

**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 bronasto Stefanovo priznanje

## 8. razred

Šolsko tekmovanje, 9. februar 2017

**Naloge rešuješ 60 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). Za vsak pravilen odgovor dobiš 2 točki. Če izbereš napačen odgovor, več odgovorov ali nobenega, se naloga točkuje 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 izpisano pri nalogah.

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

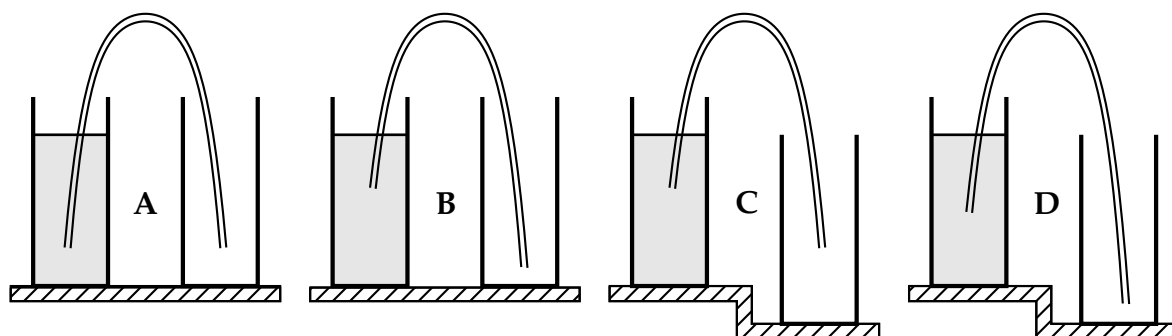
**A1** Vodo pretakamo po cevki med dvema enakima valjastima kozarcema. Na začetku je v prvem kozarcu voda, drugi kozarec je prazen in v cevki je voda brez zračnih mehurčkov. Med pretakanjem postavitev ne spreminjamo. Pri katerih dveh postavitvah se po cevki pretoči največ vode?

(A) A in B

(B) A in D

(C) B in D

(D) C in D



**A2** Miha nekega dne opazuje Luno. Obrne se proti Luni in na tleh označi smer, v katero je obrnjen, ko jo gleda. Opazovanje Lune ponovi naslednjega dne ob isti uri. Na tleh ponovno označi smer, v katero je obrnjen, ko gleda proti Luni. Približno kolikšen je kot med obema označenima smerema?

(A)  $0^\circ$

(B)  $13^\circ$

(C)  $15^\circ$

(D)  $26^\circ$

**A3** Vrsta (vérsta, rusko верста) je stara ruska dolžinska mera, enaka 1066,781 m. Po definiciji je v eni vrsti 500 ruskih sežnjev, v ruskem sežnju pa 7 ruskih čevljev. Koliko meri ruski čevlj?

(A) 0,305 m

(B) 2,13 m

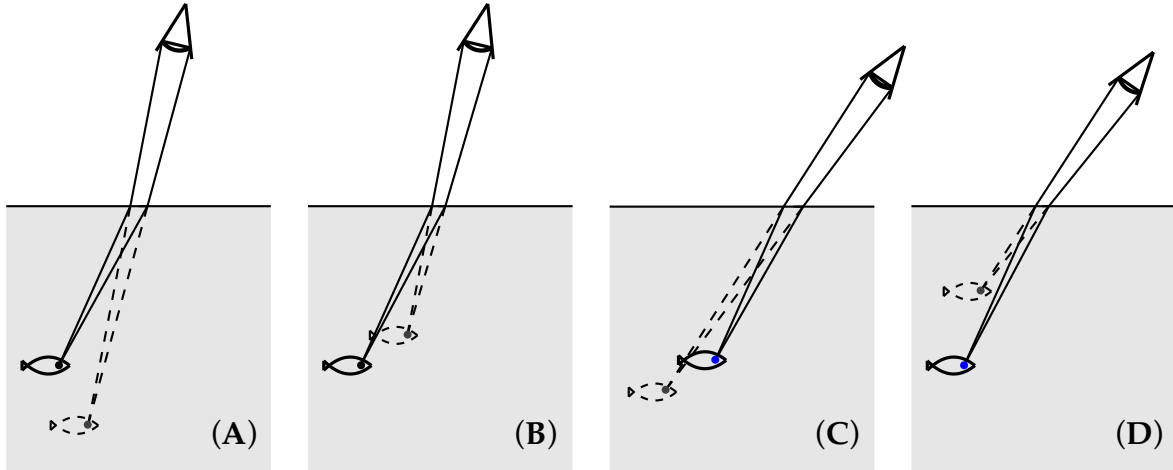
(C) 3,28 m

(D) 152 m

**A4** Indijska tektonska plošča se premika s hitrostjo  $1,9 \cdot 10^{-9} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Za koliko se premakne v 1 letu?

- (A)  $0,7 \mu\text{m}$                       (B)  $16,7 \mu\text{m}$                       (C) 1 mm                      (D) 6 cm

**A5** Katera skica pravilno kaže lom dveh mejnih žarkov pri prehodu iz vode v zrak in konstrukcijo slike ribjega očesa?



**B1** Gregor se ob 9.00 odpravi po stari cesti iz Portoroža v Maribor. Potuje s stalno hitrostjo  $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Istočasno se Jože odpelje po isti cesti iz Maribora proti Portorožu. Jože potuje s stalno hitrostjo  $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Po stari cesti je razdalja med Portorožem in Mariborom 280 km.

(a) Koliko minut vožnje je za Gregorjem in Jožetom, ko se srečata?

2

(b) Koliko kilometrov sta Gregor in Jože ob srečanju oddaljena od Maribora, merjeno po stari cesti?

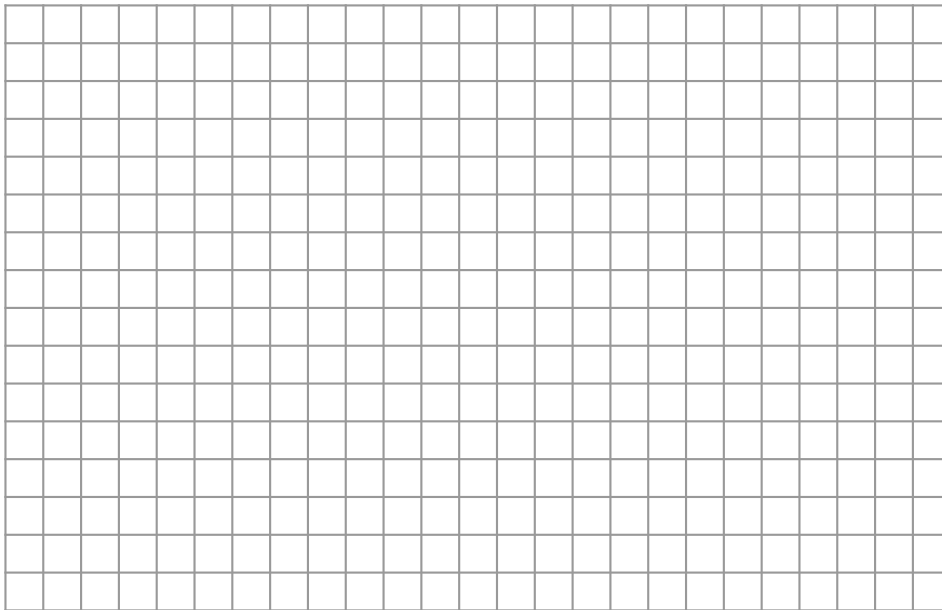
2

- (c) Po polurnem počitku Gregor in Jože nadaljujeta vsak svojo pot z enakima hitrostma kot pred postankom. Koliko je ura, ko Gregor prispe v Maribor?

2

- (d) V isti koordinatni sistem nariši grafa  $x_G(t)$  in  $x_J(t)$ , ki kažeta, kako se Gregorjeva in Jožetova lega vzdolž stare ceste od Portoroža (ki naj bo pri  $x = 0$ ) do Maribora spreminjata s časom od 9.00 do trenutka, ko se v Maribor pripelje Gregor. Grafa označi.

4



$\Sigma$ B1

**B2** Uro v kraju na Zemlji določa časovni pas, v katerem kraj leži. Časovni pasovi so določeni z dogovorom. V sosednjih časovnih pasovih se dogovorjeni čas razlikuje za 1 uro.

(a) Koliko stopinj zemljepisne dolžine je v povprečju širok en časovni pas?

2

(b) Kolikšna je časovna razlika v minutah med poldnevoma po Soncu (ko je Sonce najvišje na nebu) v krajih, katerih zemljepisni dolžini se razlikujeta za  $1^\circ$ ?

1

(c) Amsterdam na Nizozemskem je na zemljepisni dolžini  $4,5^\circ$  V, Ciudad de México v Mehiki pa na zemljepisni dolžini  $99,1^\circ$  Z. Koliko kaže ura v Amsterdamu, ko kaže ura v Ciudad de México poldne? Računaj s povprečno širino časovnega pasu.

3

(d) Jette je iz Amsterdama potovala v Mehiko. Z letališča v Amsterdamu je njeno letalo vzletelo 1. februarja ob 14.35 po lokalnem času in pristalo v Ciudad de México 1. februarja ob 19.25 po lokalnem času. Koliko časa je bilo letalo v zraku?

2

(e) Ob povratku iz Mehike na Nizozemsko je letalo z letališča v Ciudad de México vzletelo 7. februarja ob 21.55 in pristalo v Amsterdamu 8. februarja ob 15.10. Oba časa sta lokalna. Koliko časa je bilo letalo v zraku?

2

$\Sigma$ B2

## Tekmovanje iz fizike za bronasto Stefanovo priznanje

### 9. razred

Šolsko tekmovanje, 9. februar 2017

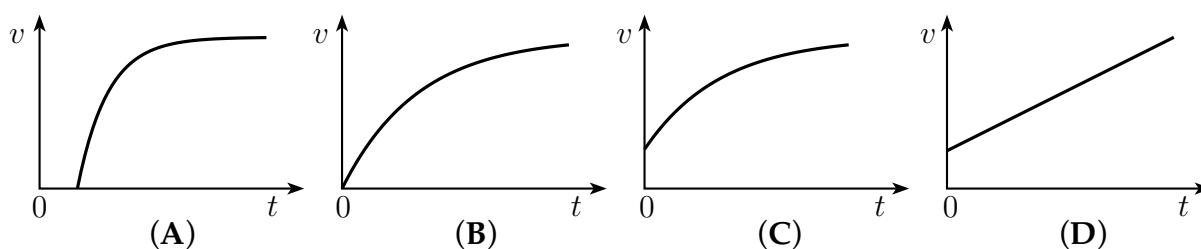
**Naloge rešuješ 60 minut.** Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno ter list s fizikalnimi obrazci in konstantami.

Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. **V sklopu A obkroži črko** pred pravilnim odgovorom in **jo vpiši** v levo preglednico (spodaj). Za vsak pravilen odgovor dobiš 2 točki. Če izbereš napačen odgovor, več odgovorov ali nobenega, se naloga točkuje 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 izpisano pri nalogah.

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

**A1** Štirje tekači čakajo na štart na svojih štartnih mestih. Grafi kažejo, kako se po štartu, ki je ob  $t = 0$ , spreminjajo njihove hitrosti. Kateri tekač je štartal prepozno?



**A2** Potapljač Jure se potaplja v Bohinjskem jezeru. Skupaj z vso opremo ima na globini 10 m prostornino 145 litrov. Ko se Jure potopi na globino 20 m, se njegova prostornina zmanjša na 144 litrov. Katera izjava je pravilna? Sila vzgona na Jureta je na globini 20 m ...

- (A) 2-krat tolikšna kot na globini 10 m.
- (B) malo večja od sile vzgona na globini 10 m.
- (C) enaka sili vzgona na globini 10 m.
- (D) malo manjša od sile vzgona na globini 10 m.

**A3** Gasilec Samo ima 70 kilogramov. Samo drsi navzdol po navpičnem gasilskem drogu s pospeškom  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Kolikšna sila trenja medtem deluje nanj? Zračni upor zanemari.

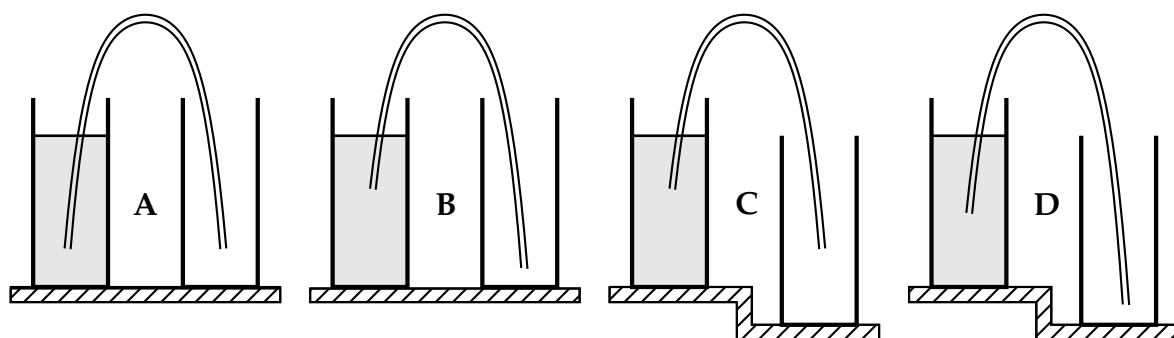
- (A) 210 N                      (B) 490 N                      (C) 700 N                      (D) 910 N

**A4** Najzmogljivejši osciloskopi lahko zaznajo spremembe vhodnih signalov, ki se zgodijo v razmiku  $5 \cdot 10^{-11}$  s. En zamah mušjih kril traja  $20 \cdot 10^6$ -krat toliko časa. Koliko časa traja en zamah mušjih kril?

- (A) 0,001 ms                      (B)  $0,1 \mu\text{s}$                       (C)  $1000 \mu\text{s}$                       (D) 10 ms

**A5** Vodo pretakamo po cevki med dvema enakima valjastima kozarcema. Na začetku je v prvem kozarcu voda, drugi kozarec je prazen in v cevki je voda brez zračnih mehurčkov. Med pretakanjem postavitev ne spreminjamo. Pri katerih dveh postavitvah se po cevki pretoči največ vode?

- (A) A in B                      (B) C in D                      (C) A in D                      (D) B in D



**B1** V nekem zabaviščnem parku v Ohiu imajo vlakec smrti, ki se najprej počasi povzpne na vrh proge, se tam za hip ustavi, nato pa se v začetnem delu vožnje med pospeševanjem do najnižje točke na tirnici spusti za 65 m. Masa vlakca s potniki je 8500 kg.

(a) Kolikšna bi bila hitrost vlakca v najnižji točki po uvodnem pospeševanju, če vlakec med gibanjem ne bi izgubil nič energije?

2

- (b) V najnižji točki po uvodnem pospeševanju je izmerjena hitrost vlakca  $121 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .  
Koliko energije je izgubil vlakec med pospeševanjem zaradi trenja in upora?

3

- (c) Pot, ki jo opravi vlakec med svojim spustom z vrha proge do najnižje točke na tirnici, je dolga 90 m. Kolikšna povprečna zaviralna sila deluje na vlakec na tej poti?

2

- (d) Denimo, da ima tirnica od svoje najnižje točke naprej vodoraven iztek (vse lege v nadaljevanju proge so na isti višini). Kako dolg naj bo vsaj vodoravni iztek proge, da se na njem vlakec ustavi s pojemkom  $\frac{1}{2}g$ ? Koliko časa se vlakec ustavlja? Dolžine vlakca ne upoštevaj.

2

$\Sigma$ B1



**B2** Marina stehta odprto in prazno 1,5 litrsko plastenko in ugotovi, da je njena masa 47,5 g. Potem stehta še pokrovček plastenke: tehtnica pokaže 2,5 g. Ko zaprto plastenko v celoti potopi v velik lonec, do roba poln vode, se čez rob lonca prelije 1,55 litra vode.

- (a) Marina plastenko zapre s pokrovčkom in izmeri skupno maso zaprte plastenke. Kolikšno maso pokaže tehtnica?

1

- (b) Marina tišči dobro zaprto prazno plastenko pod gladino vode tako, da je plastenka v celoti potopljena tik pod gladino. S kolikšno silo deluje Marina na plastenko?

2

- (c) Marina tišči dobro zaprto prazno plastenko pod gladino tako, da je plastenka v celoti potopljena malo pod gladino. S kolikšnim pospeškom se prične gibati plastenka v trenutku, ko jo Marina izpusti?

2

- (d) Marina si iz 30 enakih praznih plastenk zgradi splav, ki jo drži tik nad gladino. Kolikšna je Marinina masa?

2

$\Sigma$ B2

## Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za bronasto Stefanovo priznanje 2016/17

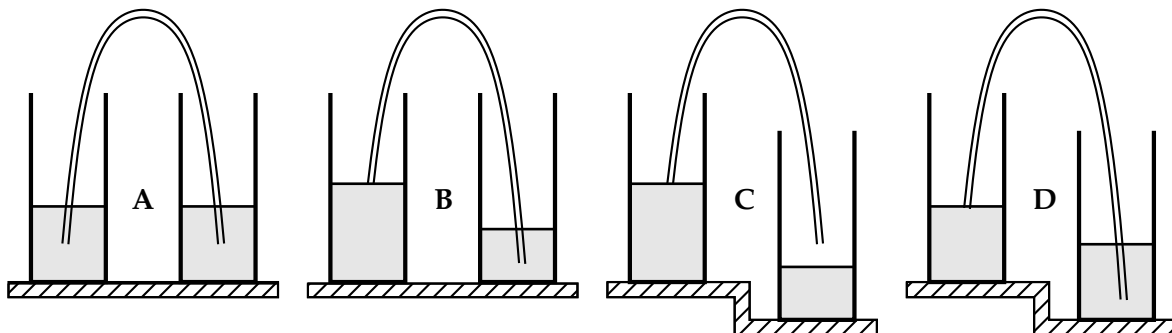
### 8. razred

#### Sklop A:

V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Če je odgovor napačen, če je odgovorov več ali če ni obkrožen noben odgovor, je naloga ovrednotena z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	A2	A3	A4	A5
B	B	A	D	D

**A1** Slika kaže, koliko vode se pretoči po cevki med posodama pri različnih postavitvah. Več vode se pretoči pri postavitvah (A) in (D) ter manj pri postavitvah (B) in (C). Za podrobnejše pojasnilo glej v B. Rovšek, *Poskus pri Kresnički: natega*, Fizika v šoli št. 2/2016.



**A2** Luna opravi en obhod okoli Zemlje, ki ustreza polnemu kotu  $360^\circ$ , v približno 28 dnevih. Ker se giblje s (približno) stalno hitrostjo, izračunamo, da se v enem dnevu glede na opazovalca, ki se na Zemlji ne premika, premakne za kot  $\alpha$ ,

$$\alpha = \frac{360^\circ}{28} \approx 13^\circ.$$

**A3** Ena vrsta je 500 sežnjev ali tudi  $500 \cdot 7$  čevljev = 3500 čevljev ali 1066,781 m. Velja torej  $3500$  čevljev = 1066,781 m in  $1$  čevlj =  $\frac{1066,781 \text{ m}}{3500} = 0,305$  m.

**A4** Hitrost Indijske tektonske plošče je  $v = 1,9 \cdot 10^{-9} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , premik plošče v  $t = 1$  leto = 365,25 dni pa je

$$s = v \cdot t = 1,9 \cdot 10^{-9} \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 0,060 \text{ m} = 6,0 \text{ cm}.$$

**A5** Konstrukcijo slike ribjega očesa pravilno kaže skica (D). Žarki se pri prehodu iz vode v zrak lomijo stran od vpadne pravokotnice. Ko opazujemo iz zraka iznad vodne gladine predmete, ki so pod gladino, se nam ti zdijo bližje (lastne noge se nam zdijo krajše, na primer). Navidezna slika predmeta nastane bližje gladini kot je predmet.

**Sklop B:**

- B1** (a) Gregor in Jože do srečanja ob času  $t_1$  prevozita poti  $s_G$  in  $s_J$ , skupaj pa prevozita vso pot  $s = 280$  km med Portorožem in Mariborom,

$$s = s_G + s_J = v_G \cdot t_1 + v_J \cdot t_1 = (v_G + v_J) \cdot t_1,$$

kjer sta  $v_G$  Gregorjeva in  $v_J$  Jožetova hitrost. Izrazimo čas  $t_1$ ,

$$t_1 = \frac{s}{v_G + v_J} = \frac{280 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = \frac{280 \text{ km}}{140 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 2 \text{ h} = 120 \text{ min.}$$

Za Gregorjem in Jožetom je ob srečanju 120 minut vožnje.

Nalogo lahko rešimo tudi na pamet. V 1 uri Gregor prevozi 60 km, Jože pa 80 km. Skupaj v 1 uri prevozita  $60 \text{ km} + 80 \text{ km} = 140 \text{ km}$ , kar je ravno polovica poti med Portorožem in Mariborom. Skupaj prevozita celo pot v 2 urah.

**Za pravilen čas (lahko tudi v urah) ..... (2 točki)**

**Za pravilno sklepanje o skupni poti in/ali za pravilno upoštevanje, da je čas potovanja do srečanja za oba isti ..... (1 točka)**

- (b) Ob srečanju sta Gregor in Jože od Maribora oddaljena toliko, kot je do srečanja prevozil Jože, ki se je na pot odpravil iz Maribora. V 2 urah je Jože prevozil  $2 \cdot 80 \text{ km} = 160 \text{ km}$ .

**Za pravilno oddaljenost od Maribora ..... (2 točki)**

**Za pravilen račun poti Jožeta ali Gregorja ..... (1 točka)**

- (c) Celotno pot od Portoroža do Maribora prevozi Gregor v času

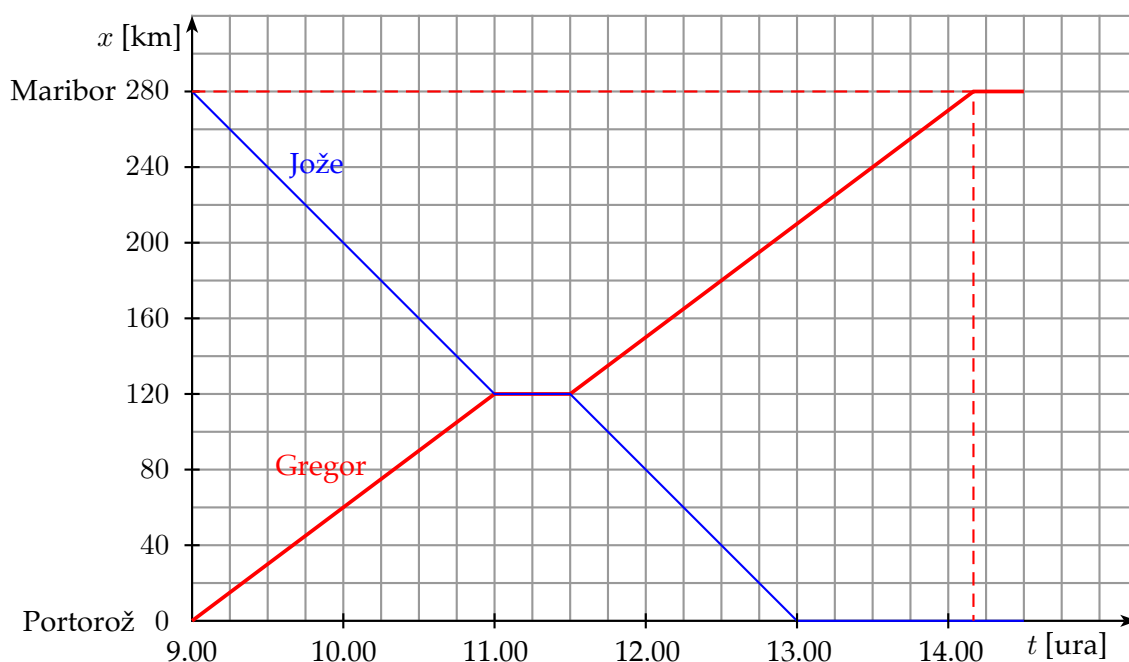
$$t_2 = \frac{s}{v_G} = \frac{280 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 4,67 \text{ h} = 4 \text{ h } 40 \text{ min.}$$

Upoštevamo še polurni postanek za srečanje z Jožetom in ugotovimo, da prispe Gregor v Maribor  $4 \text{ h } 40 \text{ min} + 30 \text{ min} = 5 \text{ h } 10 \text{ min}$  po trenutku, v katerem se je odpeljal iz Portoroža. Ob Gregorjevem prihodu v Maribor je ura  $9.00 + 5.10 = 14.10$ .

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

**Za pravilen račun časa vožnje in / ali upoštevanje polurnega postanka ..... (1 točka)**

- (d) Na sliki sta grafa, ki kažeta, kako se Gregorjeva in Jožetova lega spreminjata s časom na njihovih potovanjih med Portorožem in Mariborom.



- Za v celoti pravilno narisana in označena grafa ..... (4 točke)
- Za pravilno označene osi (količine in enote) ..... (1 točka)
- Za pravilno upoštevan sočasni polurni postanek pri obeh grafih (vodoravni del grafov) ..... (1 točka)
- Za pravilno upoštevan hitrosti - strmini posameznega grafa pred in po postanku sta enaki ..... (1 točka)
- Za pravilni vsaj 2 uri odhoda, srečanja, zaključka postanka in prihoda na cilj (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 10 točk.

- B2** (a) Na  $360^\circ$  zemljepisnih dolžin (med  $0^\circ$  in  $180^\circ$  V ter med  $0^\circ$  in  $180^\circ$  Z) se zvrsti 24 časovnih pasov, kar pomeni, da je povprečna širina posameznega časovnega pasu

$$\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ.$$

- Za pravi rezultat ..... (2 točki)
- Za pravilno upoštevanje 24 ur in / ali pravilno upoštevanje polnega kota  $360^\circ$  (1 točka)

- (b) Razlika v zemljepisni dolžini  $15^\circ$  ustreza časovni razliki 1 h = 60 min med poldnevoma po Soncu. Razlika v zemljepisni dolžini  $1^\circ$  ustreza petnajstini ure oziroma časovni razliki 4 min med poldnevoma po Soncu.

- Za pravi rezultat ..... (1 točka)

- (c) Upoštevamo, da leži Amsterdam vzhodno od ničelnega (greenwiškega) poldnevnika, Ciudad de México pa zahodno od njega. Razlika med zemljepisnima dolžinama Amsterdama in Ciudad de México je zato vsota  $4,5^\circ + 99,1^\circ = 103,6^\circ$ , ki ustreza skoraj 7-kratniku širine enega časovnega pasu ( $7 \cdot 15^\circ = 105^\circ$ ). Predpostavimo (ni razloga, da bi komplicirali ali domnevali drugače), da je med Amsterdamom in Ciudad de México 7 ur časovne razlike (razlike v časih, ki ju v istem trenutku kažeta lokalni uri). Glede na zemljepisni legi

obeh mest in smer vrtenja Zemlje okoli svoje osi sklepamo, da je poldne v Amsterdamu 7 ur pred poldnem v Ciudad de México. V trenutku, ko je v Ciudad de México poldne (lokalni čas 12.00), je v Amsterdamu ura 19.00.

**Za pravilno razliko v zemljepisnih dolžinah ..... (1 točka)**

**Za pravilen račun razlike v časih, ki ju kažeta lokalni uri (deljenje razlike v zemljepisnih dolžinah s  $15^\circ$ ) ..... (1 točka)**

**Za pravilno upoštevanje smeri vrtenja Zemlje ..... (1 točka)**

- (d) Razlika med obema lokalnima časoma je  $19.25 - 14.35 = 4 \text{ h } 50 \text{ min}$ . Upoštevamo še razliko časovnih pasov in ugotovimo, da je bilo letalo v zraku 11 h in 50 min.

Lahko pa postopamo tako, da lokalni čas vzleta v Amsterdamu pretvorimo v lokalni čas v Ciudad de México (ali obratno). Letalo v Amsterdamu vzleti, ko je v Ciudad de México ura  $14.35 - 7 \text{ h} = 7.35$ . Pristane ob 19.25; vmes mine 11 ur in 50 minut.

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

**Za pravilen račun razlike v lokalnih časih in / ali pravilno prištevanje razlike časovnih pasov in / ali pravilno pretvorbo enega lokalnega časa v drugega ..... (1 točka)**

- (e) Po lokalnih časih je letalo v zraku do polnoči (od 21.55 do polnoči sta 2 uri in 5 minut) in še naprej do 15.10. Upoštevamo še razliko časovnih pasov in ugotovimo, da je bilo letalo v zraku  $2 \text{ h } 5 \text{ min} + 15 \text{ h } 10 \text{ min} - 7 \text{ h} = 10 \text{ h } 15 \text{ min}$ .

Lahko pa postopamo tako, da lokalni čas pristanka v Amsterdamu pretvorimo v lokalni čas v Ciudad de México (ali obratno). Letalo v Amstredamu pristane, ko je v Ciudad de México ura  $15.10 - 7 \text{ h} = 8.10$ . Vzletelo je prejšnjega dne ob 21.55; vmes mine 10 ur in 15 minut.

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

**Za pravilen račun razlike v lokalnih časih in / ali pravilno prištevanje razlike časovnih pasov in / ali pravilno pretvorbo enega lokalnega časa v drugega ..... (1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 10 točk.

## Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za bronasto Stefanovo priznanje 2016/17

### 9. razred

#### Sklop A:

V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Če je odgovor napačen, če je odgovorov več ali če ni obkrožen noben odgovor, je naloga ovrednotena z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	A2	A3	A4	A5
A	D	B	C	C

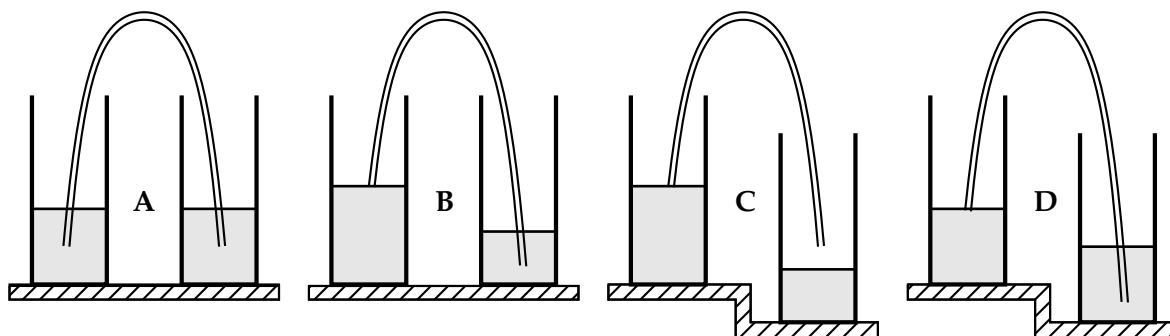
- A1** Prepozno je štartal tekač, katerega graf hitrosti v odvisnosti od časa kaže slika (A). Pravočasno je štartal tekač (B), tekača (C) in (D) pa sta štartala prezgodaj.
- A2** Sila vzgona na telo - Jureta z vso opremo - je po velikosti enaka teži tekočine, ki jo telo izpodriva. Na globini 20 m ima Jure z vso opremo za 1 liter manjšo prostornino kot na globini 10 m, izpodriva za 1 liter manj vode in zato je sila vzgona, ki deluje na Jureta na globini 20 m, malo manjša od sile vzgona, ki deluje nanj na globini 10 m.
- A3** Na gasilca delujeta med njegovim pospešenim drsenjem po drogu navzdol dve sili: v smeri navzdol deluje nanj teža  $\vec{F}_g$  z velikostjo  $F_g = 700 \text{ N}$  in v nasprotni smeri sila trenja  $\vec{F}_t$ . Njuna vsota (rezultanta)  $\vec{F}_r = \vec{F}_g + \vec{F}_t$  povzroči, da se gasilec Samo giblje s pospeškom  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Iz 2. Newtonovega zakona izračunamo velikost rezultante,

$$F_r = m \cdot a = 70 \text{ kg} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 210 \text{ N}.$$

Ker delujeta teža in sila trenja na gasilca v nasprotnih smereh (in ker se gasilec Samo giblje s pospeškom v smeri teže), je velikost rezultante  $F_r$  razlika med velikostjo teže  $F_g$  in velikostjo sile trenja  $F_t$ , velja  $F_r = F_g - F_t$  in od tu dobimo

$$F_t = F_g - F_r = 700 \text{ N} - 210 \text{ N} = 490 \text{ N}.$$

- A4** Zamah mušjih kril traja  $20 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-11} = 100 \cdot 10^{-5} = 10^{-3} \text{ s} = 1 \text{ ms} = 1000 \mu\text{s}$ .
- A5** Slika kaže, koliko vode se pretoči po cevki med posodama pri različnih postavitvah. Več vode se pretoči pri postavitvah (A) in (D) in manj pri postavitvah (B) in (C). Za podrobnejše pojasnilo glej v B. Rovšek, *Poskus pri Kresnički: natega*, Fizika v šoli št. 2/2016.



**Sklop B:**

- B1** (a) Če vlakec med spustom ne bi izgubljal energije, bi se vsota njegove kinetične in potencialne energije ohranjala. Za toliko, kot bi se pri spustu za  $\Delta h = 65 \text{ m}$  zmanjšala potencialna energija vlakca, bi se povečala njegova kinetična energija. Vlakec na vrhu proge pred spustom nima kinetične energije, za njegovo kinetično energijo v najnižji točki tirnice pa bi lahko zapisali

$$W_k = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = m \cdot g \cdot \Delta h.$$

Iz zgornjega izreka izrazimo hitrost vlakca v najnižji točki tirnice  $v_0$ ,

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 65 \text{ m}} = 36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 129,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Isto hitrost  $v_0$  bi vlakec dosegel pri prostem padu za  $\Delta h$ .

**Za pravilno hitrost vlakca v primeru, ko ni izgube energije ..... (2 točki)**

**Za pravilno uporabo izreka o kinetični in potencialni energiji ..... (1 točka)**

- (b) Izmerjena hitrost vlakca v najnižji točki tirnice je  $v_i = 121 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 33,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Njegova kinetična energija je tam enaka

$$W_{k,i} = \frac{1}{2} m \cdot v_i^2 = \frac{1}{2} \cdot 8500 \text{ kg} \cdot \left(33,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 4,801 \cdot 10^6 \text{ J} = 4801 \text{ kJ} = 4,801 \text{ MJ}.$$

Če vlakec pri spustu ne bi izgubljal energije, bi imel v najnižji točki tirnice hitrost  $v_0 = 36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in kinetično energijo

$$W_{k,0} = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 8500 \text{ kg} \cdot \left(36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 5,525 \cdot 10^6 \text{ J} = 5525 \text{ kJ} = 5,525 \text{ MJ}.$$

Še hitreje izračunamo kinetično energijo vlakca v najnižji točki, v primeru, ko ni izgub, iz izreka o kinetični in potencialni energiji (a),

$$W_{k,0} = m \cdot g \cdot \Delta h = 8500 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 65 \text{ m} = 5,525 \text{ MJ}.$$

Zaradi trenja in upora je vlakec pri spustu izgubil energijo

$$\Delta W = W_{k,0} - W_{k,i} = 5,525 \text{ MJ} - 4,801 \text{ MJ} = 724 \text{ kJ} = 0,724 \text{ MJ}.$$

**Za pravilno izračunano izgubo energije ..... (3 točke)**

**Za pravilno izračunano kinetično energijo vlakca iz izmerjene hitrosti ..... (1 točka)**

**Za pravilno izračunano kinetično energijo vlakca v primeru brez izgub energije (1 točka)**

- (c) Vlasec izgublja energijo na račun negativnega dela zaviralnih sil  $\vec{F}_z$  na poti  $s = 90 \text{ m}$ . Zapišemo lahko  $\Delta W = A = \vec{F}_z \cdot s$ , odkoder izrazimo povprečno zaviralno silo  $\vec{F}_z$

$$\vec{F}_z = \frac{A}{s} = \frac{\Delta W}{s} = \frac{0,724 \text{ MJ}}{90 \text{ m}} = 8044 \text{ N} = 8,044 \text{ kN} \approx 8,04 \text{ kN}.$$

**Za pravilno izračunano povprečno zaviralno silo ..... (2 točki)**

**Za pravilno sklepanje, da so izgube energije posledica dela zaviralnih sil .... (1 točka)**

- (d) Največjo hitrost  $v_i = 33,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ima vlakec na začetku vodoravnega izteka. Če se ustavlja enakomerno s pojemkom  $a = \frac{1}{2}g$  in na koncu ustavi, njegovo ustavljanje traja čas  $t_u$ ,

$$t_u = \frac{v_i}{a} = \frac{2 \cdot v_i}{g} = \frac{2 \cdot 33,6 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{\text{s} \cdot 10 \text{ m}} = 6,72 \text{ s}.$$

Povprečna hitrost enakomerno ustavljaljočega se vlakca na vodoravnem izteku je  $\bar{v} = \frac{1}{2}v_i = 16,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . S tako povprečno hitrostjo prevozi vlakec v času  $t_u$  pot

$$s_u = \bar{v} \cdot t_u = 16,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 6,72 \text{ s} = 113 \text{ m}.$$

Tako dolg mora biti vsaj vodoravni iztek proge, če ne upoštevamo dolžine vlakca.

**Za pravilno izračunan čas ustavljanja ..... (1 točka)**

**Za pravilno dolžino vodoravnega izteka (poti ustavljanja) ..... (1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 9 točk.

- B2** (a) Tehtnica pokaže maso  $m = 50 \text{ g}$ , ki je vsota mase odprte plastenke in mase pokrovčka.

Opomba: Zanimivo vprašanje je, ali skupaj s platenko tehtamo tudi zrak, ki je v njej. Tehtnica pokaže silo, s katero pritiska nanjo platenka. Sila plastenke na tehtnico je razlika med skupno težo plastenke in zraka v njej ter silo vzgona na platenko v zraku, ki pa je (skoraj) enak teži zraka v platenki. Če je tlak zraka v platenki enak zunanjemu zračnemu tlaku, je razlika med težo zraka v platenki in silo vzgona na platenko le teža tistega dela zraka, ki ga izpodrivajo plastične stene plastenke in pokrovčka.

**Za pravilno maso ..... (1 točka)**

- (b) Platenka, ki jo Marina tišči pod vodno gladino, tam miruje, je v ravnovesju. Nanjo delujejo tri sile: v smeri navzgor deluje sila vzgona  $\vec{F}_{vzg}$ , ki je po velikosti enaka teži 1,55 litra izpodrinjene vode,  $F_{vzg} = 15,5 \text{ N}$ , v smeri navzdol pa delujeta teža zaprte plastenke  $F_g = 0,5 \text{ N}$  (teža zraka v njej smemo zanemariti, ker je mnogo manjša od drugih sil\*) in sila  $\vec{F}_M$ , s katero Marina potiska platenko pod vodo. Ta sila je po velikosti enaka  $F_M = 15 \text{ N}$ , ker mora biti vsota obeh navzdol delujočih sil (teže  $\vec{F}_g$  in Marinine sile  $\vec{F}_M$ ) po velikosti enaka navzgor delujoči sili vzgona  $\vec{F}_{vzg}$ .

\*Ocena za maso in težo zraka v platenki: gostota zraka je  $\rho_z = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , prostornina jzraka v platenki je  $V = 1,5 \text{ dm}^3$ , masa zraka v platenki je  $m = \rho_z \cdot V = 0,0018 \text{ kg} = 1,8 \text{ g}$  in teža zraka v platenki je  $0,018 \text{ N}$ .

**Za pravilno silo, s katero Marina tišči pod vodo platenko ..... (2 točki)**

**Za pravilno velikost sile vzgona na platenko 15,5 N ..... (1 točka)**

- (c) V trenutku, ko Marina povsem pod vodno gladino potopljeno platenko spusti, platenka ni več v ravnovesju, nanjo delujeta le še njena teža in sila vzgona. Njuna rezultanta kaže v smeri navzgor in je po velikosti enaka  $F_r = 15 \text{ N}$  (toliko, kot je merila sila  $\vec{F}_M$ , s katero je platenko v ravnovesju držala Marina, da je uravnovesila prav rezultanto teže plastenke  $\vec{F}_g$  in vzgona na platenko  $\vec{F}_{vzg}$ ). Platenka z maso  $m$  se prične gibati s pospeškom, ki ga izračunamo iz 2. Newtonovega zakona,

$$a = \frac{F_r}{m} = \frac{15 \text{ N}}{50 \text{ g}} = \frac{15 \text{ N}}{0,05 \text{ kg}} = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

**Za pravilen pospešek ..... (2 točki)**

**Za pravilno uporabo 2. Newtonovega zakona in / ali pravilno rezultanto sil... (1 točka)**



- (d) Marina mora na 30 plastenk, ki jo držijo tik nad gladino (medtem ko so plastenke potopljene tik pod gladino) delovati s 30-krat tolikšno silo kot na eno samo platenko,  $F_{M,30} = 30 \cdot F_M = 30 \cdot 15 \text{ N} = 450 \text{ N}$ . Marina je na splavu v ravnovesju, nanjo delujeta njena teža  $\vec{F}_{g,M}$  in sila splava  $\vec{F}_s$ , ki je po velikosti enaka sili, s katero Marina deluje na splav:  $F_s = 450 \text{ N}$ . To pomeni, da je tudi Marinina teža po velikosti enaka  $F_{g,M} = 450 \text{ N}$ . Marina ima maso 45 kg.

**Za pravilno maso ..... (2 točki)**

**Za pravilno sklepanje o ravnovesju sil in / ali pravilen račun sile, s katero Marina tišči pod gladino 30 plastenk ..... (1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **7 točk**.