                      (B) 240 N                      (C) 500 N                      (D) 740 N

**A5** Vrana v trenutku  $t = 0$  spusti iz kljuna oreh, da prosto pade na asfaltirano cesto. Kateri graf pravilno kaže, kako se s časom spreminja višina, na kateri je oreh?



**B1** Dušan si v zamrzovalniku pripravi led. Led zdrobi in strese v toplotno izolirano posodo. Masa ledu v posodi je 3 kg, temperatura pa  $-16^\circ\text{C}$ . Predpostavi, da je mešanje snovi v posodi tako učinkovito, da je v vsakem trenutku temperatura na vseh mestih v posodi enaka.

specifična toplota vode  $c_v = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$   
 specifična toplota ledu  $c_l = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$   
 specifična talilna toplota vode  $q_t = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$   
 specifična izparilna toplota vode  $q_i = 2,26 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$

Odgovore (razen pri (g)) vpisuj v ustrezna okenca v spodnji razpredelnici. Čase izrazi v minutah.

proces	trajanje $\Delta t$ [min]	začetek $t_z$ [min]	konec $t_k$ [min]
(a) segrevanje ledu	$\Delta t_{(a)} =$	$t_0 = 0$	$t_1 =$
(b) taljenje s prvim grelcem	$\Delta t_{(b)} =$	$t_1 =$	$t_2 =$
(c) taljenje z drugim grelcem			
(d) segrevanje vode do vrenja			
(e) uparevanje			

(a) Dušan v posodo ob času  $t = 0$  potopi grelec, ki vsako sekundo odda 120 J toplote. Ob katerem času ( $t_1$ ) je led ogret na temperaturo  $0^\circ\text{C}$  in se ni še nič ledu stalilo?

2

- (b) Dušan opazi, da poskus poteka nekoliko prepočasi, zato poišče močnejši grelec. Ob času  $t_2$ , ko je v posodi mešanica 0,75 kg tekoče vode in 2,25 kg ledu, zamenja prvi grelec z drugim. Koliko časa je talil led s prvim grelcem ( $\Delta t_{(b)}$ ) in ob katerem času ( $t_2$ ) prvi grelec zamenja z drugim?

2

- (c) Drugi grelec odda vsako sekundo 7-krat več toplote kot prvi. Čez koliko časa (od zamenjave grelcev) se stali ves preostali led ( $\Delta t_{(c)}$ ) in koliko časa je tedaj minilo od začetka poskusa ( $t_3$ )?

2

- (d) Segrevanje poteka še naprej z drugim grelcem. Ob katerem času ( $t_4$ ) voda zavre?

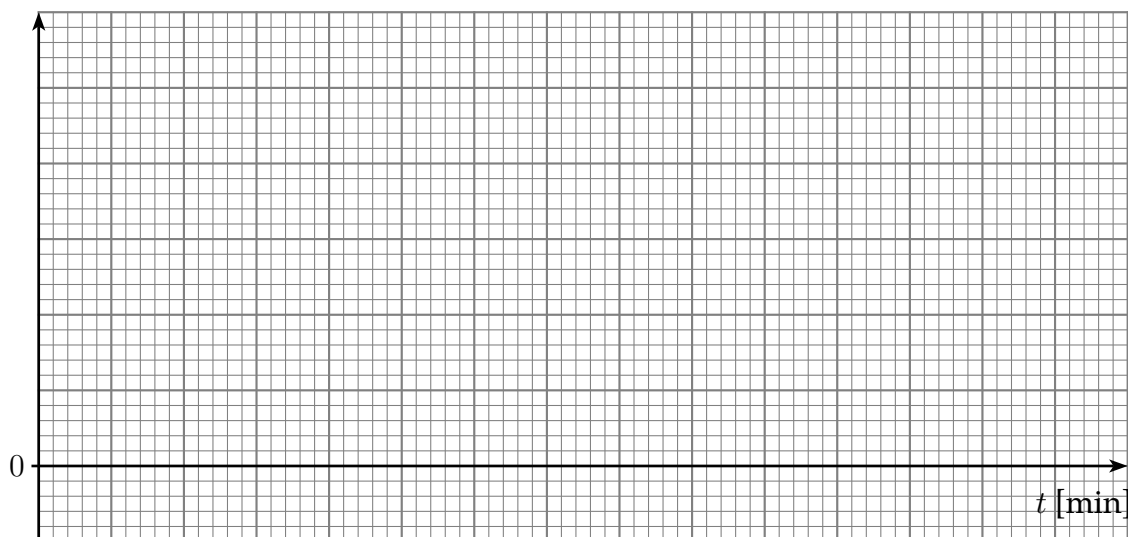
2

- (e) Voda vre, para uhaja iz posode. Ob katerem času ( $t_5$ ) je v posodi le še 2,5 kg vode?

2

- (f) Nariši graf, ki prikazuje, kako se je s časom spreminjala temperatura v posodi od  $t = 0$  do  $t_5$ .

3



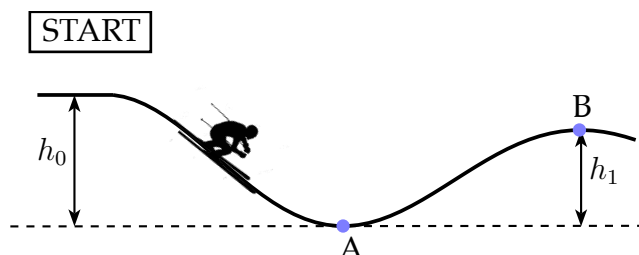
- (g) Koliko toplote je med poskusom (od  $t = 0$  do  $t_5$ ) prejela snov v posodi?

1

 $\Sigma$  B1



**B2** Filip tekmuje v smučarskem krosu. Njegova skupna masa, ko je v popolni smučarski opravi, je 104 kg. Na startu, ki je  $h_0 = 9$  m nad točko A, ki je najnižja točka prve doline, se Filip požeje po klancu. V točki A mu izmerijo hitrost  $13,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .



(a) Kolikšna je sprememba Filipove potencialne energije na prvem klancu od starta do točke A?

2

(b) Kolikšno kinetično energijo ima Filip v točki A?

1

(c) Na 18 m dolgem klancu od starta do točke A deluje na Filipa povprečna zaviralna sila  $F_u = 35$  N. Kolikšno delo opravi (na Filipu) zaviralna sila?

2

(d) S kolikšno hitrostjo se je Filip na startu pogнал v dolino?

4

(e) Dolini sledi grbina. Razmerje med dolžino klanca med točkama A in B ter višinsko razliko  $h_1$  je enako razmerju med dolžino klanca med startom in točko A ter višinsko razliko  $h_0$ . Predpostavi, da na Filipa na grbini deluje enaka povprečna zaviralna sila kot na prvem klancu. Kako visoko nad točko A naj bo vrh grbine B, da ga Filip presmuča z enako hitrostjo, kot jo je imel na startu?

4

Σ B2

## Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

### 8. razred, FLEKSIBILNI PREDMETNIK

Področno tekmovanje, 15. marec 2019

**Naloge rešuješ 90 minut.** Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno 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 (spodaj). Pravilen odgovor se točkjuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori v preglednici. Naloge **v sklopu B rešuj na tej polji**. 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	A2	A3	A4	A5

B1	B2

**A1** Miha sedi v avtobusu, ki ima pri sprednjem vetrobranskem oknu zaslon, na katerem je prikazana ura tako, da jo lahko vidijo potniki v avtobusu. Ko je ura 02.15, vidi Miha v stranskem oknu avtobusa (ki je polprepustno zrcalo) sliko prikaza ure na zaslonu. Katero sliko vidi?

21:50

(A)

05:12

(B)

15:02

(C)

51:20

(D)

**A2** V kuharskih receptih včasih nastopa enota *čajna žlička*. Ameriška ustreznica *teaspoon* ustreza  $\frac{1}{6}$  tekočega unča, ta  $\frac{1}{16}$  US pinta, pint pa  $\frac{1}{8}$  US galone, ki meri 3,785 litra. Koliko mililitrov približno meri čajna žlička?

(A) 5

(B) 30

(C) 40

(D) 80

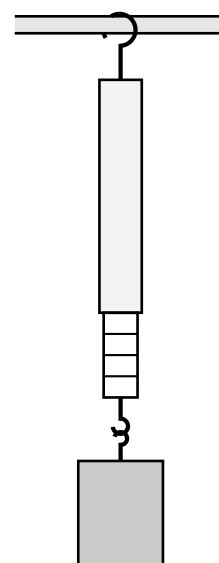
**A3** Vzmetna tehtnica visi na stojalu, na vzmetni tehtnici pa visi utež. Masa vzmetne tehtnice je 120 g, sila, s katero tehtnica deluje na stojalo, je 2 N. Za koliko so narazen oznake na tehtnici?

(A) 0,5 N

(B) 0,3 N

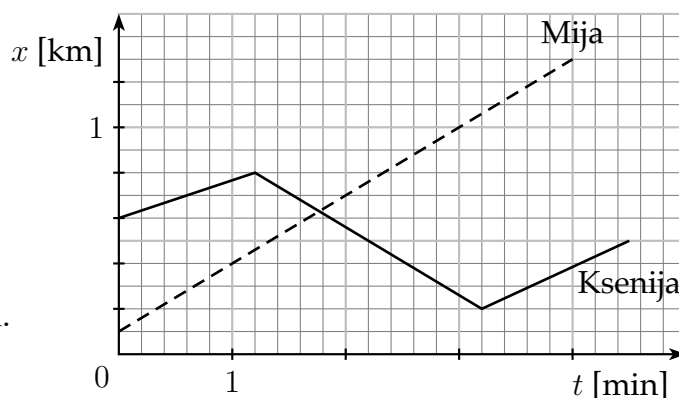
(C) 0,2 N

(D) 0,08 N



**A4** Grafa na sliki prikazujeta, kako sta se legi dveh tekačic spreminjali s časom. Ali se je katera od njiju v 3. minuti teka gibal tako, da je v 1 s opravila pot 5 m?

- (A) Mija.                      (B) Ksenija.  
 (C) Obe.                      (D) Nobena od njiju.



**A5** Katera hitrost je največja?

- (A)  $2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$                       (B)  $2 \cdot 10^7 \frac{\text{km}}{\text{h}}$                       (C)  $2 \cdot 10^8 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$                       (D)  $2 \cdot 10^4 \frac{\text{km}}{\text{min}}$

**B1** Ob 6.20 odpelje Zlatko tekmovalne naloge za učence s fleksibilnim predmetnikom iz Maribora v Prevalje, ki so 72 km daleč. V Prevalje prispe čez 1 uro in 12 minut, se tam zadrži 10 minut, nato nadaljuje pot v Kamnik. Razdalja med Prevaljami in Kamnikom je 96 km. V Kamnik prispe ob 9.28. Pot proti Grosuplju, ki je 32 km daleč, nadaljuje 15 minut kasneje, za pot od Kamnika do Grosuplja pa potrebuje 29 minut. Predpostavi, da se Zlatko med kraji, kjer ima postanek, vozi enakomerno. Vse hitrosti v nadaljevanju naloge izrazi v enoti  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  in zaokroži na eno decimalno mesto.

(a) Koliko je ura, ko Zlatko prispe do šole v Grosuplju?

2

(b) S kolikšno povprečno hitrostjo Zlatko potuje od Maribora do Grosuplja?

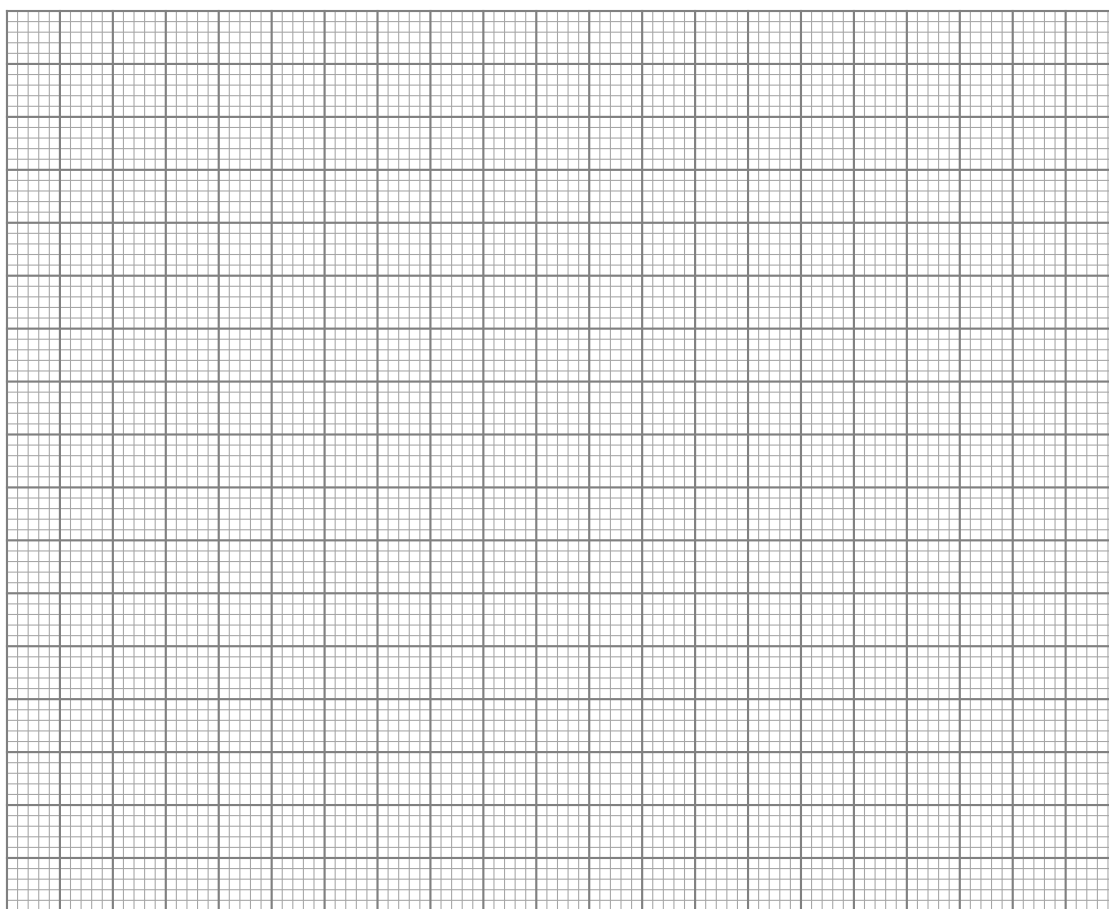
3

(c) Kolikšna bi bila Zlatkova povprečna hitrost, če bi na vseh relacijah vozil za 20% hitreje, njegovi postanki pa se ne bi spremenili?

4

- (d) Iz Grosuplja se Zlatko odpelje nazaj v Maribor po avtocesti. Za 132 km dolgo pot potrebuje 83 minut, vozi enakomerno. V Maribor prispe ob 13.00. Nariši graf, ki prikazuje, kako prevožena pot ( $s$ ) narašča s časom od trenutka  $t = 0$ , ko odpelje iz Maribora, do trenutka  $t_M$ , ko se vrne v Maribor. Enota za čas naj bo minuta.

4



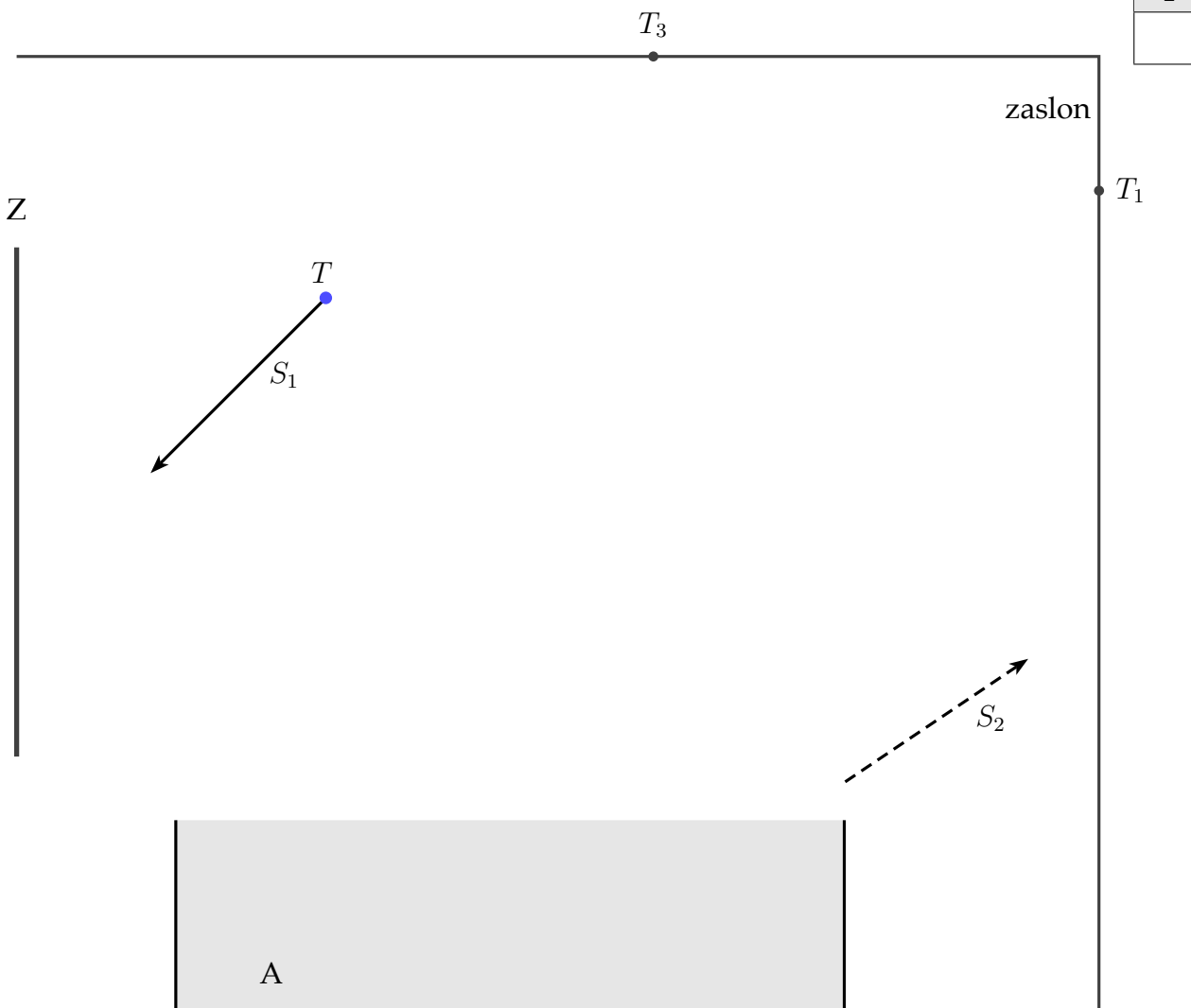
- (e) Tega dne se je Zlatko dvakrat peljal mimo Vranskega, ki je 31 km pred Kamnikom (pri vožnji iz Prevalj) in 54 km od Grosuplja (pri vožnji nazaj v Maribor). Izračunaj, koliko časa je medtem preteklo in koliko kilometrov je vmes prevozil? Oba trenutka, ko se je peljal mimo Vranskega, označi na grafu, ki si ga narisal pri (d).

3

$\Sigma$ B1

**B2** Jaka še naprej eksperimentira z laserskim kazalnikom, ravnim zrcalom in akvarijem z vodo. Uporabi navpično ravno zrcalo (Z), do vrha napolnjen akvarij z vodo (A), ki stoji na vodoravnih tleh, ter zaslon. Dno akvarija deluje kot ravno zrcalo. Svetloba potuje v snopu  $S_1$  od kazalnika v točki  $T$  do zrcala, dna akvarija in naposled do zaslona, ki ga osvetli v točki  $T_1$ .

(a) Čim natančneje skiciraj opisano pot svetlobe, ki se začne, kot označuje puščica  $S_1$ .



4

(b) Jaka bi rad s snopom svetlobe, ki se začne v smeri  $S_1$ , v točki  $T_3$  na stropu naredil *zajčka* (svetlo liso). Svetlobi v snopu bo na pot postavil še eno ravno zrcalo. Nariši, kam in kako bi lahko Jaka namestil zrcalo, da bo zajček pristal v  $T_3$ . Nariši tudi snop, ki se odbije od tega zrcala.

2

(c) Ko Jaka kazalnik v točki  $T$  nekoliko zasuče, svetloba do zrcala, dna akvarija in zaslona potuje po drugi poti. Del te poti prikazuje puščica  $S_2$ . S črtkano črto čim natančneje skiciraj pot svetlobe od kazalnika do zaslona v tem primeru.

3

$\Sigma$ B2

## Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

### 9. razred, FLEKSIBILNI PREDMETNIK

Področno tekmovanje, 15. marec 2019

**Naloge rešuješ 90 minut.** Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno ter list s fizikalnimi obrazci in konstantami.

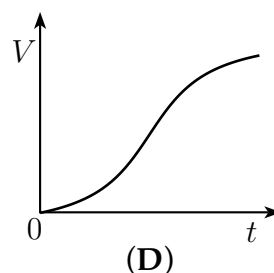
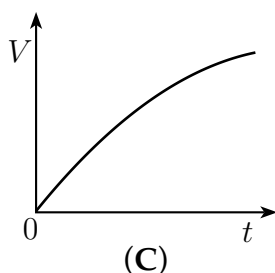
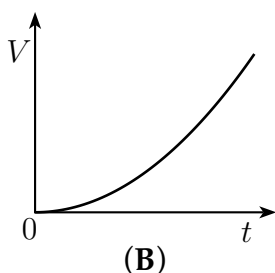
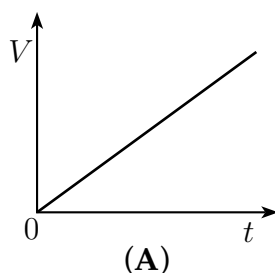
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. **V sklopu A obkroži črko** pred pravilnim odgovorom in **jo vpiši** v levo preglednico (spodaj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori v preglednici. Naloge **v sklopu B rešuj na tej polji**. 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	A2	A3	A4	A5

B1	B2

- A1** Valjasta posoda, polna vode, ima v dnu luknjico, ki je zamašena. Ob času  $t = 0$  luknjico odmašimo, voda prične skozi luknjico iztekati. Kateri graf pravilno prikazuje prostornino iztekle vode v odvisnosti od časa?



- A2** Katero enoto ima gravitacijska konstanta  $G$ , ki nastopa v izrazu za gravitacijsko silo med dvema telesoma

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2},$$

kjer sta  $m_1$  in  $m_2$  masi teles in je  $r$  razdalja med telesi?

(A)  $\frac{\text{m}^3}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}}$

(B)  $\frac{\text{m}^3}{\text{s} \cdot \text{kg}}$

(C)  $\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}^2}$

(D)  $\frac{\text{m}^2}{\text{s} \cdot \text{kg}^2}$

- A3** Sposodili smo si nalogo iz stare Močnikove računice: "Skupina 15 srednje učinkovitih delavcev izvrši neko delo v 10 dneh, ako delajo na dan po 12 ur. Koliko visoko učinkovitih delavcev je treba najeti, da zagotovijo isto delo v 6 dneh, ako delajo le po 10 ur na dan?" Moči, s katerima srednje in visoko učinkovit delavec opravljata delo, sta v razmeru 2 : 3.

(A) 10

(B) 15

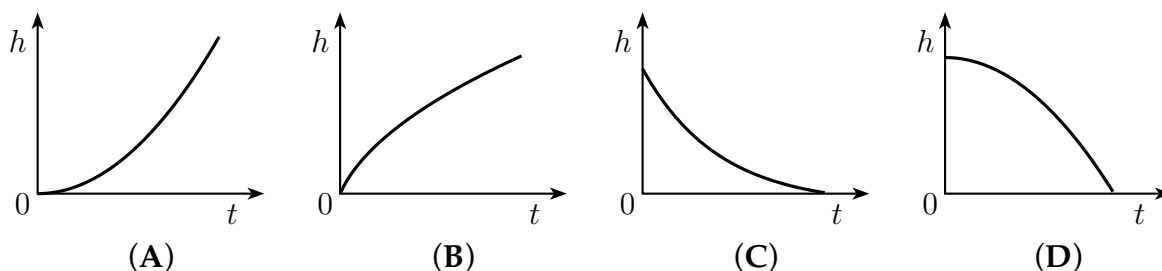
(C) 20

(D) 30

**A4** Na čolnu, ki ima skupaj z motorjem maso 120 kg, sedita Tina in Tone. Tone ima 65 kg, Tina pa 55 kg. Čoln pospešuje. V nekem trenutku se giblje s pospeškom  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Takrat deluje na čoln sila upora, ki je po velikosti enaka 500 N. S kolikšno silo propeler motorja odrija vodo?

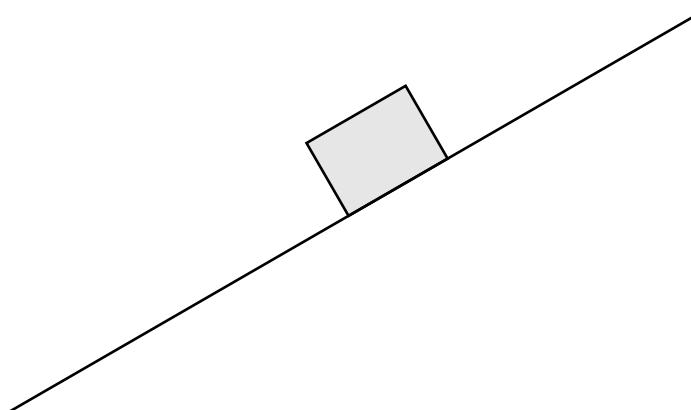
- (A) 120 N                      (B) 240 N                      (C) 500 N                      (D) 740 N

**A5** Vrana v trenutku  $t = 0$  spusti iz kljuna oreh, da prosto pade na asfaltirano cesto. Kateri graf pravilno kaže, kako se s časom spreminja višina, na kateri je oreh?



**B1** Zabož z maso 5 kg vlečemo navzgor po klancu z naklonom  $30^\circ$ . Vlečna sila  $F = 55 \text{ N}$  je vzporedna s klancem. Zabož se giblje počasi in enakomerno.

- (a) Na sliko doriši vse sile, ki delujejo na zabož med njegovim gibanjem po klancu, v merilu, kjer 1 cm pomeni silo 10 N. Sile poimenuj in označi.



3

- (b) Izkaže se, da je sila trenja  $F_t$  premo sorazmerna pravokotni komponenti sile podlage (pravokotni sili podlage)  $F_{p,\perp}$

$$F_t = k \cdot F_{p,\perp}.$$

1

Koeficient premega sorazmerja  $k$  imenujemo *koeficient trenja*. Izračunaj koeficient trenja med zabožem in podlago ter ga zaokroži na eno decimalno mesto.

- (c) S kolikšno silo vlečemo vzporedno s podlago isti zaboj po **vodoravni** podlagi, če je koeficient trenja enak kot na klancu in se zaboj giblje enakomerno?

3

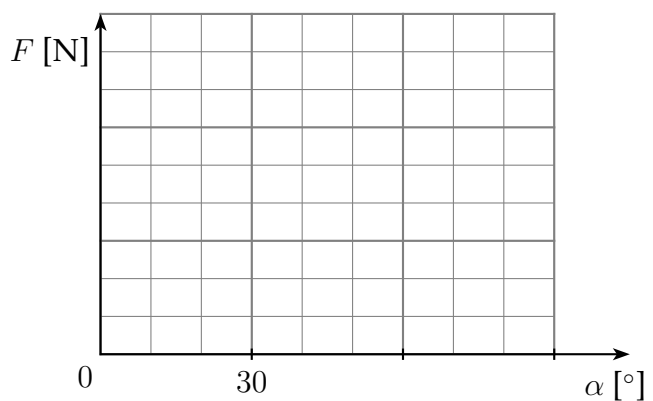
- (d) S kolikšno silo vlečemo vzporedno s podlago isti zaboj po klancu z naklonom  $60^\circ$ , če se zaboj giblje enakomerno in je koeficient trenja enak kot na prvem klancu?

3

- (e) S kolikšno silo vlečemo isti zaboj po klancu z naklonom  $89,999^\circ$ , če se zaboj giblje enakomerno in je koeficient trenja enak kot na prvem klancu?

1

- (f) Nariši graf, ki prikazuje, kako je pri enakomernem gibanju zaboja po klancu navzgor velikost s klancem vzporedne **vlečne sile**  $F$  odvisna od naklona klanca  $\alpha$ , za  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ .

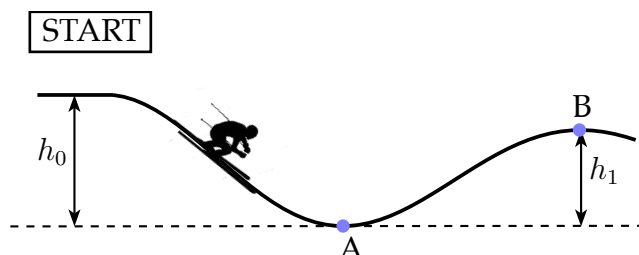


3

$\Sigma$ B1



**B2** Filip tekmuje v smučarskem krosu. Njegova skupna masa, ko je v popolni smučarski opravi, je 104 kg. Na startu, ki je  $h_0 = 9$  m nad točko A, ki je najnižja točka prve doline, se Filip požeje po klancu. V točki A mu izmerijo hitrost  $13,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .



(a) Kolikšna je sprememba Filipove potencialne energije na prvem klancu od starta do točke A?

2

(b) Kolikšno kinetično energijo ima Filip v točki A?

1

(c) Na 18 m dolgem klancu od starta do točke A deluje na Filipa povprečna zaviralna sila  $F_u = 35$  N. Kolikšno delo opravi (na Filipu) zaviralna sila?

2

(d) S kolikšno hitrostjo se je Filip na startu pogнал v dolino?

4

(e) Dolini sledi grbina. Razmerje med dolžino klanca med točkama A in B ter višinsko razliko  $h_1$  je enako razmerju med dolžino klanca med startom in točko A ter višinsko razliko  $h_0$ . Predpostavi, da na Filipa na grbini deluje enaka povprečna zaviralna sila kot na prvem klancu. Kako visoko nad točko A naj bo vrh grbine B, da ga Filip presmuča z enako hitrostjo, kot jo je imel na startu?

4

Σ B2

--

## Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2018/19

### 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
A	A	C	C	B

**A1** Miha vidi zrcalno sliko prikaza na uri, pri čemer je zrcalo v navpični ravnini (zrcalo je stransko okno avtobusa). Vseeno je, ali opazuje sliko prikaza v levem ali desnem oknu, rešitev je (A).



**A2** Pretvorimo čajno žličko v mililitre:

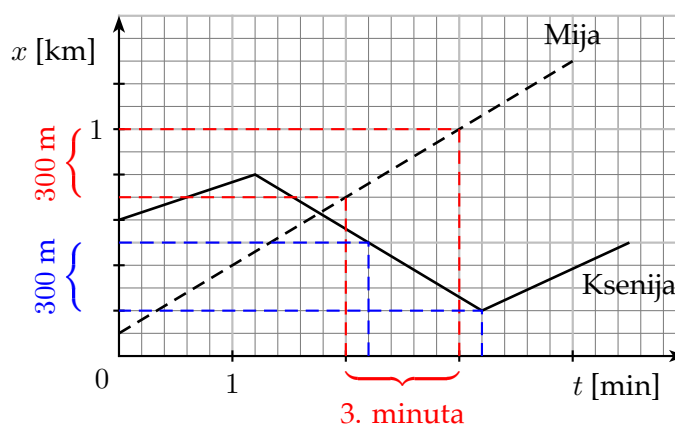
$$\begin{aligned}
 1 \text{ čajna žlička} &= \frac{1}{6} \text{ tekoča unča} = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{16} \text{ US pint} = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{8} \text{ US galona} = \\
 &= \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{8} \cdot 3,7851 = \frac{1}{768} \cdot 3,7851 = 0,004941 \approx 5 \text{ ml (A)}.
 \end{aligned}$$

**A3** Keramični izolator miruje, sile nanj so v ravnovesju. Ker ima izolator zanemarljivo maso, je zanemarljiva – proti ostalim silam, ki delujejo nanj – tudi njegova teža. Na izolator delujejo tri zanemarljive sile: sila žice z leve strani, sila žice z desne strani in sila podpornega droga. Vsota teh treh sil je 0. Edina skica, na kateri sile zadostijo temu pogoju, je skica (C).

**A4** Mija teče ves čas enakomerno, Ksenija pa teče z isto hitrostjo kot v 3. minuti že tudi malo prej in malo kasneje (še prvih 10 s v 4. minuti), kar smo upoštevali pri razbiranju Ksenijine poti. V 3. minuti teka sta v času 60 s obe, Mija in Ksenija, opravili pot  $s = 300$  m, kar pomeni, da sta v 1 s tretje minute opravili pot

$$s_1 = \frac{s}{60} = \frac{300 \text{ m}}{60} = 5 \text{ m}.$$

Pravilen odgovor je (C).



A5 Pretvorimo vse hitrosti v enoto  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ :

$$(A) \quad 2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$(B) \quad 2 \cdot 10^7 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 2 \cdot 10^7 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 5,56 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$(C) \quad 2 \cdot 10^8 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 2 \cdot 10^8 \cdot \frac{0,01 \text{ m}}{\text{s}} = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$(D) \quad 2 \cdot 10^4 \frac{\text{km}}{\text{min}} = 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 3,33 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

Največja je hitrost (B).

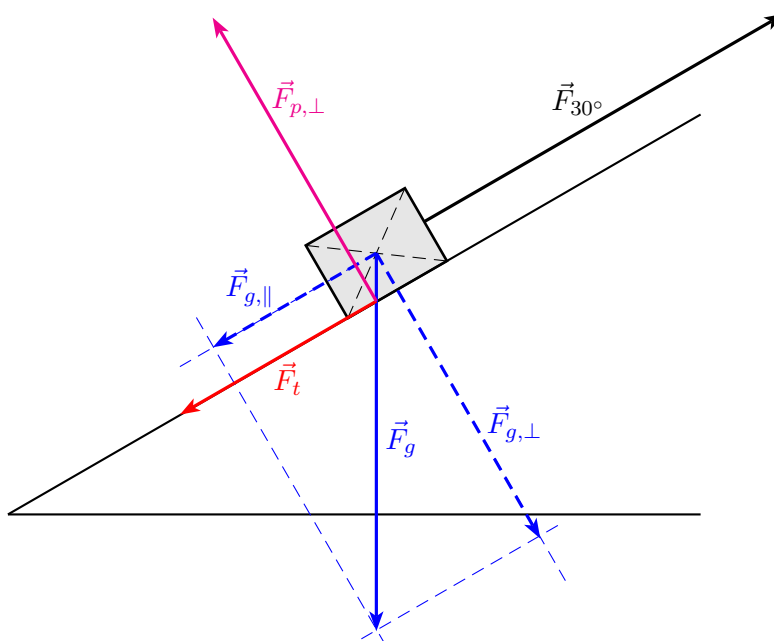
**Sklop B:**

- B1** (a) Na zaboju med njegovim gibanjem navzgor po klanecu z naklonom  $\alpha = 30^\circ$  delujejo štiri sile: teža  $\vec{F}_g$ , vlečna sila  $\vec{F}_{30^\circ}$ , pravokotna sila podlage  $\vec{F}_{p,\perp}$  ter sila trenja  $\vec{F}_t$ . Teža zaboja meri  $F_g = 50\text{ N}$  in jo na sliki predstavimo s 5 cm dolgo daljico, usmerjeno navzdol. Poznamo tudi vlečno silo  $\vec{F}_{30^\circ}$ , ki meri  $F_{30^\circ} = 55\text{ N}$  in jo na sliki predstavimo s 5,5 cm dolgo daljico, usmerjeno vzdolž klanca navzgor. Pravokotna sila podlage  $\vec{F}_{p,\perp}$  uravnovesi statično (pravokotno) komponento teže  $\vec{F}_{g,\perp}$ . Velikost obeh komponent teže določimo z razstavljanjem teže na dve komponenti, pravokotno na klanec  $\vec{F}_{g,\perp}$  in vzporedno s klancom  $\vec{F}_{g,\parallel}$ . Ugotovimo, da je dolžina daljice, s katero ponazorimo pravokotno komponento teže, dolga  $4,3\text{ cm} \pm 0,1\text{ cm}$ , kar ustreza velikosti sile  $F_{g,\perp} = 43\text{ N} \pm 1\text{ N}$ . To je tudi velikost sile podlage  $F_{p,\perp} = F_{g,\perp} = 43\text{ N} \pm 1\text{ N}$ . Zaboju se giblje enakomerno, kar pomeni, da so tudi sile in komponente sil, ki so vzporedne klanecu, uravnovešene. Vzdolž klanca vleče zaboju navzgor vlečna sila  $\vec{F}_{30^\circ}$ , vzdolž klanca navzdol pa delujeta na zaboju dinamična (klanecu vzporedna) komponenta teže  $\vec{F}_{g,\parallel}$  in sila trenja  $\vec{F}_t$ . Ugotovimo, da je dolžina daljice, s katero predstavimo vzporedno komponento teže, dolga  $2,5\text{ cm} \pm 0,1\text{ cm}$ , kar ustreza velikosti sile  $F_{g,\parallel} = 25\text{ N}$ . Za velikosti sil velja zveza

$$F_{30^\circ} = F_{g,\parallel} + F_t.$$

Sila trenja meri  $F_t = F_{30^\circ} - F_{g,\parallel} = 55\text{ N} - 25\text{ N} = 30\text{ N} \pm 1\text{ N}$ .

**Prijemališča sil:** teža prijemlje v težišču – sredini – zaboja. Vlečna sila prijemlje na pritrdišču vrvi na zaboju. Sila podlage in sila trenja prijemljeta na stiku zaboja s podlago.



- Za pravilno narisane in poimenovane vse štiri sile (dolžine, smeri, prijemališča) (4 točke)
- Za pravilno narisani in poimenovani vlečno silo in težo ..... (1 točka)
- Za pravilno razstavljeno težo ..... (1 točka)
- Za pravilno narisano pravokotno silo podlage, ki uravnovesi pravokotno komponento teže ..... (1 točka)
- Za pravilno narisano silo trenja (smer in velikost, upoštevano ravnovesje) ..... (1 točka)

- (b) Koeficient trenja izračunamo iz razmerja dveh sil, sile trenja in pravokotne sile podlage, njegovo vrednost zaokrožimo na eno decimalno mesto,

$$k = \frac{F_t}{F_{p,\perp}} = \frac{30\text{ N}}{43\text{ N}} = 0,7.$$

Za pravilno izračunan koeficient trenja (zaokrožen na eno decimalno mesto) ... (1 točka)

- (c) Če isti zaboj vlečemo enakomerno in vzporedno s podlago po vodoravni podlagi, sta vlečna sila in sila trenja uravnovešeni (po velikosti enaki, po smeri nasprotni),  $F_{0^\circ} = F_t$ . Sila trenja meri  $F_t = k \cdot F_{p,\perp}$ . Na vodoravni podlagi sta uravnovešeni tudi pravokotna sila podlage in teža,  $F_{p,\perp} = F_g = 50 \text{ N}$ . Ker je koeficient trenja tak, kot na prvem klanecu, je  $F_t = 0,7 \cdot 50 \text{ N} = 35 \text{ N}$ . Vlečna sila je po velikosti enaka,  $F_{0^\circ} = 35 \text{ N}$ .

**Za pravilno vlečno silo** ..... (3 točke)

**Za pravilen sklep, da je vlečna sila po velikosti enaka sili trenja** ..... (1 točka)

**Za pravilno silo trenja** ..... (1 točka)

**Za pravilen sklep, da je pravokotna sila podlage po velikosti enaka teži** ..... (1 točka)

- (d) Če je naklon klanca drugačen, se spremenita velikosti obeh komponent teže, zato se spremenijo tudi pravokotna sila podlage, sila trenja in vlečna sila. Lahko ponovimo načrtovanje pri novem naklonskem kotu klanca, lahko pa se namesto tega spomnimo, da je  $60^\circ = 90^\circ - 30^\circ$ . To pomeni, da se pri nespremenjeni teži pri njenem razstavljanju ravno zamenjata velikosti komponent. Pri kotu  $30^\circ$  je merila pravokotna komponenta teže  $43 \text{ N}$ , pri kotu  $60^\circ$  pa meri toliko vzporedna komponenta teže,  $F_{g,\parallel} = 43 \text{ N}$ . Pri kotu  $30^\circ$  je merila vzporedna komponenta teže  $25 \text{ N}$ , pri kotu  $60^\circ$  pa meri toliko pravokotna komponenta teže,  $F_{g,\perp} = 25 \text{ N}$ . Pravokotna sila podlage uravnovesi pravokotno komponento teže,  $F_{p,\perp} = F_{g,\perp} = 25 \text{ N}$ . Izračunamo silo trenja,  $F_t = k \cdot F_{p,\perp} = 0,7 \cdot 25 \text{ N} = 17,5 \text{ N} \pm 1 \text{ N}$ . Vlečna sila uravnovesi vsoto trenja in vzporedne komponente teže,  $F_{60^\circ} = F_t + F_{g,\parallel} = 17,5 \text{ N} + 43 \text{ N} = 60,5 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$ .

**Za pravilno vlečno silo** ..... (4 točke)

**Za pravilni velikosti obeh komponent teže** ..... (1 točka)

**Za pravilno pravokotno silo podlage (uravnovešeno pravokotno komponento teže)** ..... (1 točka)

**Za pravilno velikost sile trenja** ..... (1 točka)

**Za pravilen sklep, da vlečna sila uravnovesi silo trenja in vzporedno komponento sile teže** ..... (1 točka)

- (e) Naklon klanca  $89,999^\circ$  pomeni navpično steno. Zaboj vlečemo ob steni navgor. Trenja ni – ker zaboj ne deluje na steno s silo v smeri, pravokotni na steno –, vlečna sila uravnovesi težo zaboja,  $F_{90^\circ} = F_g = 50 \text{ N}$ .

**Za pravilno vlečno silo** ..... (1 točka)

- (f) V koordinatni sistem vnesemo točke, ki so že izračunane: velikosti vlečne sile pri naklonih klanca  $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$  in  $90^\circ$ . Točke povežemo z gladko krivuljo, ki ima blizu  $\alpha = 60^\circ$  maksimum.

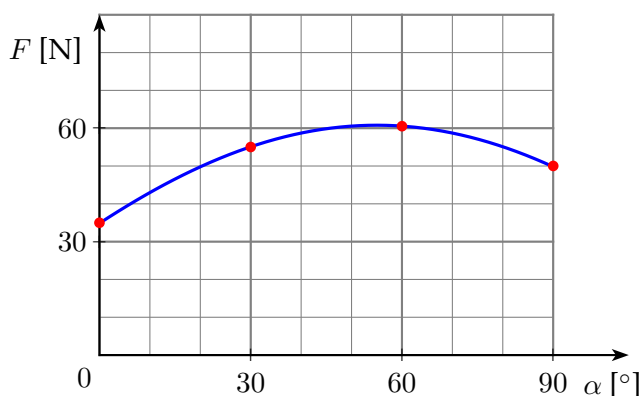
**Za v celoti pravilno narisani graf** ....

..... (3 točke)

**Za pravilno obliko grafa (z maksimumom)** ..... (1 točka)

**Za pravilno vnešene 4 točke** (1 točka)

**Za sklenjeno gladko krivuljo skozi (v bližini) točk** ..... (1 točka)

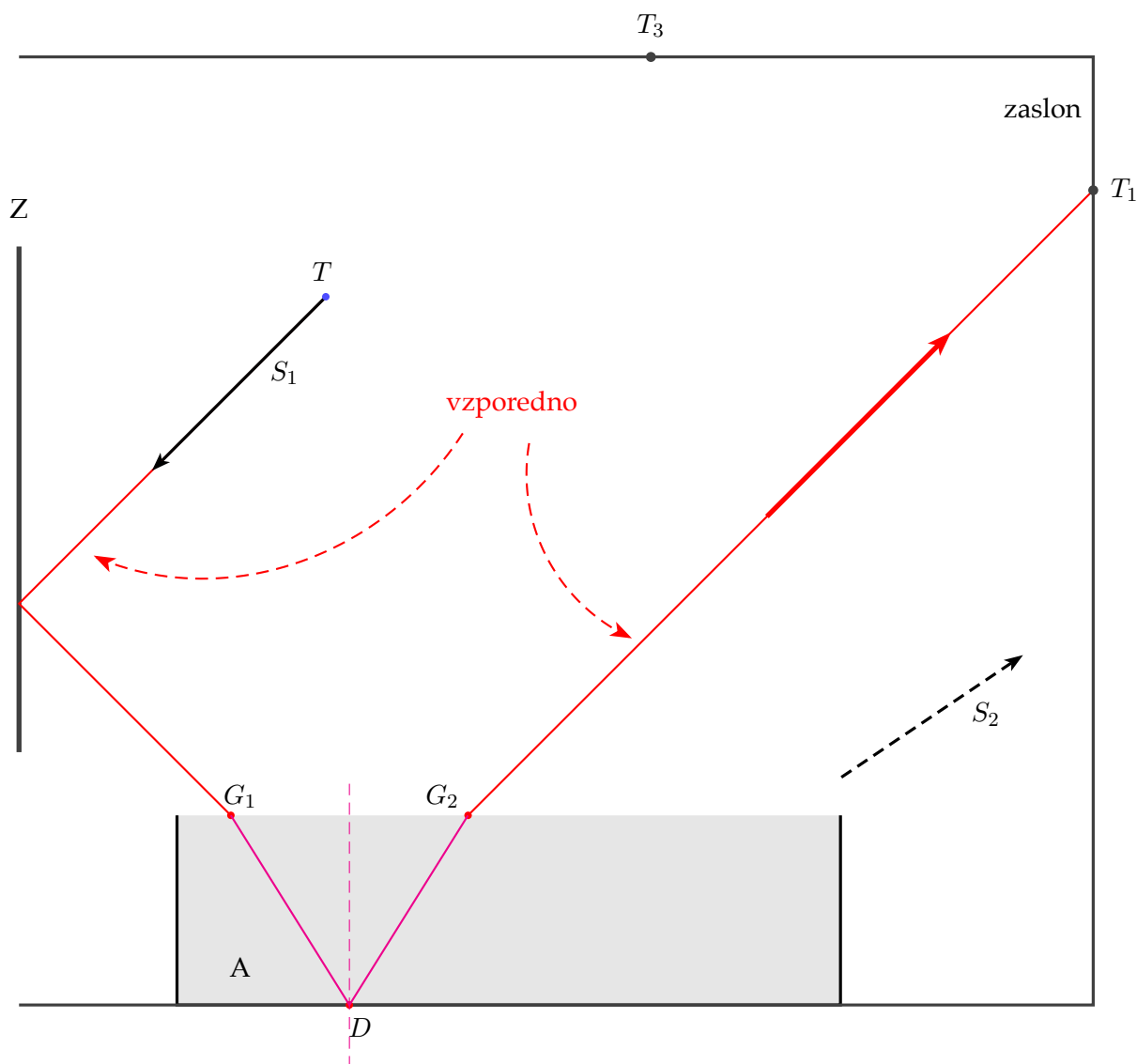


Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 16 točk.

**B2** (a) Svetlobni snop, ki se začne, kot označuje puščica  $S_1$ , se na zrcalu  $Z$  odbije, kot narekuje odbojni zakon, in po odboju vpade na vodno gladino v točki  $G_1$ .

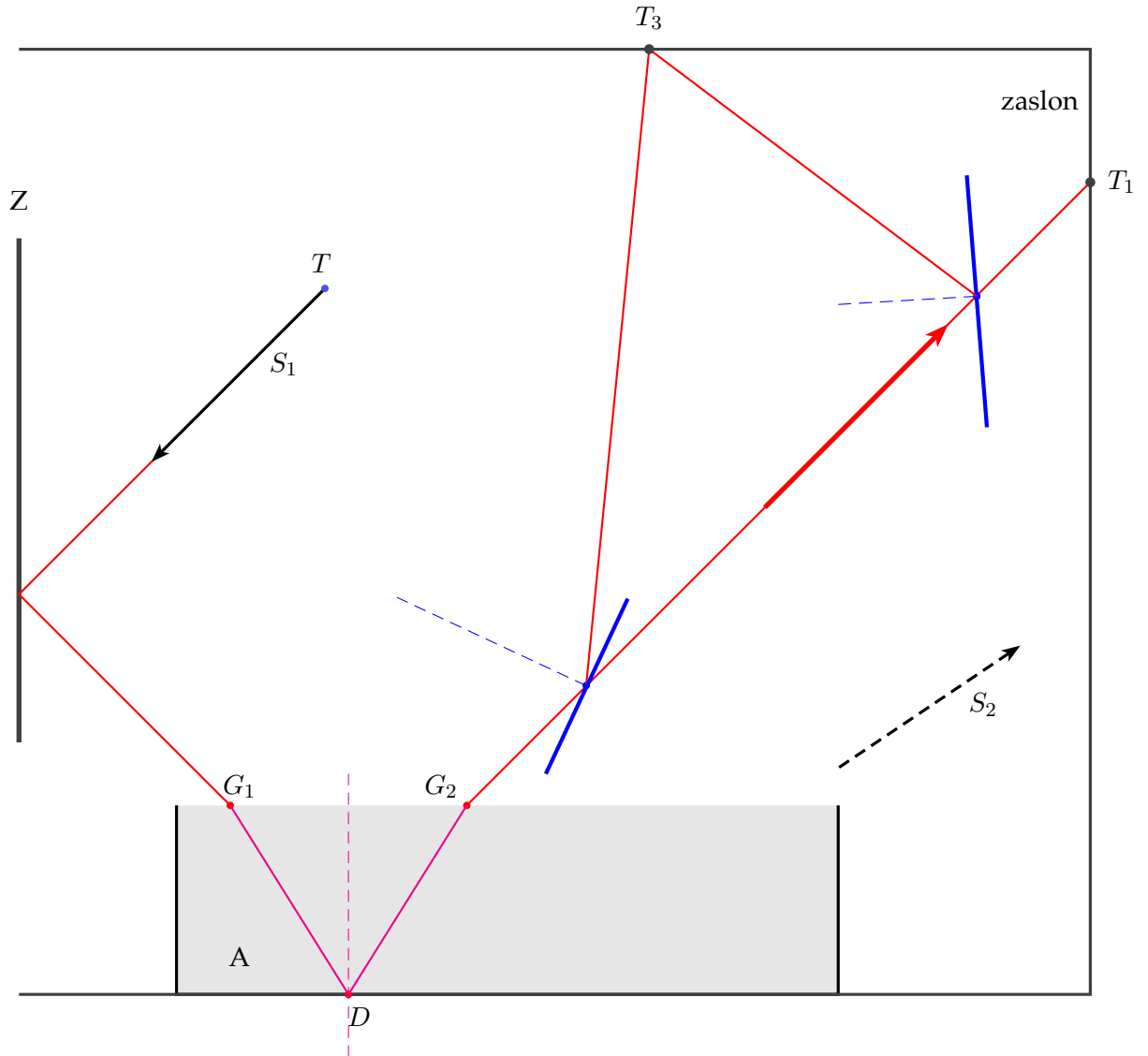
O svetlobnem snopu vemo tudi, da konča svojo pot v svetli lisi v točki  $T_1$  na zaslonu, in vemo tudi, iz katere smeri je prišel – vzporeden je bil samemu sebi na delu poti od kazalnika v točki  $T$  do zrcala (glej nalogo s šolskega tekmovanja). Iz točke  $T_1$  narišemo vzporednico snopu  $S_1$ . Vzporednica seka gladino v točki  $G_2$  – tu svetloba izhaja iz vode in potuje v označeni smeri do  $T_1$ .

Zdaj poznamo točki  $G_1$  in  $G_2$ , v katerih svetloba prestopa gladino. Vemo tudi (glej nalogo s šolskega tekmovanja), da je v vodi pot svetlobe, ki se odbije od vodoravnega dna, simetrična glede na vpadno pravokotnico pri odboju od dna, zato lahko določimo točko  $D$  na dnu, kjer se svetlobni snop odbije – je prav na sredini med  $G_1$  in  $G_2$ . To dejstvo je povezano z odbojnim zakonom, ki velja v točki  $D$ .



- Za pravilen odboj na zrcalu (upoštevane odbojni zakon) ..... (1 točka)
- Za pravilen odboj na dnu akvarija (upoštevane odbojni zakon) ..... (1 točka)
- Za pravilen prikaz loma na gladini (iz zraka v vodo proti vpadni pravokotnici) in simetrijo pri obeh prehodih meje (vpadni kot  $\leftrightarrow$  lomni kot) ..... (1 točka)
- Za vzporednost vpadnega snopa  $S_1$  iz točke  $T$  in snopa, ki pade v točko  $T_1$  ..... (1 točka)

- (b) Kam Jaka postavi zrcalo? Možnosti je veliko. Dve od njih sta prikazani na sliki, zrcali sta narisani z modro črto. Zrcalo se lahko namesti tudi tako, da snop svetlobe sploh ne zadane gladine vode v akvariju – niti zrcala Z ne –, ampak se že prej odbije v  $T_3$ .



- Za pravilno postavljeno zrcalo – na tako mesto, da se snop svetlobe lahko od njega odbije v točko  $T_3$  ..... (1 točka)  
 Za pravilen odboj na zrcalu (upoštevan odbojni zakon) ..... (1 točka)





## Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2018/19

### 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	C	D	D

- A1** Hitrost, s katero iz posode izteka voda, je tem večja, čim večji je tlak v posodi pri luknjici (glede na tlak zunaj luknjice – zračni tlak). Čim večja je hitrost iztekanja, tem več vode izteče. Ko luknjico odmašimo, je v posodi največ vode in sega najvišje nad luknjico, tlak v posodi pri luknjici je največji, hitrost iztekanja vode je največja in prostornina iztekle vode se najhitreje večja. Med iztekanjem vode (s časom) se vse te količine zmanjšujejo. Graf, ki edini ustrezno prikaže, kako se prostornina iztekle vode spreminja s časom, je na sliki (C).
- A2** Ko enoto gravitacijske konstante  $G$  množimo s kvadratom enote za maso,  $\text{kg}^2$  (zmnožkom enot  $m_1$  in  $m_2$ ), in delimo s kvadratom enote za razdaljo,  $\text{m}^2$  (enota  $r^2$ ), dobimo enoto za silo,  $N$ , ki je, izražena z osnovnimi enotami,

$$N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za enote v izrazu za gravitacijsko silo velja

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = [\text{enota } G] \cdot \frac{\text{kg}^2}{\text{m}^2}$$

in

$$[\text{enota } G] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} = \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \text{ (A)}.$$

- A3** En srednje učinkovit delavec opravlja delo z močjo  $P_1$  čas  $t_1 = 10 \cdot 12 \text{ ur} = 120 \text{ ur}$ , visoko učinkovit pa z močjo  $P_2 = \frac{3}{2} P_1$  čas  $t_2 = 6 \cdot 10 \text{ ur} = 60 \text{ ur}$ . Delo  $A$ , ki ga oboji delavci – 15 srednje učinkovitih ali  $N$  visoko učinkovitih – opravijo, je na koncu enako,

$$A = 15 \cdot P_1 \cdot 120 \text{ ur} = N \cdot P_2 \cdot 60 \text{ ur},$$

odkoder izrazimo  $N$ ,

$$N = \frac{15 \cdot 120 \text{ ur}}{60 \text{ ur}} \cdot \frac{P_1}{P_2} = 30 \cdot \frac{2}{3} = 20 \text{ (C)}.$$

**A4** Skupna masa čolna in obeh potnikov je  $m = 120 \text{ kg} + 65 \text{ kg} + 55 \text{ kg} = 240 \text{ kg}$ . Čoln se giblje s pospeškom  $a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , torej nanj deluje (v smeri gibanja in smeri pospeška) rezultanta sil  $F_r = m \cdot a = 240 \text{ N}$ . K rezultanti sil v smeri pospeška prispevata dve sili: sila upora  $F_u = 500 \text{ N}$ , ki je nasprotna smeri gibanja, in sila vode na propeler  $F_{vp}$  (sila, s katero se propeler odrija od vode – po 3. Newtonovem zakonu je sila, s katero voda deluje na propeler – del čolna – po velikosti enaka sili, s katero propeler deluje na vodo), ki deluje v smeri gibanja čolna. Njuna vsota (rezultanta)  $\vec{F}_r = \vec{F}_u + \vec{F}_{vp}$  povzroči, da se čoln giblje s pospeškom  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Ker delujeta sila vode na propeler in sila upora na čoln v nasprotnih smereh (in ker se čoln giblje s pospeškom v smeri sile vode na propeler), je velikost rezultante  $F_r$  razlika med velikostjo sile vode na propeler  $F_{vp}$  in velikostjo sile upora  $F_u$ , velja  $F_r = F_{vp} - F_u$  in od tu dobimo

$$F_{vp} = F_r + F_u = 240 \text{ N} + 500 \text{ N} = 740 \text{ N (D)}.$$

**A5** Oreh pada, višina, na kateri je, se s časom zmanjšuje. Najprej počasi, potem vedno hitreje (D).

### Sklop B:

**B1** Celoten poskus je sestavljen iz etap: najprej se led segreva od  $-16^\circ\text{C}$  do tališča (a), potem se led tali s prvim (b) in drugim grelcem (c), sledi segrevanje vode do vrelišča (d) in se konča z uparovanjem (e). Vsaka etapa traja določen čas. Pri podvprašanih izračunamo čas trajanja posameznih etap.

(a) Grelec segreje  $m = 3 \text{ kg}$  ledu za  $\Delta T_{\text{led}} = 16^\circ\text{C}$ , ko mu odda toploto

$$Q_{(a)} = m \cdot c_1 \cdot \Delta T_{\text{led}} = 3 \text{ kg} \cdot 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 16 \text{ K} = 100\,800 \text{ J} = 100,8 \text{ kJ}.$$

Grelec, ki odda vsako sekundo  $120 \text{ J}$  toplote, oddaja toplotni tok  $P_1 = \frac{120 \text{ J}}{\text{s}} = 120 \text{ W}$ . Toploto  $Q_{(a)}$  odda v času

$$\Delta t_{(a)} = \frac{Q_{(a)}}{P_1} = \frac{100\,800 \text{ J}}{120 \text{ W}} = 840 \text{ s} = 14 \text{ min}.$$

Led se je pričel segrevati ob času  $t_0 = 0$  in je ogret na temperaturo  $0^\circ\text{C}$  ob času  $t_1 = \Delta t_{(a)} = 14 \text{ min}$ .

**Za pravilno izračunan čas  $t_1$  v minutah ..... (2 točki)**

**Za pravilno izračunano toploto za segrevanje ledu ..... (1 točka)**

(b) V nadaljevanju poskusa odda prvi grelec ledu toploto  $Q_{(b)}$ , kar omogoči, da se stali  $m_1 = 0,75 \text{ kg}$  ledu. Toplota  $Q_{(b)}$  je

$$Q_{(b)} = m_1 \cdot q_t = 0,75 \text{ kg} \cdot 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 252 \text{ kJ} = 252\,000 \text{ J}.$$

Prvi grelec odda toploto  $Q_{(b)}$  v času

$$\Delta t_{(b)} = \frac{Q_{(b)}}{P_1} = \frac{252\,000 \text{ J}}{120 \text{ W}} = 2100 \text{ s} = 35 \text{ min}.$$

Dušan je  $\Delta t_{(b)} = 35$  minut talil led s prvim grelcem. Prvi grelec je zamenjal z drugim, močnejšim, ob času  $t_2 = t_1 + \Delta t_{(b)} = 49$  minut po začetku poskusa.

**Za pravilno izračunana časa  $\Delta t_{(b)}$  in  $t_2$  ..... (2 točki)**

**Za pravilno izračunano toploto za taljenje ledu ..... (1 točka)**

- (c) Preostalo maso  $m_2 = 2,25$  kg ledu Dušan tali z močnejšim grelcem, ki oddaja toplotni tok  $P_2 = 7 \cdot P_1 = 840$  W. Za staljenje preostalega ledu je potrebna toplota

$$Q_{(c)} = m_2 \cdot q_t = 2,25 \text{ kg} \cdot 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 756 \text{ kJ} = 756\,000 \text{ J}.$$

Drugi grelec odda toploto  $Q_{(c)}$  v času

$$\Delta t_{(c)} = \frac{Q_{(b)}}{P_2} = \frac{756\,000 \text{ J}}{840 \text{ W}} = 900 \text{ s} = 15 \text{ min}.$$

Z drugim grelcem je Dušan talil preostali led  $\Delta t_{(c)} = 15$  minut. Ves led je staljen ob času  $t_3 = t_2 + \Delta t_{(c)} = 64$  minut po začetku poskusa.

**Za pravilno izračunana časa  $\Delta t_{(c)}$  in  $t_3$  ..... (2 točki)**

**Za pravilno izračunano toploto za taljenje ledu in upoštevano večjo moč drugega grelca**

..... (1 točka)

- (d) V posodi je ob času  $t_3$  tekoča voda z maso  $m = 3$  kg pri temperaturi  $0^\circ\text{C}$ . Dušan z drugim grelcem to vodo segreva do vrelišča pri temperaturi  $100^\circ\text{C}$  za  $\Delta T_{\text{voda}} = 100^\circ\text{C} (= 100 \text{ K})$ . Grelec odda v tej etapi toploto

$$Q_{(d)} = m \cdot c_v \cdot \Delta T_{\text{voda}} = 3 \text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 100 \text{ K} = 1\,260\,000 \text{ J} = 1,26 \text{ MJ}.$$

Drugi grelec odda toploto  $Q_{(d)}$  odda v času

$$\Delta t_{(d)} = \frac{Q_{(d)}}{P_2} = \frac{1\,260\,000 \text{ J}}{840 \text{ W}} = 1500 \text{ s} = 25 \text{ min}.$$

Voda se je pričela segrevati ob času  $t_3$  in je ogreta na temperaturo vrelišča  $100^\circ\text{C}$  ob času  $t_4 = t_3 + \Delta t_{(d)} = 89$  min.

**Za pravilno izračunan čas  $t_4$  ..... (2 točki)**

**Za pravilno izračunano toploto za segrevanje vode ..... (1 točka)**

- (e) V zadnjem delu poskusa Dušan upari  $m_3 = 0,5$  kg vode. Toplota za uparjevanje  $Q_{(e)}$  je

$$Q_{(e)} = m_e \cdot q_i = 0,5 \text{ kg} \cdot 2,26 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} = 1,13 \text{ MJ} = 1\,130\,000 \text{ J}.$$

Drugi grelec odda toploto  $Q_{(e)}$  v času

$$\Delta t_{(e)} = \frac{Q_{(e)}}{P_2} = \frac{1\,130\,000 \text{ J}}{840 \text{ W}} = 1345 \text{ s} = 22 \text{ min } 25 \text{ s}.$$

V posodi je le še  $2,5$  kg vode ob času  $t_5 = t_4 + \Delta t_{(e)} = 111$  min  $25$  s po začetku poskusa.

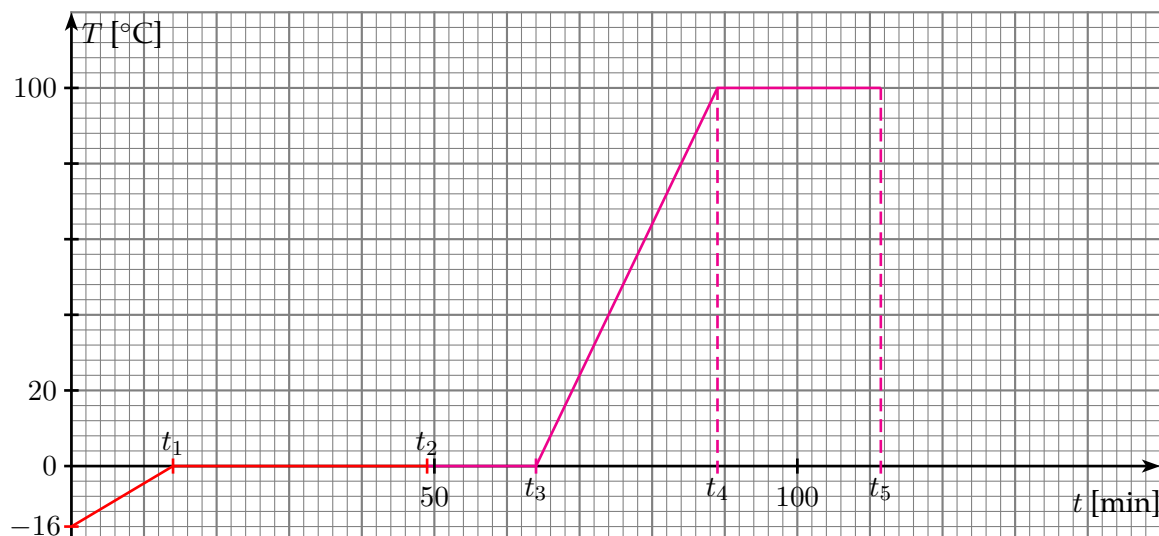
**Za pravilno izračunan čas  $t_5$  ..... (2 točki)**

**Za pravilno izračunano toploto za uparjevanje vode ..... (1 točka)**

Časi, izračunani pri podvprašanjih od (a) do (e) so zapisani v razpredelnici.

proces	trajanje $\Delta t$ [min]	začetek $t_z$ [min]	konec $t_k$ [min]
(a) segrevanje ledu	$\Delta t_{(a)} = 14$ min	$t_0 = 0$	$t_1 = 14$ min
(b) taljenje s prvim grelcem	$\Delta t_{(b)} = 35$ min	$t_1 = 14$ min	$t_2 = 49$ min
(c) taljenje z drugim grelcem	15	49	64
(d) segrevanje vode do vrenja	25	64	89
(e) uparjevanje	22 min 25 s	89	111 min 25 s

- (f) Graf prikazuje, kako se je v posodi spreminjala temperatura snovi od začetka poskusa ob  $t_0 = 0$  do  $t_5$ . Pri risanju grafa si pomagamo s pregledno zapisanimi časi v razpredelnici.



Za v celoti pravilno narisani graf (oblika z vodoravnimi deli med taljenjem in uparjanjem, označena navpična os, skala na obeh oseh, enota na navpični osi) ..... (3 točke)

Za vodoravna dela grafa med taljenjem in uparjanjem pri pravilnih temperaturah (1 točka)

Za enakomerno naraščanje temperature med segrevanjem ledu in vode ..... (1 točka)

Za pravilno vnešene čase od  $t_1$  do  $t_5$  ..... (1 točka)

- (g) Toplota, ki jo je med celotnim poskusom prejela snov v posodi, je vsota toplot za posamezne etape poskusa, ki smo jih že izračunali pri podvprašanjih od (a) do (e),

$$Q = Q_{(a)} + Q_{(b)} + Q_{(c)} + Q_{(d)} + Q_{(e)} =$$

$$= 0,1008 \text{ MJ} + 0,252 \text{ MJ} + 0,756 \text{ MJ} + 1,26 \text{ MJ} + 1,13 \text{ MJ} = 3,4988 \text{ MJ} \approx 3,5 \text{ MJ} .$$

Za pravilno izračunano toploto ..... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 14 točk.

- B2 (a) Pri spustu od starta na višini  $h_{\text{start}}$  do točke A na višini  $h_A$  se Filipova potencialna energija spremeni za

$$\begin{aligned}\Delta W_p &= W_{p,A} - W_{p,\text{start}} = m \cdot g \cdot (h_A - h_{\text{start}}) = -m \cdot g \cdot h_0 = \\ &= -104 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 9 \text{ m} = -9360 \text{ J}.\end{aligned}$$

Filipova potencialna energija se zmanjša.

**Za pravilno izračunano spremembo potencialne energije, pravi predznak .... (2 točki)**

**Za pravilno velikost spremembe potencialne energije ..... (1 točka)**

- (b) V točki A ima Filip hitrost  $v_A = 13,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in kinetično energijo

$$W_{k,A} = \frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = \frac{1}{2} 104 \text{ kg} \cdot \left(13,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 9477 \text{ J}.$$

**Za pravilno izračunano kinetično energijo ..... (1 točka)**

- (c) Delo (povprečne) zaviralne sile  $F_u = 35 \text{ N}$  na  $s_0 = 18 \text{ m}$  dolgem klanecu je

$$A = -F_u \cdot s_0 = -35 \text{ N} \cdot 18 \text{ m} = -630 \text{ J}.$$

Zaviralna sila opravi na Filipu negativno delo.

**Za pravilno izračunano delo, pravi predznak dela ..... (2 točki)**

**Za pravilno velikost dela  $|A|$  ..... (1 točka)**

- (d) Od starta do točke A se Filipova mehanska energija (vsota njegove kinetične in potencialne energije) spremeni za delo, ki ga na njem na tej poti opravijo zunanje sile razen teže. Edina preostala sila, ki opravlja delo na Filipu poleg teže, je zaviralna sila  $\vec{F}_u$ . Delo slednje je na prvem spustu negativno, Filipova mehanska energija se pri prvem spustu zmanjša za delo zaviralne sile. Zapišemo lahko

$$W_{k,A} + W_{p,A} = W_{k,\text{start}} + W_{p,\text{start}} - |A|$$

Filipovo hitrost na startu izračunamo iz začetne kinetične energije  $W_{k,\text{start}}$ ,

$$\begin{aligned}W_{k,\text{start}} &= W_{k,A} + W_{p,A} - W_{p,\text{start}} + |A| = W_{k,A} + \Delta W_p + |A| = \\ &= 9477 \text{ J} - 9360 \text{ J} + 630 \text{ J} = 747 \text{ J}.\end{aligned}$$

Iz  $W_{k,\text{start}}$  izrazimo Filipovo hitrost na startu,

$$v_{\text{start}} = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{k,\text{start}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 747 \text{ J}}{104 \text{ kg}}} = 3,79 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

**Za pravilno hitrost ..... (4 točke)**

**Za pravi izraz za spremembo mehanske energije, pravi – vključno s predznakom – upoštevano delo ..... (1 točka)**

**Za pravilno vrednost kinetične energije ..... (1 točka)**

**Za pravi izraz za hitrost, izraženo s kinetično energijo ..... (1 točka)**

- (e) Razmerje med dolžino klanca  $s_1$  med točkama A in B ter višinsko razliko  $h_1$  je enako razmerju med dolžino klanca  $s_0$  med startom in točko A ter višinsko razliko  $h_0$ ,

$$\frac{s_1}{h_1} = \frac{s_0}{h_0} = \frac{18 \text{ m}}{9 \text{ m}} = 2,$$

odkoder dobimo zvezo

$$s_1 = 2 \cdot h_1.$$

Ker ima Filip na vrhu grbine v točki B enako hitrost, kot jo je imel na startu, je tudi njegova kinetična energija v točki B enaka njegovi začetni kinetični energiji na startu. Ker je grbina nižje od starta, se je od starta do točke B spremenila – zmanjšala – le Filipova potencialna energija,

$$\Delta W_{p,\text{start}\rightarrow\text{B}} = W_{p,\text{B}} - W_{p,\text{start}} = m \cdot g \cdot (h_1 - h_0).$$

Sprememba Filipove potencialne energije od starta do točke B je enaka (negativnemu) delu enake povprečne zaviralne sile, ki deluje na Filipa na poti  $s_0$  med spustom od starta do točke A in vzpenjanjem na poti  $s_1$  od točke A do vrha grbine v točki B,

$$A_{\text{start}\rightarrow\text{B}} = -F_u \cdot (s_0 + s_1).$$

Upoštevamo, da velja  $\Delta W_{p,\text{start}\rightarrow\text{B}} = A_{\text{start}\rightarrow\text{B}}$  ter upoštevamo še zvezo  $s_1 = 2 \cdot h_1$  in dobimo enačbo

$$m \cdot g \cdot (h_1 - h_0) = -F_u \cdot (s_0 + s_1) = -F_u \cdot (s_0 + 2 \cdot h_1),$$

iz katere izrazimo višino grbine  $h_1$ ,

$$h_1 = \frac{m \cdot g \cdot h_0 - F_u \cdot s_0}{m \cdot g + 2 \cdot F_u} = \frac{9360 \text{ J} - 630 \text{ J}}{1040 \text{ N} + 2 \cdot 35 \text{ N}} = 7,86 \text{ m} \approx 7,9 \text{ m}.$$

**Za pravilno višino grbine .....(4 točke)**

**Za pravilno razmerje med dolžino poti  $s_1$  in višino grbine  $h_1$  .....(1 točka)**

**Za pravilno enačenje spremembe mehanske energije in negativnega dela zaviralne sile na celotni poti .....(1 točka)**

**Za pravilen zapis dela na skupni poti  $s_0 + s_1$  .....(1 točka)**

**Za pravilno opazanje, da je kinetična energija na startu enaka kinetični energiji v točki B in je zato sprememba mehanske energije enaka spremembi samo potencialne energije ..  
.....(1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **13 točk**.

## Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2018/19

### 8. razred, fleksibilni predmetnik

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
A	A	C	C	B

**A1** Miha vidi zrcalno sliko prikaza na uri, pri čemer je zrcalo v navpični ravnini (zrcalo je stransko okno avtobusa). Vseeno je, ali opazuje sliko prikaza v levem ali desnem oknu, rešitev je (A).



**A2** Pretvorimo čajno žličko v mililitre:

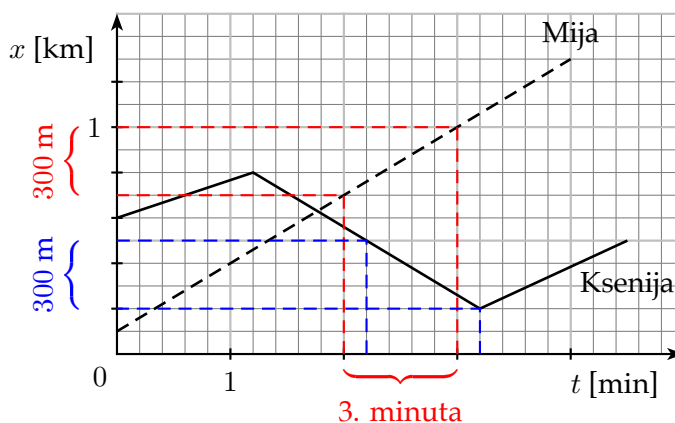
$$\begin{aligned}
 1 \text{ čajna žlička} &= \frac{1}{6} \text{ tekoča unča} = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{16} \text{ US pint} = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{8} \text{ US galona} = \\
 &= \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{8} \cdot 3,7851 = \frac{1}{768} \cdot 3,7851 = 0,004941 \approx 5 \text{ ml (A)}.
 \end{aligned}$$

**A3** Sila 2 N, s katero vzmetna tehtnica deluje na stojalo, je po velikosti enaka skupni teži uteži in vzmetne tehtnice. Vzmetna tehtnica ima maso 120 g oziroma težo 1,2 N, torej je teža uteži 0,8 N. Teža uteži je po velikosti enaka sili, s katero utež razteguje vzmet vzmetne tehtnice. Slednja vzmet raztegne za 4 razdelke na skali tehtnice. Ugotovimo, da ustreza en razdelek med oznakami na tehtnici sili 0,2 N (C).

**A4** Mija teče ves čas enakomerno, Ksenija pa teče z isto hitrostjo kot v 3. minuti že tudi malo prej in malo kasneje (še prvih 10 s v 4. minuti), kar smo upoštevali pri razbiranju Ksenijine poti. V 3. minuti teka sta v času 60 s obe, Mija in Ksenija, opravili pot  $s = 300$  m, kar pomeni, da sta v 1 s tretje minute opravili pot

$$s_1 = \frac{s}{60} = \frac{300 \text{ m}}{60} = 5 \text{ m}.$$

Pravilen odgovor je (C).



A5 Pretvorimo vse hitrosti v enoto  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ :

$$(A) \quad 2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$(B) \quad 2 \cdot 10^7 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 2 \cdot 10^7 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 5,56 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$(C) \quad 2 \cdot 10^8 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 2 \cdot 10^8 \cdot \frac{0,01 \text{ m}}{\text{s}} = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$(D) \quad 2 \cdot 10^4 \frac{\text{km}}{\text{min}} = 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 3,33 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

Največja je hitrost (B).



**Sklop B:**

- B1** (a) V Grosuplje Zlatko pripelje iz Kamnika, kamor prispe ob 9.28. Iz Kamnika v Grosuplje se odpelje 15 minut kasneje, ob 9.43. Vožnja traja 29 minut, kar pomeni, da prispe do šole v Grosuplju ob 10.12.

**Za pravilno uro prihoda v Grosuplje ..... (2 točki)**

**Za pravilno upoštevan čas vožnje ali uro odhoda iz Kamnika ..... (1 točka)**

- (b) Povprečna hitrost je razmerje med skupno potjo in časom, ki je minil od začetka do konca potovanja. Skupna pot je vsota poti na vseh odsekih,

$$s = s_{M \rightarrow P} + s_{P \rightarrow K} + s_{K \rightarrow G} = 72 \text{ km} + 96 \text{ km} + 32 \text{ km} = 200 \text{ km} .$$

Zlatkovo popotovanje se začne ob 6.20 in konča ob 10.12 in traja čas  $\Delta t = 3$  ure 52 minut = 232 minut. Zlatkova povprečna hitrost je

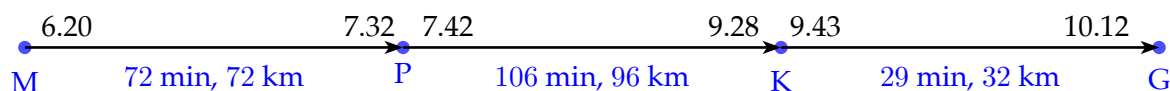
$$\bar{v} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{200 \text{ km}}{232 \text{ min}} = 0,862 \frac{\text{km}}{\text{min}} = 51,7 \frac{\text{km}}{\text{h}} .$$

**Za pravilno povprečno hitrost, zaokroženo na eno decimalno mesto in pravo enoto (3 točke)**

**Za pravilno skupno pot ..... (1 točka)**

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

- (c) Zapišimo si podatke: ure prihodov in odhodov iz krajev ter dolžine odsekov celotne poti na skico:



V razpredelnico bomo v drugi stolpec zapisali hitrost na posameznem odseku  $v$ , v tretjega za 20 % večjo hitrost  $v'$  in v četrtega čas  $\Delta t'$ , v katerem bi Zlatko prevozil ta odsek z večjo hitrostjo  $v'$ .

Izračunajmo te vrednosti za primer prvega odseka poti od Maribora do Prevalj. Hitrost  $v_{M \rightarrow P}$  je

$$v_{M \rightarrow P} = \frac{s_{M \rightarrow P}}{\Delta t_{M \rightarrow P}} = \frac{72 \text{ km}}{72 \text{ min}} = 1 \frac{\text{km}}{\text{min}} = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} .$$

Za 20 % večja hitrost je  $v'_{M \rightarrow P} = 1,2 \cdot v_{M \rightarrow P} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . S to hitrostjo bi Zlatko prevozil pot od Maribora do Prevalj v času

$$\Delta t'_{M \rightarrow P} = \frac{s_{M \rightarrow P}}{v'_{M \rightarrow P}} = \frac{72 \text{ km} \cdot \text{h}}{72 \text{ km}} = 1 \text{ h} = 60 \text{ min} .$$

Za preostala odseka postopek ponovimo. Rezultati teh pomožnih računov so v razpredelnici.

odsek	$v$ $[\frac{\text{km}}{\text{h}}]$	$v'$ $[\frac{\text{km}}{\text{h}}]$	$\Delta t'$ [min]
M $\rightarrow$ P	60	72	60
P $\rightarrow$ K	54,3	65,2	88,3
K $\rightarrow$ G	66,2	79,4	24,2

Če bi bila Zlatkova hitrost na vseh odsekih večja za 20 %, bi bil čas njegovega potovanja (upoštevamo tudi oba postanka za skupaj 25 minut, ki se ne skrajšata)  $\Delta t' = 25 \text{ min} + 60 \text{ min} + 88,3 \text{ min} + 24,2 \text{ min} = 197,5 \text{ min}$ , njegova povprečna hitrost pa

$$\bar{v}' = \frac{s}{\Delta t'} = \frac{200 \text{ km}}{197,5 \text{ min}} = 1,013 \frac{\text{km}}{\text{min}} = 60,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

**Za pravilno večjo povprečno hitrost ..... (4 točke)**

**Za pravilne hitrosti  $v$  na posameznih odsekih ..... (1 točka)**

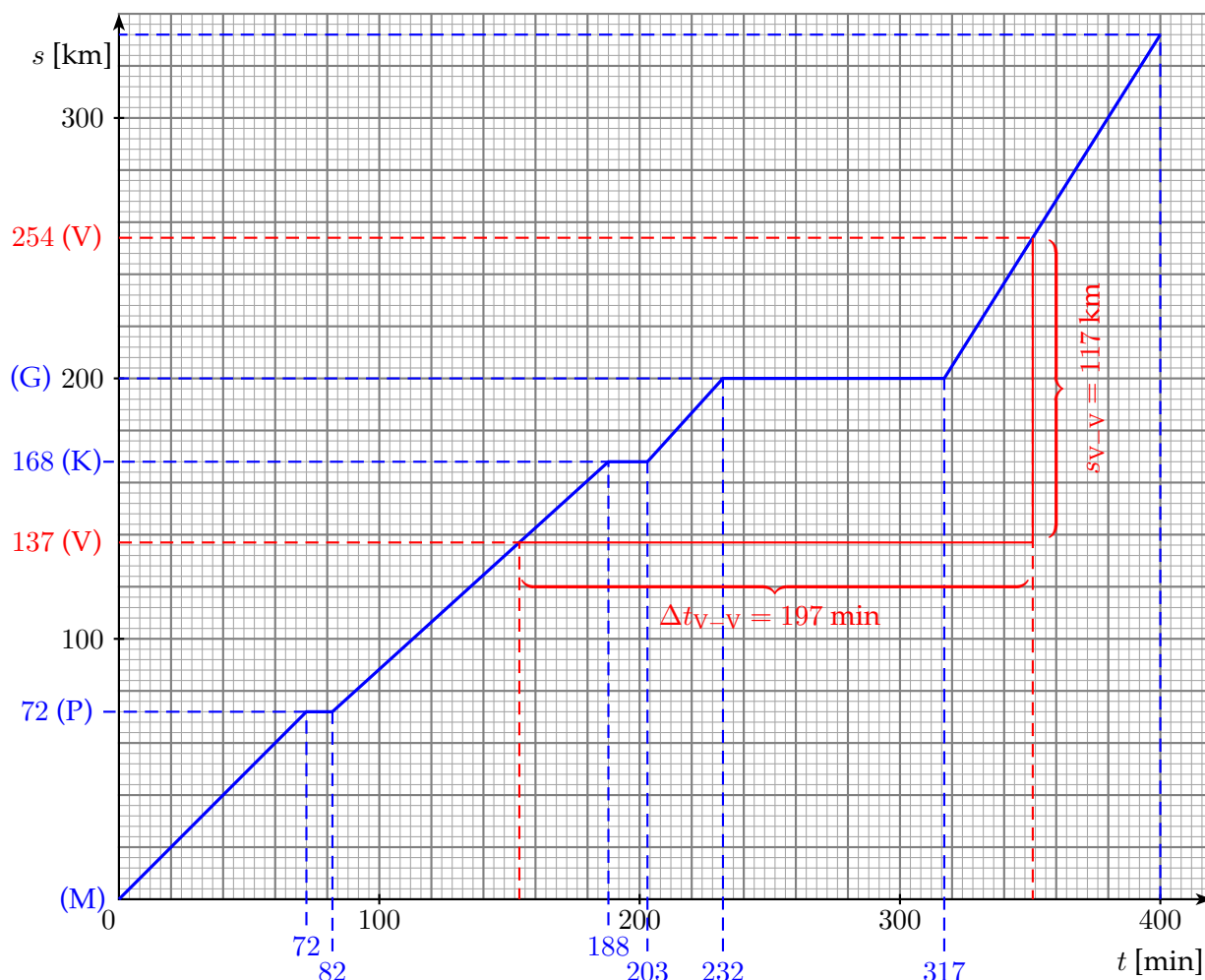
**Za pravilne za 20 % večje hitrosti na posameznih odsekih ..... (1 točka)**

**Za pravilen račun časa vožnje na posameznih odsekih z večjimi hitrostmi ..... (1 točka)**

Opombe:

- Če ima tekmovalec rezultat  $\bar{v}' = 62,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , ga je pridobil tako, da je prejšnjo povprečno hitrost množil s faktorjem 1,2. Postopek ni pravilen in rezultat je napačen. Točk ne dobi.
- Če ima tekmovalec rezultat  $\bar{v}' = 62,9 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ali  $\bar{v}' = 63,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , ga je pridobil tako, da je prejšnji skupni čas potovanja brez postankov skrajšal za 20 % in izračunal povprečno hitrost iz tega časa. Rezultat ni pravilen (ker množenje s faktorjem 1,2 ni ekvivalentno deljenju z 0,8), a vseeno dobi 1 točko, ker je bil razmislek v pravo smer.
- Če ima tekmovalec rezultat  $\bar{v}' = 64,7 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , ga je pridobil tako, da je prejšnji skupni čas potovanja vključno s postanki skrajšal za 20 % in izračunal povprečno hitrost iz tega časa. Rezultat ni pravilen. Točk ne dobi.

(d) Graf prikazuje, kako prevožena pot narašča s časom od trenutka  $t = 0$ , ko Zlatko krene iz Maribora, do trenutka  $t_M = 400 \text{ min}$ , ko se tja vrne.



- Za v celoti pravilno narisane graf (tudi oznaki osi, enoti, skali) ..... (4 točke)
- Za pravilno označen graf (oznaki osi, enoti, skali) ..... (1 točka)
- Za pravilno obliko grafa (ravni odseki in vodoravni odseki, postanki) ..... (1 točka)
- Za pravilne čase prihodov in odhodov ..... (1 točka)
- Za pravilne dolžine poti (72 km, 168 km, 200 km, 332 km) ..... (1 točka)

- (e) Do Kamnika Zlatko opravi pot, ki je vsota dolžin dveh odsekov  $72 \text{ km} + 96 \text{ km} = 168 \text{ km}$ . Vransko je  $31 \text{ km}$  pred Kamnikom, kar pomeni, da ima, ko se prvič pelje mimo Vranskega, za seboj  $168 \text{ km} - 31 \text{ km} = 137 \text{ km}$  poti. Ko se med vračanjem pelje mimo Vranskega drugič, ima za sabo pot  $200 \text{ km}$  (vsota dolžin vseh odsekov do Grosuplja)  $+ 54 \text{ km}$  (toliko je Vransko oddaljeno od Grosuplja po avtocesti)  $= 254 \text{ km}$ . Med prvo in drugo vožnjo mimo Vranskega prevozi pot  $s_{V-V} = 254 \text{ km} - 137 \text{ km} = 117 \text{ km}$ .

Kdaj se Zlatko prvič pelje mimo Vranskega: s Prevalj do Kamnika (in mimo Vranskega) se vozi s hitrostjo  $v_{P \rightarrow K} = 54,3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Za  $s_1 = 31 \text{ km}$  poti od Vranskega do Kamnika potrebuje čas

$$t_1 = \frac{s_1}{v_{P \rightarrow K}} = \frac{31 \text{ km} \cdot \text{h}}{54,3 \text{ km}} \approx 34 \text{ min.}$$

V Kamnik prispe ob 9.28, mimo Vranskega pa se prvič pelje 34 minut prej, ob 8.54.

Kdaj se Zlatko drugič pelje mimo Vranskega: iz Grosuplja do Maribora (in mimo Vranskega) se vozi po avtocesti s hitrostjo  $v_{AC} = \frac{132 \text{ km}}{83 \text{ min}} = 95,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Za  $s_2 = 54 \text{ km}$  poti od Grosuplja do Vranskega potrebuje čas

$$t_2 = \frac{s_2}{v_{AC}} = \frac{54 \text{ km} \cdot \text{h}}{95,4 \text{ km}} \approx 34 \text{ min.}$$

Iz Grosuplja krene 83 minut pred 13.00, torej ob 11.37, mimo Vranskega pa se drugič pelje 34 minut kasneje, ob 12.11.

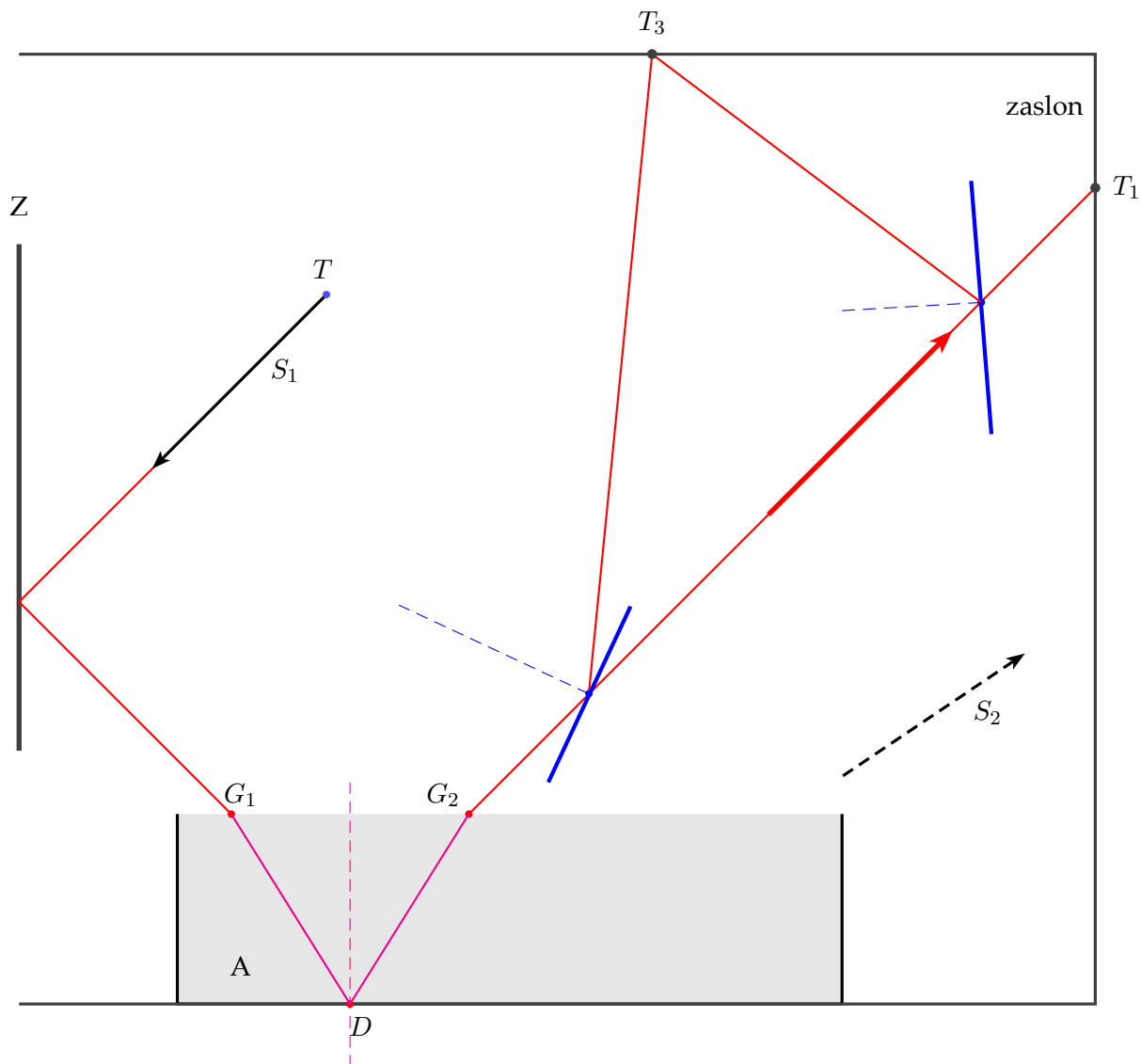
Trenutka, ko se prvič in drugič pelje mimo Vranskega, sta označena na grafu pri (d). Med 8.54 in 12.11 mine čas  $\Delta t_{V-V} = 3 \text{ ure } 17 \text{ min} = 197 \text{ min}$ .

- Za pravilno prevoženo pot  $s_{V-V}$  ..... (1 točka)
- Za pravilen čas  $\Delta t_{V-V}$  ..... (2 točki)
- Za pravilno uro, ko se prvič pelje mimo Vranskega in označen trenutek na grafu ..... (1 točka)
- Za pravilno uro, ko se drugič pelje mimo Vranskega in označen trenutek na grafu ... (1 točka)
- Za pravilna časa  $t_1$  in  $t_2$  ..... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 16 točk.

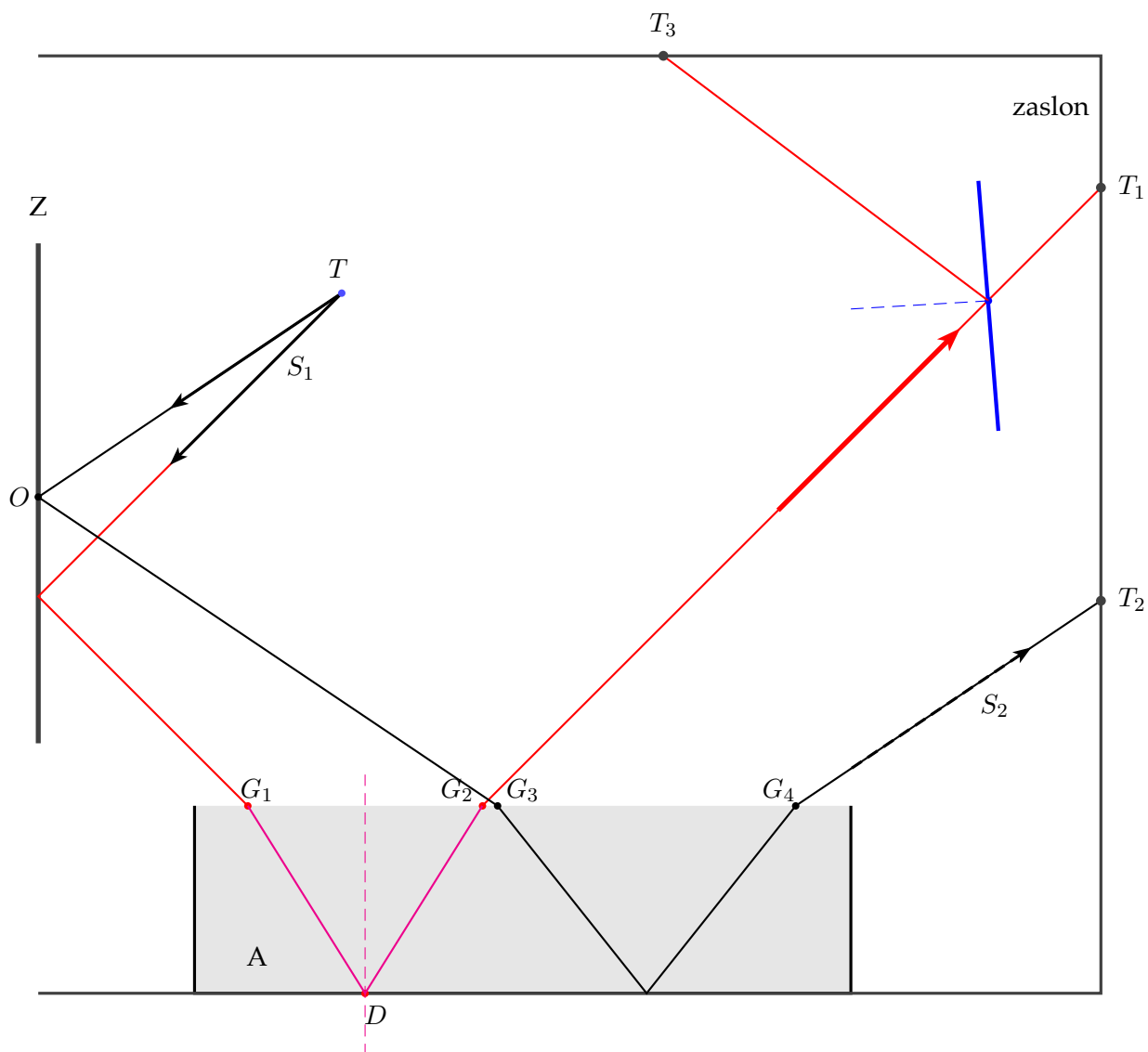


- (b) Kam Jaka postavi zrcalo? Možnosti je veliko. Dve od njih sta prikazani na sliki, zrcali sta narisani z modro črto. Zrcalo se lahko namesti tudi tako, da snop svetlobe sploh ne zadane gladine vode v akvariju – niti zrcala Z ne –, ampak se že prej odbije v  $T_3$ .



- Za pravilno postavljeno zrcalo – na tako mesto, da se snop svetlobe lahko od njega odbije v točko  $T_3$  ..... (1 točka)  
 Za pravilen odboj na zrcalu (upoštevan odbojni zakon) ..... (1 točka)

- (c) Narišemo nosilko snopa  $S_2$  in dobimo točko  $T_2$ , kjer svetloba pade na zaslon, in točko  $G_4$ , v kateri snop  $S_2$  prehaja gladino iz vode v zrak. Tudi pri spremenjeni smeri kazalnika sta po dveh odbojih svetlobe na zrcalu in dnu akvarija, ki sta med seboj pravokotna, vpadni snop (iz točke  $T$ ) in dvakrat odbiti snop (njegovo smer označuje puščica  $S_2$ ) med seboj vzporedna. Narišemo vzporednico nosilki snopa  $S_2$  iz točke  $T$  in dobimo točko  $O$ , kjer se svetloba v snopu  $S_2$  po odbojnem zakonu odbije od zrcala. Na gladino vpade v točki  $G_3$ . Od tu naprej nas vodi enak razmislek kot pri (a) in postopamo enako.



- Za vzporednost vpadnega snopa iz točke  $T$  in snopa  $S_2$ , ki pade v točko  $T_2$  .....(1 točka)  
 Za pravilen odboj na zrcalu in na dnu akvarija (upoštevane odbojni zakon) .....(1 točka)  
 Za pravilen prikaz loma na gladini (iz zraka v vodo proti vpadni pravokotnici) in simetrijo pri obeh prehodih meje (vpadni kot  $\leftrightarrow$  lomni kot) .....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 9 točk.

## Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2018/19

### 9. razred, fleksibilni predmetnik

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	C	D	D

**A1** Hitrost, s katero iz posode izteka voda, je tem večja, čim večji je tlak v posodi pri luknjici (glede na tlak zunaj luknjice – zračni tlak). Čim večja je hitrost iztekanja, tem več vode izteče. Ko luknjico odmašimo, je v posodi največ vode in sega najvišje nad luknjico, tlak v posodi pri luknjici je največji, hitrost iztekanja vode je največja in prostornina iztekle vode se najhitreje večja. Med iztekanjem vode (s časom) se vse te količine zmanjšujejo. Graf, ki edini ustrezno prikaže, kako se prostornina iztekle vode spreminja s časom, je na sliki (C).

**A2** Ko enoto gravitacijske konstante  $G$  množimo s kvadratom enote za maso,  $\text{kg}^2$  (zmnožkom enot  $m_1$  in  $m_2$ ), in delimo s kvadratom enote za razdaljo,  $\text{m}^2$  (enota  $r^2$ ), dobimo enoto za silo, N, ki je, izražena z osnovnimi enotami,

$$N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za enote v izrazu za gravitacijsko silo velja

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = [\text{enota } G] \cdot \frac{\text{kg}^2}{\text{m}^2}$$

in

$$[\text{enota } G] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} = \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \text{ (A)}.$$

**A3** En srednje učinkovit delavec opravlja delo z močjo  $P_1$  čas  $t_1 = 10 \cdot 12 \text{ ur} = 120 \text{ ur}$ , visoko učinkovit pa z močjo  $P_2 = \frac{3}{2} P_1$  čas  $t_2 = 6 \cdot 10 \text{ ur} = 60 \text{ ur}$ . Delo  $A$ , ki ga oboji delavci – 15 srednje učinkovitih ali  $N$  visoko učinkovitih – opravijo, je na koncu enako,

$$A = 15 \cdot P_1 \cdot 120 \text{ ur} = N \cdot P_2 \cdot 60 \text{ ur},$$

odkoder izrazimo  $N$ ,

$$N = \frac{15 \cdot 120 \text{ ur}}{60 \text{ ur}} \cdot \frac{P_1}{P_2} = 30 \cdot \frac{2}{3} = 20 \text{ (C)}.$$

**A4** Skupna masa čolna in obeh potnikov je  $m = 120 \text{ kg} + 65 \text{ kg} + 55 \text{ kg} = 240 \text{ kg}$ . Čoln se giblje s pospeškom  $a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , torej nanj deluje (v smeri gibanja in smeri pospeška) rezultanta sil  $F_r = m \cdot a = 240 \text{ N}$ . K rezultanti sil v smeri pospeška prispevata dve sili: sila upora  $F_u = 500 \text{ N}$ , ki je nasprotna smeri gibanja, in sila vode na propeler  $F_{vp}$  (sila, s katero se propeler odriwa od vode – po 3. Newtonovem zakonu je sila, s katero voda deluje na propeler – del čolna – po velikosti enaka sili, s katero propeler deluje na vodo), ki deluje v smeri gibanja čolna. Njuna vsota (rezultanta)  $\vec{F}_r = \vec{F}_u + \vec{F}_{vp}$  povzroči, da se čoln giblje s pospeškom  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Ker delujeta sila vode na propeler in sila upora na čoln v nasprotnih smereh (in ker se čoln giblje s pospeškom v smeri sile vode na propeler), je velikost rezultante  $F_r$  razlika med velikostjo sile vode na propeler  $F_{vp}$  in velikostjo sile upora  $F_u$ , velja  $F_r = F_{vp} - F_u$  in od tu dobimo

$$F_{vp} = F_r + F_u = 240 \text{ N} + 500 \text{ N} = 740 \text{ N (D)}.$$

**A5** Oreh pada, višina, na kateri je, se s časom zmanjšuje. Najprej počasi, potem vedno hitreje (D).



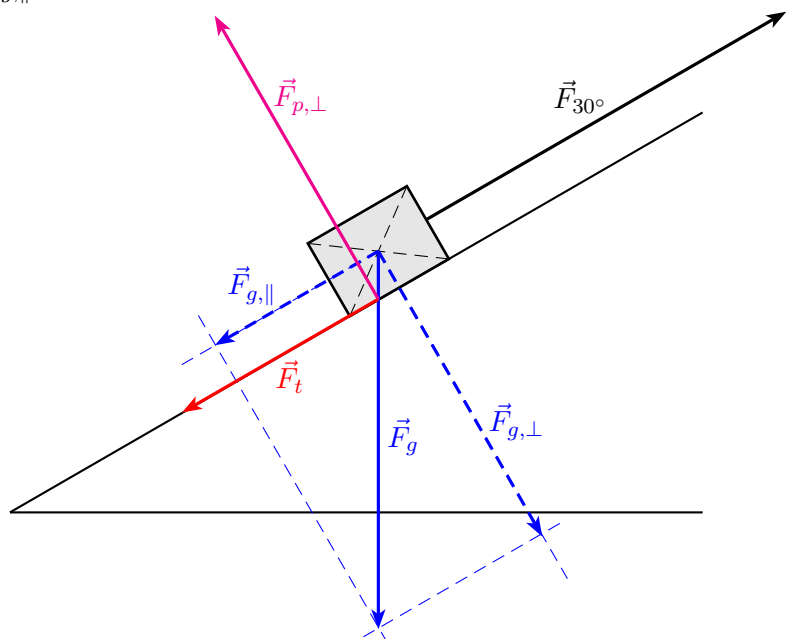
**Sklop B:**

- B1** (a) Na zaboju med njegovim gibanjem navzgor po klanecu z naklonom  $\alpha = 30^\circ$  delujejo štiri sile: teža  $\vec{F}_g$ , vlečna sila  $\vec{F}_{30^\circ}$ , pravokotna sila podlage  $\vec{F}_{p,\perp}$  ter sila trenja  $\vec{F}_t$ . Teža zaboja meri  $F_g = 50 \text{ N}$  in jo na sliki predstavimo s 5 cm dolgo daljico, usmerjeno navzdol. Poznamo tudi vlečno silo  $\vec{F}_{30^\circ}$ , ki meri  $F_{30^\circ} = 55 \text{ N}$  in jo na sliki predstavimo s 5,5 cm dolgo daljico, usmerjeno vzdolž klanca navzgor. Pravokotna sila podlage  $\vec{F}_{p,\perp}$  uravnovesi statično (pravokotno) komponento teže  $\vec{F}_{g,\perp}$ . Velikost obeh komponent teže določimo z razstavljanjem teže na dve komponenti, pravokotno na klanec  $\vec{F}_{g,\perp}$  in vzporedno s klancom  $\vec{F}_{g,\parallel}$ . Ugotovimo, da je dolžina daljice, s katero ponazorimo pravokotno komponento teže, dolga  $4,3 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm}$ , kar ustreza velikosti sile  $F_{g,\perp} = 43 \text{ N} \pm 1 \text{ N}$ . To je tudi velikost sile podlage  $F_{p,\perp} = F_{g,\perp} = 43 \text{ N} \pm 1 \text{ N}$ . Zaboju se giblje enakomerno, kar pomeni, da so tudi sile in komponente sil, ki so vzporedne klanecu, uravnovešene. Vzdolž klanca vleče zaboju navzgor vlečna sila  $\vec{F}_{30^\circ}$ , vzdolž klanca navzdol pa delujeta na zaboju dinamična (klanecu vzporedna) komponenta teže  $\vec{F}_{g,\parallel}$  in sila trenja  $\vec{F}_t$ . Ugotovimo, da je dolžina daljice, s katero predstavimo vzporedno komponento teže, dolga  $2,5 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm}$ , kar ustreza velikosti sile  $F_{g,\parallel} = 25 \text{ N}$ . Za velikosti sil velja zveza

$$F_{30^\circ} = F_{g,\parallel} + F_t.$$

Sila trenja meri  $F_t = F_{30^\circ} - F_{g,\parallel} = 55 \text{ N} - 25 \text{ N} = 30 \text{ N} \pm 1 \text{ N}$ .

**Prijemališča sil:** teža prejme v težišču – sredini – zaboja. Vlečna sila prejme na pritrdišču vrvi na zaboju. Sila podlage in sila trenja prejmeta na stiku zaboja s podlago.



Za pravilno narisane in poimenovane vse štiri sile (dolžine, smeri, prijemališča) (3 točke)  
 Za pravilno narisani in poimenovani vlečno silo in težo in pravilno razstavljeno težo . (1 točka)

Za pravilno narisano pravokotno silo podlage, ki uravnovesi pravokotno komponento teže ..... (1 točka)  
 Za pravilno narisano silo trenja (smer in velikost, upoštevano ravnovesje) ..... (1 točka)

- (b) Koeficient trenja izračunamo iz razmerja dveh sil, sile trenja in pravokotne sile podlage, njegovo vrednost zaokrožimo na eno decimalno mesto,

$$k = \frac{F_t}{F_{p,\perp}} = \frac{30 \text{ N}}{43 \text{ N}} = 0,7.$$

Za pravilno izračunan koeficient trenja (zaokrožen na eno decimalno mesto) ... (1 točka)

- (c) Če isti zaboj vlečemo enakomerno in vzporedno s podlago po vodoravni podlagi, sta vlečna sila in sila trenja uravnovešeni (po velikosti enaki, po smeri nasprotni),  $F_{0^\circ} = F_t$ . Sila trenja meri  $F_t = k \cdot F_{p,\perp}$ . Na vodoravni podlagi sta uravnovešeni tudi pravokotna sila podlage in teža,  $F_{p,\perp} = F_g = 50 \text{ N}$ . Ker je koeficient trenja tak, kot na prvem klanecu, je  $F_t = 0,7 \cdot 50 \text{ N} = 35 \text{ N}$ . Vlečna sila je po velikosti enaka,  $F_{0^\circ} = 35 \text{ N}$ .

**Za pravilno vlečno silo ..... (3 točke)**

**Za pravilen sklep, da je vlečna sila po velikosti enaka sili trenja ..... (1 točka)**

**Za pravilno silo trenja ..... (1 točka)**

**Za pravilen sklep, da je pravokotna sila podlage po velikosti enaka teži ..... (1 točka)**

- (d) Če je naklon klanca drugačen, se spremenita velikosti obeh komponent teže, zato se spremenijo tudi pravokotna sila podlage, sila trenja in vlečna sila. Lahko ponovimo načrtovanje pri novem naklonskem kotu klanca, lahko pa se namesto tega spomnimo, da je  $60^\circ = 90^\circ - 30^\circ$ . To pomeni, da se pri nespremenjeni teži pri njenem razstavljanju ravno zamenjata velikosti komponent. Pri kotu  $30^\circ$  je merila pravokotna komponenta teže  $43 \text{ N}$ , pri kotu  $60^\circ$  pa meri toliko vzporedna komponenta teže,  $F_{g,\parallel} = 43 \text{ N}$ . Pri kotu  $30^\circ$  je merila vzporedna komponenta teže  $25 \text{ N}$ , pri kotu  $60^\circ$  pa meri toliko pravokotna komponenta teže,  $F_{g,\perp} = 25 \text{ N}$ . Pravokotna sila podlage uravnovesi pravokotno komponento teže,  $F_{p,\perp} = F_{g,\perp} = 25 \text{ N}$ . Izračunamo silo trenja,  $F_t = k \cdot F_{p,\perp} = 0,7 \cdot 25 \text{ N} = 17,5 \text{ N} \pm 1 \text{ N}$ . Vlečna sila uravnovesi vsoto trenja in vzporedne komponente teže,  $F_{60^\circ} = F_t + F_{g,\parallel} = 17,5 \text{ N} + 43 \text{ N} = 60,5 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$ .

**Za pravilno vlečno silo ..... (3 točke)**

**Za pravilni velikosti obeh komponent teže in pravilno pravokotno silo podlage (uravnovešeno pravokotno komponento teže) ..... (1 točka)**

**Za pravilno velikost sile trenja ..... (1 točka)**

**Za pravilen sklep, da vlečna sila uravnovesi silo trenja in vzporedno komponento sile teže ..... (1 točka)**

- (e) Naklon klanca  $89,999^\circ$  pomeni navpično steno. Zaboj vlečemo ob steni navgor. Trenja ni – ker zaboj ne deluje na steno s silo v smeri, pravokotni na steno –, vlečna sila uravnovesi težo zaboja,  $F_{90^\circ} = F_g = 50 \text{ N}$ .

**Za pravilno vlečno silo ..... (1 točka)**

- (f) V koordinatni sistem vnesemo točke, ki so že izračunane: velikosti vlečne sile pri naklonih klanca  $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$  in  $90^\circ$ . Točke povežemo z gladko krivuljo, ki ima blizu  $\alpha = 60^\circ$  maksimum.

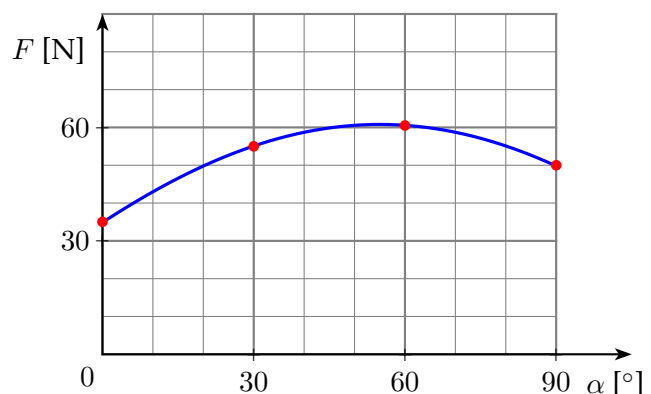
**Za v celoti pravilno narisani graf ....**

**..... (3 točke)**

**Za pravilno obliko grafa (z maksimumom) ..... (1 točka)**

**Za pravilno vnešene 4 točke (1 točka)**

**Za sklenjeno gladko krivuljo skozi (v bližini) točk ..... (1 točka)**



Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 14 točk.

- B2 (a) Pri spustu od starta na višini  $h_{\text{start}}$  do točke A na višini  $h_A$  se Filipova potencialna energija spremeni za

$$\begin{aligned}\Delta W_p &= W_{p,A} - W_{p,\text{start}} = m \cdot g \cdot (h_A - h_{\text{start}}) = -m \cdot g \cdot h_0 = \\ &= -104 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 9 \text{ m} = -9360 \text{ J}.\end{aligned}$$

Filipova potencialna energija se zmanjša.

**Za pravilno izračunano spremembo potencialne energije, pravi predznak .... (2 točki)**

**Za pravilno velikost spremembe potencialne energije ..... (1 točka)**

- (b) V točki A ima Filip hitrost  $v_A = 13,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in kinetično energijo

$$W_{k,A} = \frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = \frac{1}{2} 104 \text{ kg} \cdot \left(13,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 9477 \text{ J}.$$

**Za pravilno izračunano kinetično energijo ..... (1 točka)**

- (c) Delo (povprečne) zaviralne sile  $F_u = 35 \text{ N}$  na  $s_0 = 18 \text{ m}$  dolgem klanecu je

$$A = -F_u \cdot s_0 = -35 \text{ N} \cdot 18 \text{ m} = -630 \text{ J}.$$

Zaviralna sila opravi na Filipu negativno delo.

**Za pravilno izračunano delo, pravi predznak dela ..... (2 točki)**

**Za pravilno velikost dela  $|A|$  ..... (1 točka)**

- (d) Od starta do točke A se Filipova mehanska energija (vsota njegove kinetične in potencialne energije) spremeni za delo, ki ga na njem na tej poti opravijo zunanje sile razen teže. Edina preostala sila, ki opravlja delo na Filipu poleg teže, je zaviralna sila  $\vec{F}_u$ . Delo slednje je na prvem spustu negativno, Filipova mehanska energija se pri prvem spustu zmanjša za delo zaviralne sile. Zapišemo lahko

$$W_{k,A} + W_{p,A} = W_{k,\text{start}} + W_{p,\text{start}} - |A|$$

Filipovo hitrost na startu izračunamo iz začetne kinetične energije  $W_{k,\text{start}}$

$$\begin{aligned}W_{k,\text{start}} &= W_{k,A} + W_{p,A} - W_{p,\text{start}} + |A| = W_{k,A} + \Delta W_p + |A| = \\ &= 9477 \text{ J} - 9360 \text{ J} + 630 \text{ J} = 747 \text{ J}.\end{aligned}$$

Iz  $W_{k,\text{start}}$  izrazimo Filipovo hitrost na startu,

$$v_{\text{start}} = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{k,\text{start}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 747 \text{ J}}{104 \text{ kg}}} = 3,79 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

**Za pravilno hitrost ..... (4 točke)**

**Za pravi izraz za spremembo mehanske energije, pravi – vključno s predznakom – upoštevano delo ..... (1 točka)**

**Za pravilno vrednost kinetične energije ..... (1 točka)**

**Za pravi izraz za hitrost, izraženo s kinetično energijo ..... (1 točka)**

- (e) Razmerje med dolžino klanca  $s_1$  med točkama A in B ter višinsko razliko  $h_1$  je enako razmerju med dolžino klanca  $s_0$  med startom in točko A ter višinsko razliko  $h_0$ ,

$$\frac{s_1}{h_1} = \frac{s_0}{h_0} = \frac{18 \text{ m}}{9 \text{ m}} = 2,$$

odkoder dobimo zvezo

$$s_1 = 2 \cdot h_1.$$

Ker ima Filip na vrhu grbine v točki B enako hitrost, kot jo je imel na startu, je tudi njegova kinetična energija v točki B enaka njegovi začetni kinetični energiji na startu. Ker je grbina nižje od starta, se je od starta do točke B spremenila – zmanjšala – le Filipova potencialna energija,

$$\Delta W_{p,start \rightarrow B} = W_{p,B} - W_{p,start} = m \cdot g \cdot (h_1 - h_0).$$

Sprememba Filipove potencialne energije od starta do točke B je enaka (negativnemu) delu enake povprečne zaviralne sile, ki deluje na Filipa na poti  $s_0$  med spustom od starta do točke A in vzpenjanjem na poti  $s_1$  od točke A do vrha grbine v točki B,

$$A_{start \rightarrow B} = -F_u \cdot (s_0 + s_1).$$

Upoštevamo, da velja  $\Delta W_{p,start \rightarrow B} = A_{start \rightarrow B}$  ter upoštevamo še zvezo  $s_1 = 2 \cdot h_1$  in dobimo enačbo

$$m \cdot g \cdot (h_1 - h_0) = -F_u \cdot (s_0 + s_1) = -F_u \cdot (s_0 + 2 \cdot h_1),$$

iz katere izrazimo višino grbine  $h_1$ ,

$$h_1 = \frac{m \cdot g \cdot h_0 - F_u \cdot s_0}{m \cdot g + 2 \cdot F_u} = \frac{9360 \text{ J} - 630 \text{ J}}{1040 \text{ N} + 2 \cdot 35 \text{ N}} = 7,86 \text{ m} \approx 7,9 \text{ m}.$$

- Za pravilno višino grbine ..... (4 točke)**  
**Za pravilno razmerje med dolžino poti  $s_1$  in višino grbine  $h_1$  ..... (1 točka)**  
**Za pravilno enačenje spremembe mehanske energije in negativnega dela zaviralne sile na celotni poti ..... (1 točka)**  
**Za pravilen zapis dela na skupni poti  $s_0 + s_1$  ..... (1 točka)**  
**Za pravilno opazanje, da je kinetična energija na startu enaka kinetični energiji v točki B in je zato sprememba mehanske energije enaka spremembi samo potencialne energije ..**  
**..... (1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **13 točk**.