

**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), 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, 25. marec 2011

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2	B3

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 (zgoraj). Pravilen odgovor se točkjuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v sklopu B rešuj na tej poli. 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 Ena klatra ali seženj meri 6 čevljev, en čevlj meri 12 palcev, en palec meri 12 črt. Dunajska poštna milja meri 4000 sežnjev ali 7,5859 km. Koliko milimetrov meri črta? Približno

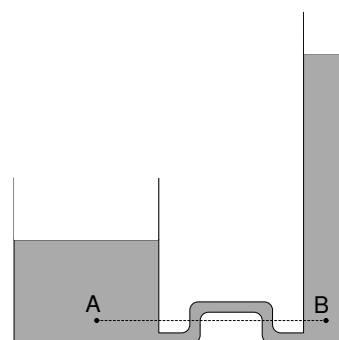
- (A) 0,22 mm. (B) 0,26 mm. (C) 2,2 mm. (D) 2,6 mm.

A2 Na mizi je tehtnica, na tehtnici pa miruje telo z maso 1 kg, ki ga vleče navzgor silomer s silo 2 N. Masa silomera je 100 g, masa tehtnice je 800 g. Kolikšna je sila mize na tehtnico?

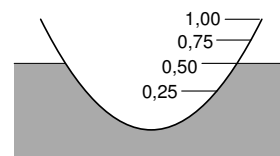
- (A) 8 N. (B) 16 N. (C) 18 N. (D) 19 N.

A3 Točki A in B sta v različnih krakih vezne posode na isti višini. Oba kraka posode sta na vrhu odprta. V vezni posodi je v nekem trenutku voda, kot kaže slika. Katera trditev o tlakih v točkah A in B je pravilna?

- (A) V točki A je tlak večji kot v točki B.
 (B) V točki B je tlak večji kot v točki A.
 (C) Tlak v točki A je enak tlaku v točki B.
 (D) Ne moremo določiti, kateri tlak je večji.



A4 Na gladino vode položimo prazno posodo, ki se v vodi delno potopi, kot kaže slika na desni. Na posodi so oznake, ki kažejo, kolikšen del prostornine posode je pod vodo. Prostornina sten posode je zanemarljiva. Potem v posodo previdno nalijemo toliko lanenega olja, da se posoda potopi do roba. Katera slika pravilno kaže posodo, potopljeno do roba?

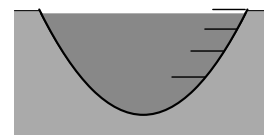
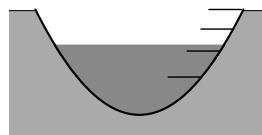
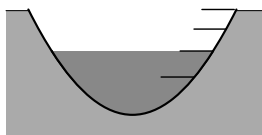
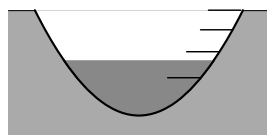


(A)

(B)

(C)

(D)



A5 Na telo delujejo tri sile, ki so po velikosti enake $F_1 = 1 \text{ N}$, $F_2 = 1,5 \text{ N}$ in $F_3 = 2 \text{ N}$. Kolikšna je najmanjša mogoča velikost rezultante teh sil?

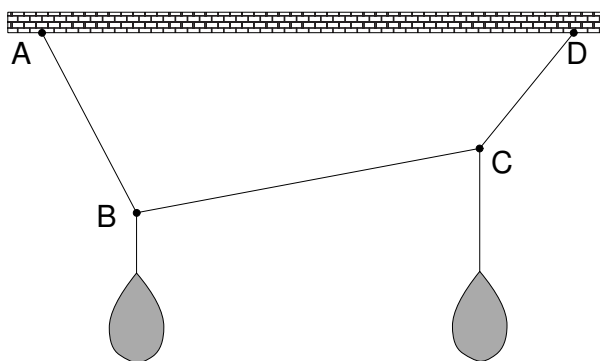
(A) 0 N.

(B) 0,5 N.

(C) 1,5 N.

(D) 2,5 N.

B1 Na vrvici sta obešeni dve vrečki, kot kaže slika. Vrvica je v točkah A in D pritrjena na strop. V točki B je vozlel, z njega visi vreča z maso 4 kg. V točki C je drug vozlel, s katerega visi druga vreča z neznano maso.



(a) Nariši sile, ki delujejo v vozlu B. Sile riši v merilu, kjer 1 cm pomeni silo 10 N. S kolikšnima silama sta napeti vrvici BA in BC?

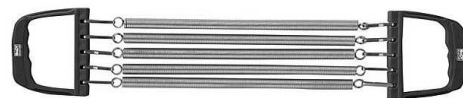
3

(b) Nariši sile, ki delujejo v vozlu C, v istem merilu kot prej. Kolikšna je masa vreče, ki visi s tega vozla?

4

Σ B1

B2 Marjanov ekspander za ojačanje mišic je sestavljen iz dveh ročajev ter petih enakih in med seboj vzporednih vzmeti. Vzmeti lahko Marjan posamično snema. Ko oba ročaja povezuje ena sama vzmet, jo Marjan s silo 20 N raztegne za 50 mm.

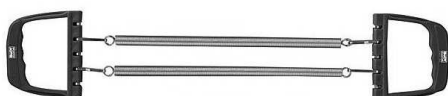


(a) Kolikšen je koeficient prožnosti ene vzmeti k_1 ?

1

(b) Marjan namesti na ekspander dve vzmeti. Potem ga z Jožetom raztegujeta tako, da vleče Marjan en ročaj v eno smer, Jože pa drugega v nasprotno smer. S kolikšno silo vleče Jože ročaj, ko je ekspander raztegnjen za 100 mm?

2



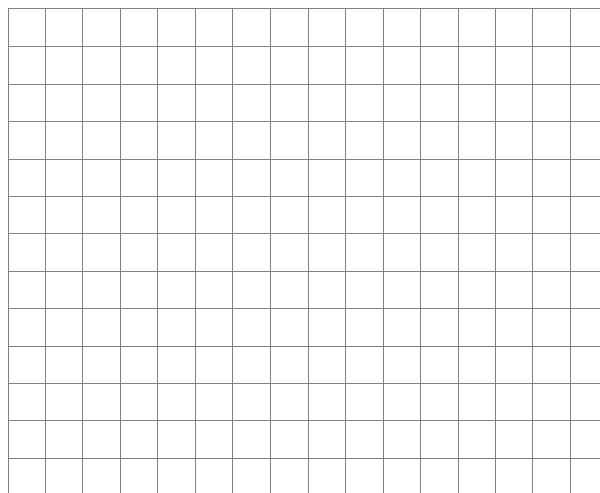
(c) Dve vzmeti iz vprašanja b) bi lahko zamenjali z eno samo, ki bi se raztegovala enako, kot se raztegujeta dve vzporedno povezani vzmeti. Kolikšen bi bil njen koeficient prožnosti k_2 ?

1

(d) Marjan in Jože naredita poskus, s katerim ugotavljata, kako je raztezek ekspanderja odvisen od števila vzmeti. Na ekspander dodajata vzmeti, začneta z eno in končata s petimi. V vseh primerih vlečeta vsak svoj ročaj z nespremenjeno silo 20 N. V razpredelnico napiši, kolikšen raztezek ekspanderja izmerita pri določenem številu vzmeti.

2

št. vzmeti	1	2	3	4	5
raztezek [mm]					



(e) Nariši graf, ki kaže, kako je pri nespremenjeni sili 20 N raztezek ekspanderja odvisen od števila vzporedno povezanih vzmeti.

2

- (f) Potem se Marjan in Jože domislita, da lahko vzmeti povežeta tudi zaporedno; eno za drugo, kot kaže slika za primer dveh vzmeti.

2



V vseh primerih vlečeta vsak svoj ročaj z nespremenjeno silo 20 N. V razpredelnico napiši, kolikšen raztezek ekspanderja izmerita pri določenem številu vzmeti.

št. vzmeti	1	2	3	4	5
raztezek [mm]					

Σ B2

- B3** Tone ima v garaži odprt sod z nafto. Sod je v obliki valja z višino 1,6 m in ploščino dna 80 dm^2 . V njem je 1000 l nafte z gostoto $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Zračni tlak je 100 kPa.

- (a) Na kateri višini nad dnom soda je gladina nafte?

1

- (b) Kolikšen je tlak v sodu ob dnu? Rezultat zapiši v kPa.

2

- (c) Sod ima 30 cm nad dnom čep, ki tesni luknjo s ploščino 8 cm^2 . S kolikšno silo pritiska nafta na čep?

2

- (d) S kolikšno silo sod zadržuje čep?

2

Σ B3

Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

9. razred

Področno tekmovanje, 25. marec 2011

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2	B3

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 (zgoraj). Pravilen odgovor se točkjuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge **v sklopu B rešuj na tej poli**. 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!

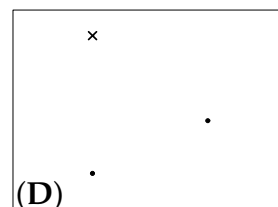
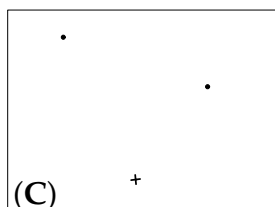
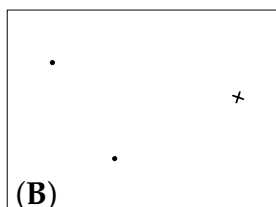
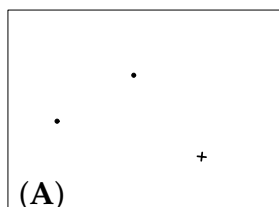
A1 Lokomotiva vleče vagon s stalno silo po vodoravnih tirih. Kaj se dogaja s kinetično energijo vagona, če sta trenje in upor zanemarljiva?

- (A) Se ne spreminja. (B) Se povečuje. (C) Se zmanjšuje. (D) Vagon nima W_k .

A2 Imamo dve toplotno izolirani posodi. V prvi posodi so 4 litri vode pri temperaturi $15\text{ }^\circ\text{C}$, ki jih segrejemo do $20\text{ }^\circ\text{C}$. V drugi posodi sta 2 litra vode pri temperaturi $80\text{ }^\circ\text{C}$, ki ju segrejemo do $85\text{ }^\circ\text{C}$. Katera izjava je pravilna?

- (A) Vodi v prvi posodi smo dovedli več toplote.
 (B) Vodi v drugi posodi smo dovedli več toplote.
 (C) Vodi v prvi posodi smo dovedli toploto, v drugi posodi pa je voda toploto oddala.
 (D) Vodi v prvi in drugi posodi smo dovedli enako toplote.

A3 Miha je 16. februarja v Postojni meril dolžino in smer sence palice, zapičene navpično v vodoravna tla. Križec označuje točko, v kateri je imel zapičeno palico. S pikami je na listu označil lego **krajišča sence** palice ob 10.02 in 11.40. Katera slika pravilno kaže njegovi meritvi?

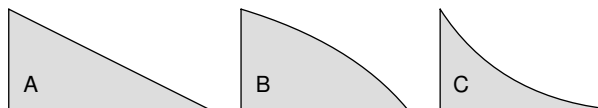


A4 V vezje vežemo zaporedno dve enaki žarnici, odprto stikalo in vir napetosti. Vzporedno s prvo žarnico vežemo ampermeter. Kaj se zgodi, ko sklenemo stikalo?

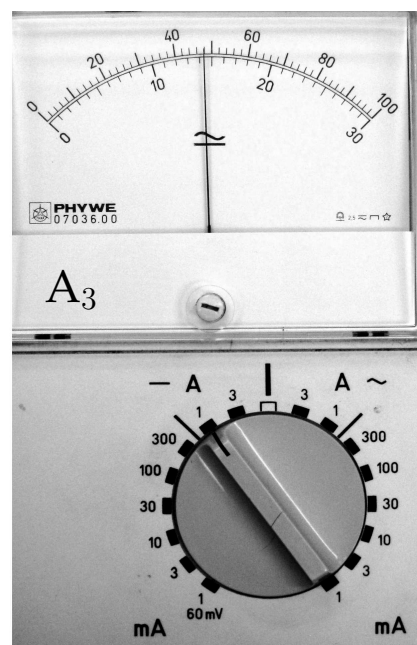
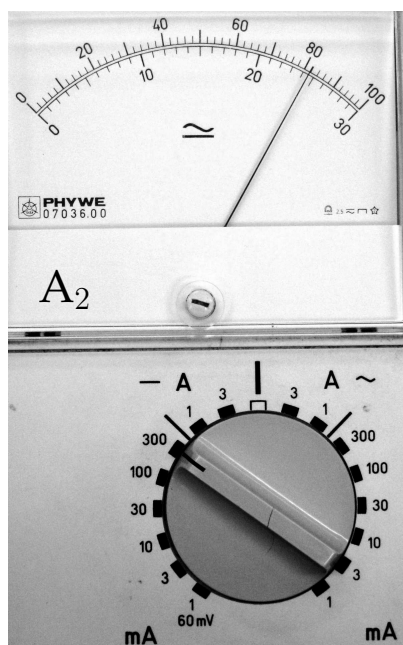
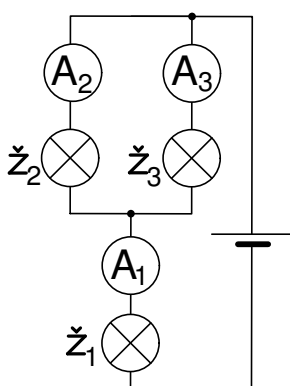
- (A) Nobena žarnica ne sveti. (B) Prva žarnica sveti, druga pa ne.
 (C) Druga žarnica sveti, prva pa ne. (D) Obe žarnici svetita.

A5 Z vrhov treh **enako visokih**, a različno oblikovanih klancev spuščamo avtomobilček, ki se po klancih giblje brez trenja in upora. Pri spustu po vseh treh klancih avtomobilček opravi **enako pot**. Kaj lahko rečeš o času vožnje avtomobilčka z vrha do dna klanca?

- (A) Vsi časi vožnje so enaki.
 (B) Čas vožnje na klancu B je največji.
 (C) Čas vožnje na klancu C je največji.
 (D) Za napoved, čas katere vožnje je največji, imamo premalo podatkov.



B1 Po shemi na sliki sestavimo vezje. Merimo tokove skozi vse tri žarnice. Ampermetra A_2 in A_3 sta na fotografijah.



- (a) Kolikšen tok teče skozi žarnico Z_2 ?
 (b) Kolikšen tok teče skozi žarnico Z_3 ?
 (c) Kolikšen tok teče skozi žarnico Z_1 ?
 (d) Kolikšen naboj se pretoči skozi vir napetosti v 10 minutah?
 (e) Na isti vir napetosti vežemo v novo vezje žarnice Z_1 , Z_2 in Z_3 tako, da vsaka od njih in vse hkrati svetijo najmočnejše. Nariši to vezje.

2
2
1
2
1
Σ B1

B2 Še vedno veljavni svetovni rekord v teku na 100 m je postavil Usain Bolt leta 2009 na svetovnem prvenstvu v Berlinu. Bolt je takrat pretekel 100 m v času 9,58 s. V razpredelnici so zapisani časi, v katerih je pretekel prvih 20 m (od startne črte), drugih 20 m (med oddaljenostma 20 m in 40 m od startne črte), ... in zadnjih 20 m pred ciljem.

Δs [m]	Δt [s]
0 → 20	2,89
20 → 40	1,75
40 → 60	1,67
60 → 80	1,61
80 → 100	1,66

(a) S kolikšno povprečno hitrostjo je tekel Bolt?

1

(b) Na katerem odseku je Bolt tekel najhitreje in kolikšna je bila tam njegova povprečna hitrost?

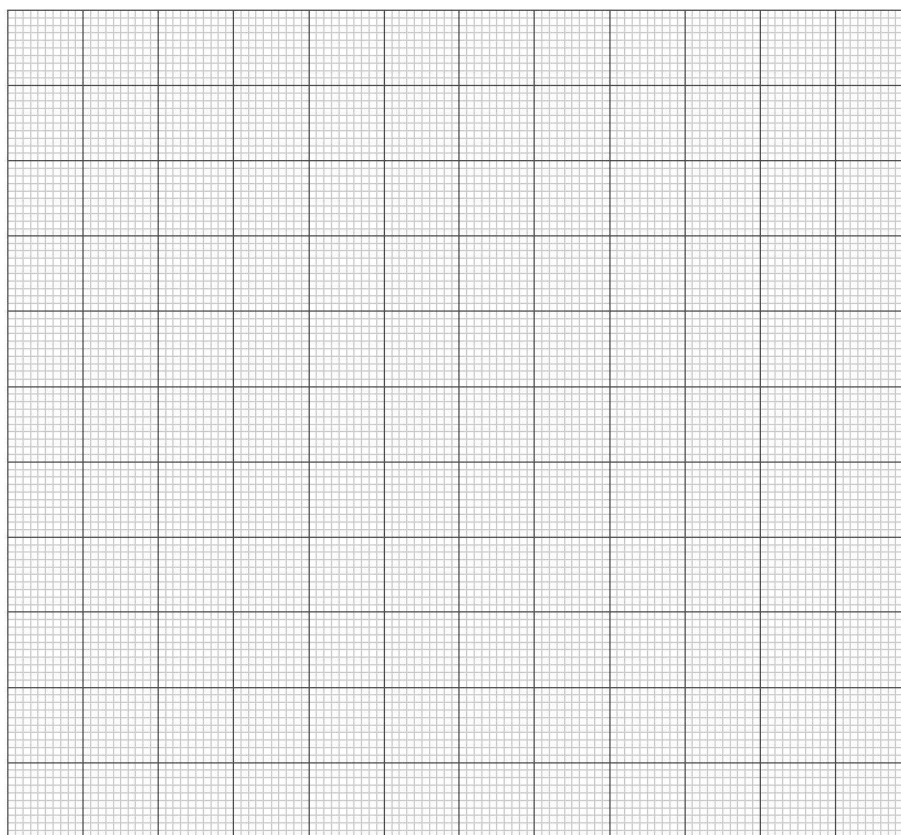
2

(c) Predpostavi, da je tekel Bolt na prvih dvajsetih metrih od startne črte enakomerno pospešeno. Kolikšen je bil tam njegov povprečni pospešek?

2

(d) V koordinatni sistem nariši graf, ki kaže, kako se je Boltova oddaljenost od startne črte med celotnim tekom spreminjala s časom.

3

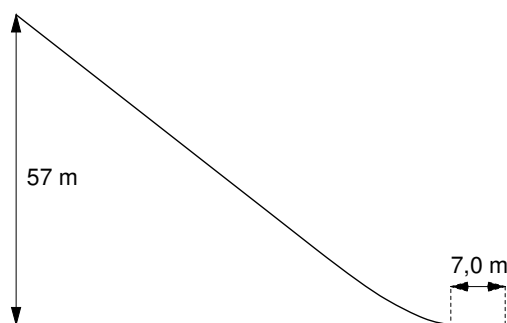


(e) V isti koordinatni sistem nariši (skiciraj) graf tekača, ki je tekel sočasno z Boltom na sosednji progi. Teči je začel v istem trenutku kot Bolt z istega mesta (izza startne črte). Od 5. sekunde je tekel enako hitro kot je tekel od 5. sekunde Bolt, a je bil takrat, ko je pritekel Bolt mimo ciljne črte, 20 m za njim.

3

Σ B2

B3 Na smučarski letalnici je začetek zaletišča 57 m nad odskočno mizo. Robi se spusti po zaletišču in doseže tik pred odskočno mizo hitrost $101 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Na skoraj vodoravni odskočni mizi, ki je dolga 7,0 m, se odriva v smeri natančno **navpično** navzgor. Robi-jeva teža je 610 N.



(a) Koliko mehanske energije izgubi Robi na zaletišču zaradi trenja in upora?

3

(b) Koliko časa traja njegov odriv, če se odriva med vožnjo po celi vodoravni odskočni mizi? Spremembo **vodoravne** komponente njegove hitrosti med odrivom na mizi lahko zanemariš.

1

(c) Takoj po odrivu je **navpična** komponenta njegove hitrosti v smeri navzgor $3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. S kolikšno povprečno silo se Robi odriva od odskočne mize?

3

(d) Za koliko se med odrivom, ki se dogaja med vožnjo po celotni odskočni mizi, poveča Robijeva potencialna energija?

2

Σ B3

Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

8. razred

Področno tekmovanje, 25. marec 2011

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2	B3

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 (zgoraj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v sklopu B rešuj na tej 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 Ena klafta ali seženj meri 6 čevljev, en čevlj meri 12 palcev, en palec meri 12 črt. Dunajska poštna milja meri 4000 sežnjev ali 7,5859 km. Koliko milimetrov meri črta? Približno

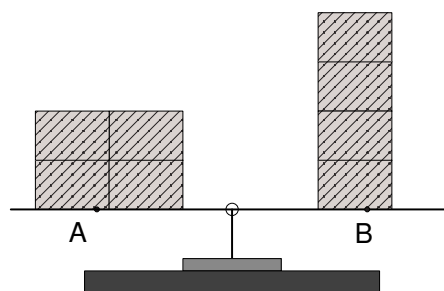
- (A) 0,22 mm. (B) 0,26 mm. (C) 2,2 mm. (D) 2,6 mm.

A2 Na mizi je tehtnica, na tehtnici pa miruje telo z maso 1 kg, ki ga vleče navzgor silomer s silo 2 N. Masa silomera je 100 g, masa tehtnice je 800 g. Kolikšna je sila mize na tehtnico?

- (A) 8 N. (B) 16 N. (C) 18 N. (D) 19 N.

A3 Na vsako stran ravnovesne tehtnice položimo štiri enake opeke tako, da je tehtnica v ravnovesju. Katera trditev o tlakih v točkah A in B je pravilna?

- (A) V točki A je tlak večji kot v točki B.
 (B) V točki B je tlak večji kot v točki A.
 (C) Tlak v točki A je enak tlaku v točki B.
 (D) Ne moremo določiti, kateri tlak je večji.



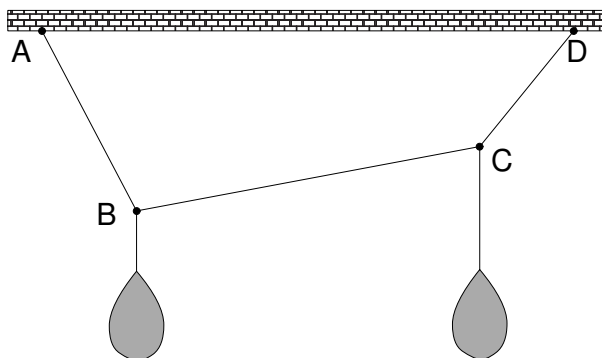
A4 Kocka iz aluminija z robom, dolgim 1 cm, ima enako maso kot kocka iz zlata. Kolikšna je približna dožina roba zlate kocke?

- (A) 0,14 cm. (B) 0,37 cm. (C) 0,52 cm. (D) 0,61 cm.

A5 Na telo delujejo tri sile, ki so po velikosti enake $F_1 = 1\text{ N}$, $F_2 = 1,5\text{ N}$ in $F_3 = 2\text{ N}$. Kolikšna je najmanjša mogoča velikost rezultante teh sil?

- (A) 0 N. (B) 0,5 N. (C) 1,5 N. (D) 2,5 N.

B1 Na vrvici sta obešeni dve vrečki, kot kaže slika. Vrvica je v točkah A in D pritrjena na strop. V točki B je vozlel, z njega visi vreča z maso 4 kg. V točki C je drug vozlel, s katerega visi druga vreča z neznano maso.



(a) Nariši sile, ki delujejo v vozlu B. Sile riši v merilu, kjer 1 cm pomeni silo 10 N. S kolikšnima silama sta napeti vrvici BA in BC?

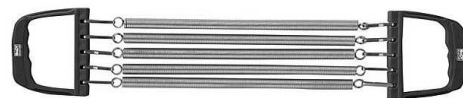
3

(b) Nariši sile, ki delujejo v vozlu C, v istem merilu kot prej. Kolikšna je masa vreče, ki visi s tega vozla?

4

Σ B1

B2 Marjanov ekspander za ojačanje mišic je sestavljen iz dveh ročajev ter petih enakih in med seboj vzporednih vzmeti. Vzmeti lahko Marjan posamično snema. Ko oba ročaja povezuje ena sama vzmet, jo Marjan s silo 20 N raztegne za 50 mm.

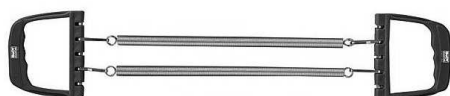


(a) Kolikšen je koeficient prožnosti ene vzmeti k_1 ?

1

(b) Marjan namesti na ekspander dve vzmeti. Potem ga z Jožetom raztegujeta tako, da vleče Marjan en ročaj v eno smer, Jože pa drugega v nasprotno smer. S kolikšno silo vleče Jože ročaj, ko je ekspander raztegnjen za 100 mm?

2



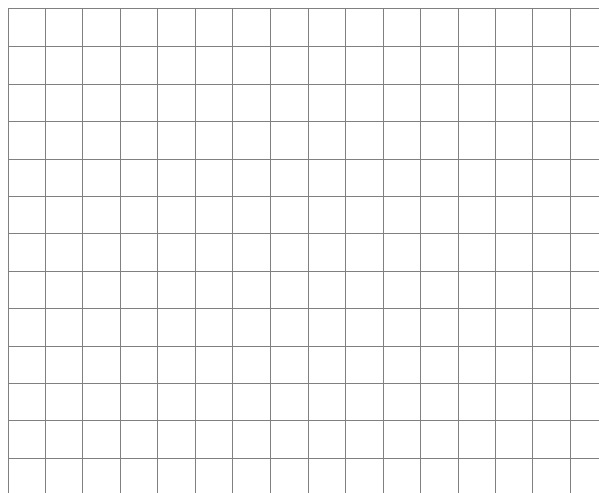
(c) Dve vzmeti iz vprašanja b) bi lahko zamenjali z eno samo, ki bi se raztegovala enako, kot se raztegujeta dve vzporedno povezani vzmeti. Kolikšen bi bil njen koeficient prožnosti k_2 ?

1

(d) Marjan in Jože naredita poskus, s katerim ugotavljata, kako je raztezek ekspanderja odvisen od števila vzmeti. Na ekspander dodajata vzmeti, začeta z eno in končata s petimi. V vseh primerih vlečeta vsak svoj ročaj z nespremenjeno silo 20 N. V razpredelnico napiši, kolikšen raztezek ekspanderja izmerita pri določenem številu vzmeti.

2

št. vzmeti	1	2	3	4	5
raztezek [mm]					



(e) Nariši graf, ki kaže, kako je pri nespremenjeni sili 20 N raztezek ekspanderja odvisen od števila vzporedno povezanih vzmeti.

2

- (f) Potem se Marjan in Jože domislita, da lahko vzmeti povežeta tudi zaporedno; eno za drugo, kot kaže slika za primer dveh vzmeti.

2



V vseh primerih vlečeta vsak svoj ročaj z nespremenjeno silo 20 N. V razpredelnico napiši, kolikšen raztezek ekspanderja izmerita pri določenem številu vzmeti.

št. vzmeti	1	2	3	4	5
raztezek [mm]					

Σ B2

- B3** Tone ima v kleti sodček v obliki valja z višino 1,2 m in ploščino dna 15 dm^2 . Tonetov sod je do treh četrtin poln grozdnega soka z gostoto $1,08 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$.

- (a) Kolikšna je masa grozdnega soka v sodu?

2

- (b) Tone je iz 1,33 kg grozdnih jagod iztisnil 1 liter soka. Kolikšna je masa tropin (ostanka po stiskanju)?

2

- (c) Gostota svežih grozdnih jagod je $1,055 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$. Kolikšna je gostota tropin, ko jih vzame iz stiskalnice?

3

Σ B3

Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

9. razred

Področno tekmovanje, 25. marec 2011

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2	B3

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 (zgoraj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge **v sklopu B rešuj na tej poli**. 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!

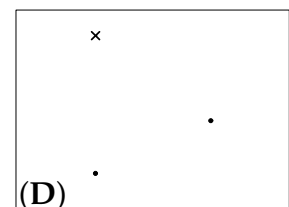
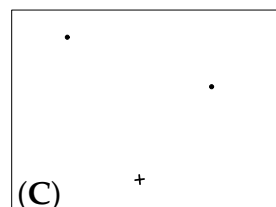
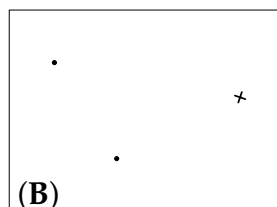
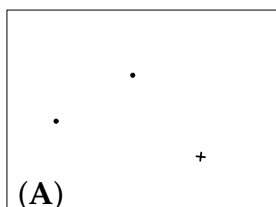
A1 Lokomotiva vleče vagon s stalno silo po vodoravnih tirih. Kaj se dogaja s kinetično energijo vagona, če sta trenje in upor zanemarljiva?

- (A) Se ne spreminja. (B) Se povečuje. (C) Se zmanjšuje. (D) Vagon nima W_k .

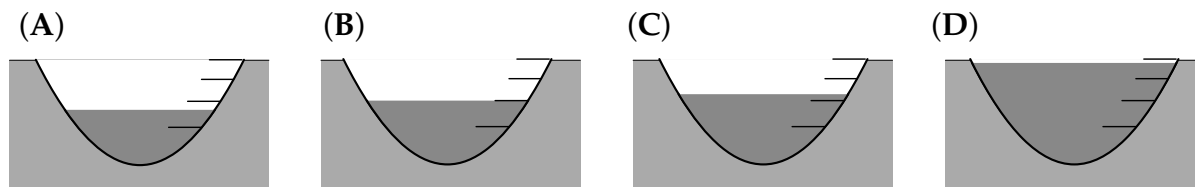
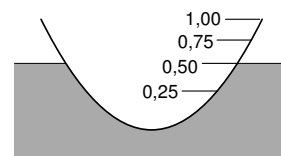
A2 Imamo dve toplotno izolirani posodi. V prvi posodi so 4 litri vode pri temperaturi $15\text{ }^\circ\text{C}$, ki jih segrejemo do $20\text{ }^\circ\text{C}$. V drugi posodi sta 2 litra vode pri temperaturi $80\text{ }^\circ\text{C}$, ki ju segrejemo do $85\text{ }^\circ\text{C}$. Katera izjava je pravilna?

- (A) Vodi v prvi posodi smo dovedli več toplote.
 (B) Vodi v drugi posodi smo dovedli več toplote.
 (C) Vodi v prvi posodi smo dovedli toploto, v drugi posodi pa je voda toploto oddala.
 (D) Vodi v prvi in drugi posodi smo dovedli enako toplote.

A3 Miha je 16. februarja v Postojni meril dolžino in smer sence palice, zapičene navpično v vodoravna tla. Križec označuje točko, v kateri je imel zapičeno palico. S pikami je na listu označil lego **krajišča sence** palice ob 10.02 in 11.40. Katera slika pravilno kaže njegovi meritvi?



A4 Na gladino vode položimo prazno posodo, ki se v vodi delno potopi, kot kaže slika. Na posodi so oznake, ki kažejo, kolikšen del prostornine posode je pod oznako. Potem vanjo previdno nalijemo toliko lanenega olja, da se potopi do roba. Katera slika pravilno kaže posodico, potopljeno do roba? Prostornina sten posode je zanemarljiva.



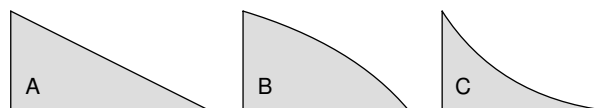
A5 Z vrhov treh **enako visokih**, a različno oblikovanih klancev spuščamo avtomobilček, ki se po klancih giblje brez trenja in upora. Pri spustu po vseh treh klancih avtomobilček opravi **enako pot**. Kaj lahko rečeš o času vožnje avtomobilčka z vrha do dna klanca?

(A) Vsi časi vožnje so enaki.

(B) Čas vožnje na klancu B je največji.

(C) Čas vožnje na klancu C je največji.

(D) Za napoved, čas katere vožnje je največji, imamo premalo podatkov.



B1 Bučko s prostornino 4 cm^3 do vrha napolnimo z alkoholom s temperaturo $24 \text{ }^\circ\text{C}$. Iz bučke sega kapilara s presekom $5,5 \text{ mm}^2$, v kateri pri temperaturi $24 \text{ }^\circ\text{C}$ ni alkohola. Če 1 dm^3 alkohola segrejemo za 1 K , se njegova prostornina poveča za $1,1 \text{ cm}^3$. Raztezanje bučke in kapilare pri segrevanju lahko zanemarimo.

(a) Za koliko se poveča prostornina alkohola v bučki, če ga segrejemo za 1 K ?

2

(b) Kako visoko sega alkohol v kapilari, če ga segrejemo za 25 K ?

2

(c) Bučko z alkoholom uporabimo kot termometer, zato na kapilaro narišemo oznake za temperaturo. Koliko milimetrov je dolga razdalja med sosednjima oznakama za stopinje na kapilari?

1

(d) Kolikšna je temperatura alkohola, ko je stolpec alkohola v kapilari dolg $1,2 \text{ cm}$?

2

(e) Enaka kapilara sega iz večje bučke z alkoholom, ki ima prostornino 8 cm^3 . Tudi ta bučka je umerjena kot termometer. Koliko milimetrov je dolga razdalja med sosednjima oznakama za stopinje na tej kapilari?

1

Σ B1

B2 Še vedno veljavni svetovni rekord v teku na 100 m je postavil Usain Bolt leta 2009 na svetovnem prvenstvu v Berlinu. Bolt je takrat pretekel 100 m v času 9,58 s. V razpredelnici so zapisani časi, v katerih je pretekel prvih 20 m (od startne črte), drugih 20 m (med oddaljenostma 20 m in 40 m od startne črte), ... in zadnjih 20 m pred ciljem.

Δs [m]	Δt [s]
0 → 20	2,89
20 → 40	1,75
40 → 60	1,67
60 → 80	1,61
80 → 100	1,66

(a) S kolikšno povprečno hitrostjo je tekel Bolt?

1

(b) Na katerem odseku je Bolt tekel najhitreje in kolikšna je bila tam njegova povprečna hitrost?

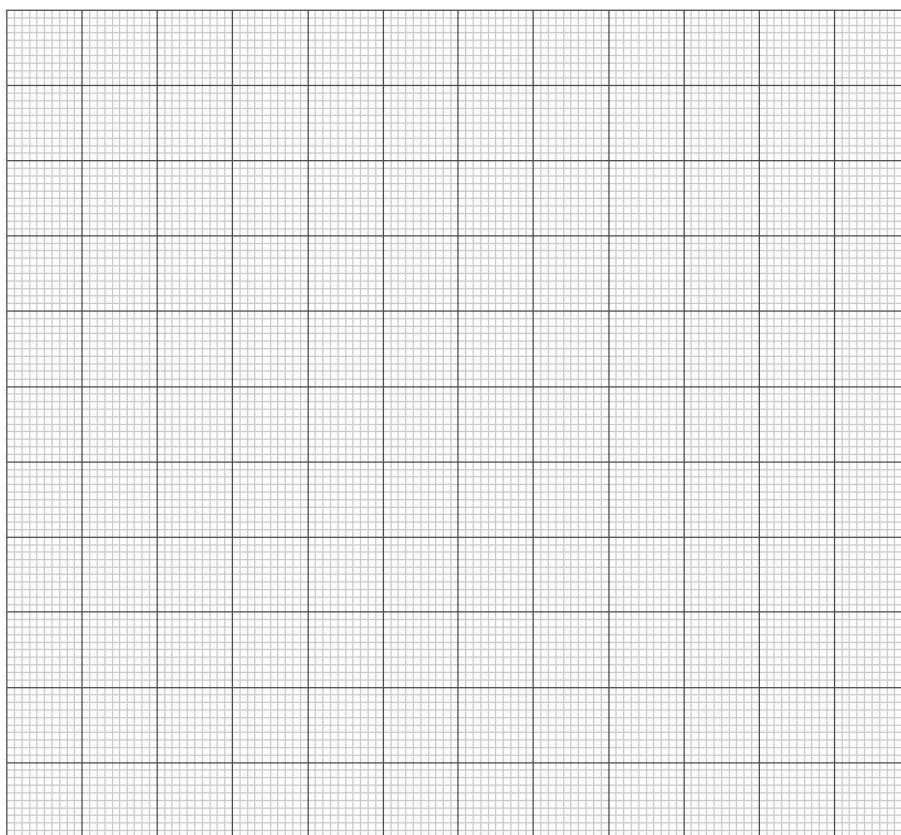
2

(c) Predpostavi, da je tekel Bolt na prvih dvajsetih metrih od startne črte enakomerno pospešeno. Kolikšen je bil tam njegov povprečni pospešek?

2

(d) V koordinatni sistem nariši graf, ki kaže, kako se je Boltova oddaljenost od startne črte med celotnim tekom spreminjala s časom.

3

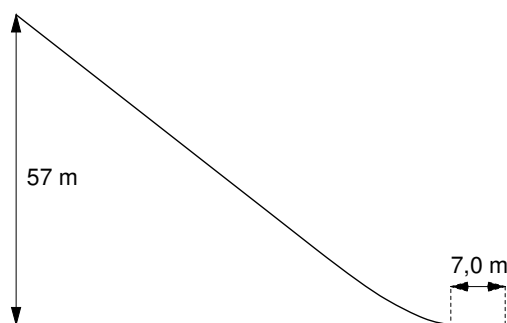


(e) V isti koordinatni sistem nariši (skiciraj) graf tekača, ki je tekel sočasno z Boltom na sosednji progi. Teči je začel v istem trenutku kot Bolt z istega mesta (izza startne črte). Od 5. sekunde je tekel enako hitro kot je tekel od 5. sekunde Bolt, a je bil takrat, ko je pritekel Bolt mimo ciljne črte, 20 m za njim.

3

Σ B2

B3 Na smučarski letalnici je začetek zaletišča 57 m nad odskočno mizo. Robi se spusti po zaletišču in doseže tik pred odskočno mizo hitrost $101 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Na skoraj vodoravni odskočni mizi, ki je dolga 7,0 m, se odriva v smeri natančno **navpično** navzgor. Robi-jeva teža je 610 N.



(a) Koliko mehanske energije izgubi Robi na zaletišču zaradi trenja in upora?

3

(b) Koliko časa traja njegov odriv, če se odriva med vožnjo po celi vodoravni odskočni mizi? Spremembo **vodoravne** komponente njegove hitrosti med odrivom na mizi lahko zanemariš.

1

(c) Takoj po odrivu je **navpična** komponenta njegove hitrosti v smeri navzgor $3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. S kolikšno povprečno silo se Robi odriva od odskočne mize?

3

(d) Za koliko se med odrivom, ki se dogaja med vožnjo po celotni odskočni mizi, poveča Robi-jeva potencialna energija?

2

Σ B3

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2010/11

8. razred

Sklop A:

V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	A2	A3	A4	A5
C	B	B	C	A

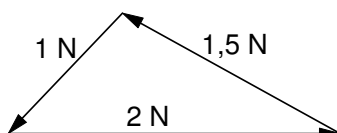
A1 Dunajska poštna milja = 7,5859 km = 4000 sežnjev = 4000 · 6 čevljev = 4000 · 6 · 12 palcev = 4000 · 6 · 12 · 12 črt = 3,456000 · 10⁶ črt; 1 črta = $\frac{7,5859 \cdot 10^3 \text{ m}}{3,456 \cdot 10^6} = 2,2 \text{ mm}$.

A2 Sila podlage na tehtnico je po velikosti enaka sili tehtnice na podlago, ta pa je po velikosti enaka skupni teži tehtnice in telesa na njej, zmanjšani za silo silomera, ki vleče telo navzgor, $F_{\text{podlaga}} = F_{g, \text{tehtnica}} + F_{g, \text{telo}} - F_{\text{silomer}} = 8 \text{ N} + 10 \text{ N} - 2 \text{ N} = 16 \text{ N}$.

A3 Nad nivojem točke B je stolpec vode višji kot nad nivojem točke A, zato je v točki B tlak večji.

A4 Prazna posoda plava na vodni gladini in je potopljena do polovice, kot je videti na desni sliki, teža prazne posode in vzgon sta v ravnovesju. V posodo bi lahko nalili vode do polovice, s tem bi enako povečali težo (zdaj do polovice polne) posode in vzgon (prostornina sten posode je zanemarljiva), posoda pa bi se pri tem potopila do roba. Ker je gostota lanenega olja (ki jo poiščemo v razpredelnici gostot) **malo** manjša od gostote vode, je teža posode, ki jo do polovico napolnimo z oljem, malo manjša od teže posode, do polovice polne vode, zato posoda z oljem izpodriva malo manj vode in ni potopljena do roba. Olja moramo torej naliti nekoliko več – malo čez polovico posode, da se posoda potopi do roba.

A5 Rezultanta treh sil z velikostmi 1 N, 1,5 N in 2 N je lahko 0.

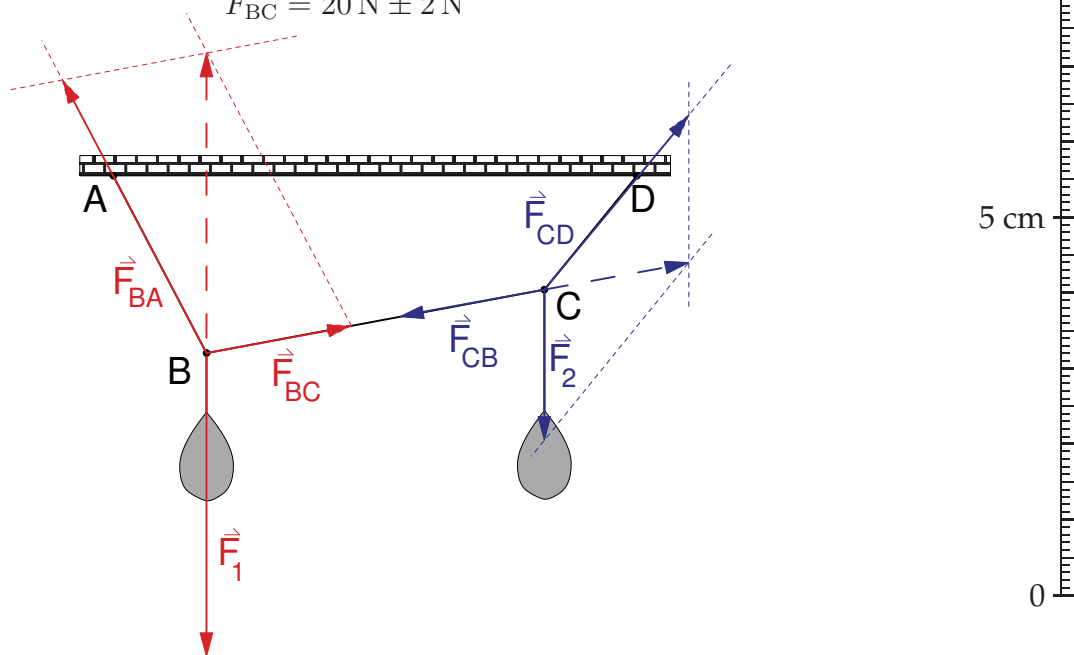


Sklop B:

- B1** (a) V vozlu B vleče vrvica navzdol s silo $F_1 = 40\text{ N}$ (narisana je z rdečo v merilu, kjer 1 cm pomeni silo 10 N; po velikosti je enaka teži prve vreče). Narišemo nasprotno silo (rdeče črtkano), ki jo razstavimo na komponenti vzdolž ostalih dveh vrvic. Izmerimo njuni dolžini in z upoštevanjem merila dobimo

$$F_{BA} = 41\text{ N} \pm 2\text{ N}$$

$$F_{BC} = 20\text{ N} \pm 2\text{ N}$$



Za pravilno narisane sile in pravilno določene njihove velikosti (3 točke)

Za pravilno narisano silo F_1 (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

Za pravilno narisano silo F_{BA} (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

Za pravilno narisano silo F_{BC} (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

- (b) Vrvica med točkama B in C je napeta s silo $F_{BC} = F_{CB} = 20\text{ N} \pm 2\text{ N}$. Narišemo nasprotno silo (modro črtkano), ki je vsota sil v ostalih dveh vrvicah in ki jo razstavimo na komponenti vzdolž ostalih dveh vrvic. Izmerimo njuni dolžini in z upoštevanjem merila dobimo

$$F_{CD} = 30\text{ N} \pm 2\text{ N}$$

$$F_2 = 20\text{ N} \pm 2\text{ N}$$

Sila F_2 je po velikosti enaka teži druge vreče. Druga vreča ima maso $2\text{ kg} \pm 0,2\text{ kg}$.

Za pravilno narisane sile, pravilno določene njihove velikosti in pravilno določeno maso druge vreče (4 točke)

Za pravilno ugotovitev $F_{BC} = F_{CB}$ (1 točka)

Za pravilno narisano silo F_{CD} (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

Za pravilno narisano silo F_2 (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ 7 točk.

- B2 (a) Za eno vzmet velja Hookov zakon, $F = k_1 \cdot x$, koeficient prožnosti ene vzmeti je $k_1 = \frac{F}{x} = \frac{20\text{ N}}{50\text{ mm}} = 4 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 0,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$.

Za pravilno izračunan koeficient prožnosti ene vzmeti (1 točka)

- (b) Ena vzmet raztegne za 50 mm sila 20 N, za 100 mm pa sila 40 N. Vsak od ročajev torej vleče vsako od vzmeti s silo 40 N, ker sta na vsak ročaj pripeti dve vzmeti, vlečeta Jože in Marjan vsak svoj ročaj s silama $2 \cdot 40\text{ N} = 80\text{ N}$.

Za pravilno določeno silo, s katero Jože vleče ročaj (2 točki)

Za pravilno ugotovitev, da je za raztezek ene vzmeti potrebna sila 40 N (1 točka)

- (c) Za vzmet, s katero bi nadomestili dve vzporedni vzmeti, velja $F = k_2 \cdot x$, koeficient prožnosti nadomestne vzmeti je $k_2 = \frac{F}{x} = \frac{80\text{ N}}{100\text{ mm}} = 8 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 0,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$.

Za pravilno izračunan koeficient prožnosti nadomestne vzmeti (1 točka)

- (d) Ena vzmet raztegne sila 20 N za 50 mm (podatek pri nalogi). Če sta ročaja povezana z dvema vzporednima vzmetema, vsako od njiju razteguje sila $F_1 = \frac{20\text{ N}}{2} = 10\text{ N}$, vzmeti se raztegneta pol toliko (25 mm) kot pri sili 20 N. Če so vzmeti tri, razteguje vsako od njih sila $F_1 = \frac{20\text{ N}}{3} = 6,67\text{ N}$, raztezek vsake je $x = \frac{F_1}{k_1} = 16,7\text{ mm}$...

Raztezke več vzporedno povezanih vzmeti lahko izračunamo tudi s pomočjo nadomestnih koeficientov prožnosti; za dve vzmeti je nadomestni koeficient prožnosti izračunan pri podvprašanju (c).

št. vzmeti	1	2	3	4	5
raztezek [mm]	50	25	16,7	12,5	10

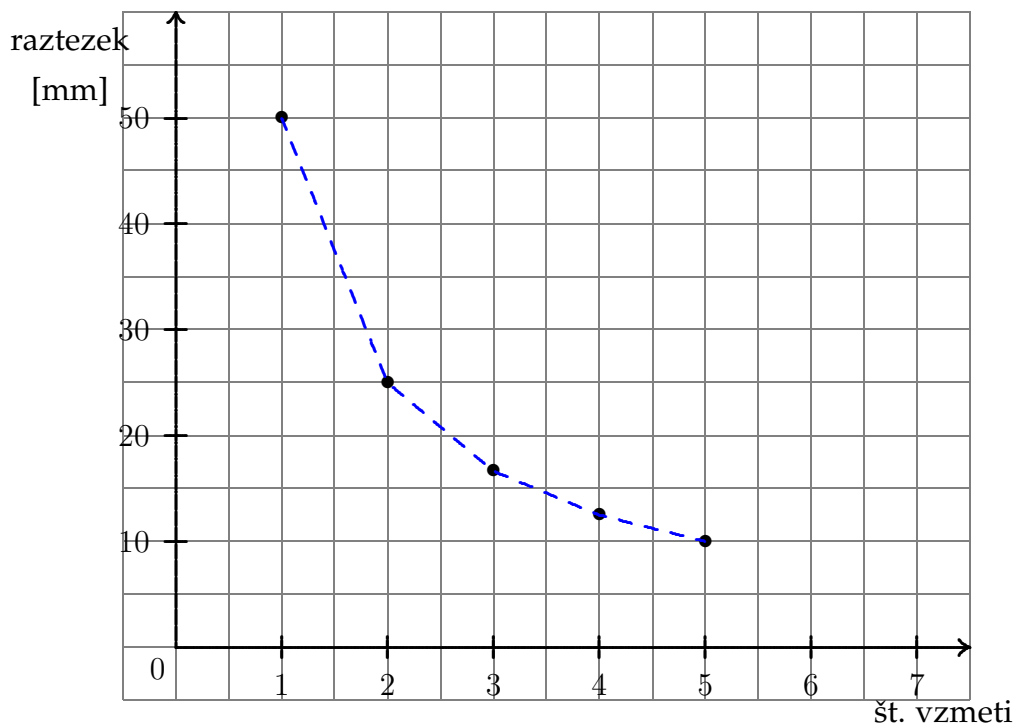
Za v celoti pravilno izpolnjeno tabelo (2 točki)

Za pravilno zapisana raztezka pri eni in dveh vzporedno vezanih vzmeteh (1 točka)

- (e) Ker so vrednosti neodvisne spremenljivke (število vzmeti) diskretne, vnešenih točk v grafu med seboj ne povezujemo (vzporedno povezani 1,4 vzmeti ne pomenita nič). Ne štejemo pa kot napačno, če je točke tekmovalec povezal s krivuljo, ki je bodisi gladka bodisi zlomljena.

Za v celoti pravilen graf (glede na podatke v lastni tabeli) (2 točki)

Za popolne oznake količin, enot in skal na oseh (1 točka)



- (f) Vse vzmeti razteguje enaka sila 20 N, zato je vsaka od vzmeti raztegnjena za 50 m. Ker so vzmeti povezane zaporedno, je skupni raztezek ekspanderja vsota raztezkov posameznih vzmeti.

št. vzmeti	1	2	3	4	5
raztezek [mm]	50	100	150	200	250

Za v celoti pravilno izpolnjeno tabelo (2 točki)

Za pravilno zapisana raztezka pri eni in dveh zaporedno vezanih vzmeteh (1 točka)

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

- B3** (a) Za prostornino nafte v sodu velja $V = S \cdot h$, kjer sta S ploščina dna soda in h višina, do katere sega v sodu nafta, torej je $h = \frac{V}{S} = \frac{1000 \text{ dm}^3}{80 \text{ dm}^2} = 12,5 \text{ dm}$.

Za pravilno izračunano višino, do katere sega nafta (1 točka)

- (b) Specifična teža nafte je $\sigma_n = 8000 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$. Tlak na dnu soda je vsota zračnega tlaka p_0 in hidrostatičnega tlaka nafte,

$$p = p_0 + \sigma_n \cdot h = 100 \text{ kPa} + 8000 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \cdot 1,25 \text{ m} = 110 \text{ kPa} .$$

Za pravilno izračunan tlak ob dnu soda (2 točki)

Za pravilno izračunan prispevek hidrostatičnega tlaka nafte (1 točka)

Za upoštevan zračni tlak (1 točka)

- (c) Tlak v sodu 30 cm nad dnom je

$$p_1 = p_0 + \sigma_n \cdot (h - 30 \text{ cm}) = 100 \text{ kPa} + 8000 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \cdot 0,95 \text{ m} = 107,6 \text{ kPa} .$$

Nafta pritiska na čep, ki tesni luknjo s ploščino $S_1 = 8 \text{ cm}^2$, s silo

$$F_n = p_1 \cdot S_1 = 107,6 \text{ kPa} \cdot 8 \text{ cm}^2 = 86,1 \text{ N} .$$

Za pravilno izračunano silo (2 točki)

Za pravilno izračunan tlak ob čepu (1 točka)

- (d) Čep miruje, torej je rezultanta vseh sil nanj enaka nič. Z ene strani na čep pritiska nafta s silo $F_n = 86,1 \text{ N}$, z druge strani na čep pritiska zrak s silo $F_z = p_0 \cdot S_1 = 80 \text{ N}$. S silo $F_s = F_n - F_z = 6,1 \text{ N}$ pa čep zadržuje sod, sila F_s deluje na čep na stiku med čepom in obodom luknje v sodu ter deluje v smeri proti notranjosti soda.

Za pravilno izračunano silo soda (2 točki)

Za zapisan pogoj za ravnovesje sil na čep (čep miruje, $\sum F = 0$) (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **7 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2010/11

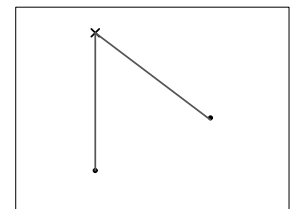
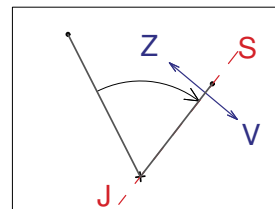
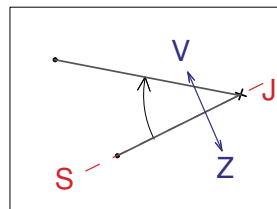
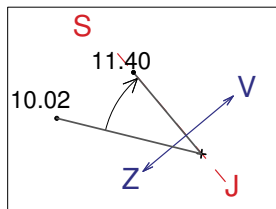
9. razred

Sklop A:

V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	A2	A3	A4	A5
B	A	A	C	B

- A1** Če ni trenja in upora, ni zaviralnih sil. Če lokomotiva vleče vagon po vodoravnih tirih s stalno silo, je ta sila tudi rezultanta sil. Vagon se giblje pospešeno, njegova hitrost in z njo kinetična energija naraščata.
- A2** Dovedena toplota je premo sorazmerna masi vode, ki jo grejemo, in temperaturni spremembi. Sprememba T je enaka v obeh primerih, vode pa je v prvi posodi več, torej smo vodi v prvi posodi dovedli več toplote.
- A3** Drugo meritev je Miha opravil malo pred poldnevom, ko so sence navpičnih predmetov najkrajše. Zveznica med križcem in piko, ki je križcu bližje, je **približno** v smeri S – J. Prvo meritev je opravil prej – senca je daljša in bolj proti zahodu (ker je Sonce prej bolj proti vzhodu). V primeru (B) je daljšo senco izmeril kasneje, v primeru (C) je kot med sencama prevelik (med dejanskima meritvama je minilo manj kot dve uri), v primeru (D) pa je kot med sencama prevelik in senci sta enako dolgi, kar ni mogoče za navedeni uri meritev.



- A4** Ko sklenemo stikalo, steče tok skozi vir napetosti, mimo prve žarnice skozi ampermeter in skozi drugo žarnico. Sveti le druga žarnica.

A4 – fleks Prazna posoda plava na vodni gladini in je potopljena do polovice, kot je videti na sliki, teža prazne posode in vzgon sta v ravnovesju. V posodo bi lahko nalili vode do polovice, s tem bi enako povečali težo (zdaj do polovice polne) posode in vzgon, posoda pa bi se pri tem potopila do roba. Ker je gostota lanenega olja (ki jo poiščemo

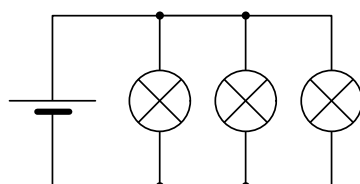
v razpredelnici gostot) **malo** manjša od gostote vode, je teža posode, ki jo do polovice napolnimo z oljem, malo manjša od teže posode, do polovice polne vode, zato posoda z oljem izpodriva malo manj vode in ni potopljena do roba. Olja moramo torej naliti nekoliko več – malo čez polovico posode, da se posoda potopi do roba.

A5 Domnevamo, da bo večina tekmovalcev nalogo pravilno rešila intuitivno, s prenašanjem lastne izkušnje (pri sankanju na primer). Lahko pa pravilni odgovor tudi utemeljimo.

Ker so višine klancev enake in ker se voziček po vsakem od klancev giblje brez trenja in upora, se pri vožnji po vseh klancih od vrha do dna potencialna energija vozička spremeni enako. Potencialna energija se pretvori v kinetično energijo. Ker voziček na vrhu klanca miruje, ima na dnu klanca v vseh primerih enako kinetično energijo in tudi enako hitrost. Povprečna hitrost avtomobilčka na klancih pa ni enaka. Na klancu C hitrost avtomobilčka hitreje narašča na začetku poti, kjer je strmina klanca večja, in se zato na večjem delu poti giblje razmeroma hitro. Obratno se avtomobilček na klancu B giblje večji del poti počasneje in njegova hitrost do (enake) končne vrednosti naraste šele pri koncu klanca. Za enako pot (dolžino klanca) avtomobilček potrebuje najmanj časa na klancu C in največ na klancu B.

Sklop B:

- B1** (a) Tok skozi žarnico \check{Z}_2 meri ampermeter A_2 ; tok $I_2 = 245 \text{ mA} \pm 5 \text{ mA}$.
Za pravilno določen tok (2 točki)
Za pravilno določeno lego kazalca (24,5 ali 82) (1 točka)
- (b) Tok skozi žarnico \check{Z}_3 meri ampermeter A_3 ; tok $I_3 = 480 \text{ mA} = 0,48 \text{ A}$.
Za pravilno določen tok (2 točki)
Za pravilno določeno lego kazalca (48 ali $14,3 \pm 0,2$) (1 točka)
- (c) Skozi žarnico \check{Z}_1 teče tok $I_1 = I_2 + I_3 = 725 \text{ mA} \pm 5 \text{ mA}$.
Za pravilno določen tok (1 točka)
- (d) Skozi vir napetosti teče tok I_1 . V 10 minutah se skozenj pretoči naboj $e = I_1 \cdot t = 0,725 \text{ A} \cdot 10 \cdot 60 \text{ s} = 435 \text{ As}$.
Za pravilno določen naboj (2 točki)
Za upoštevano dejstvo, da teče skozi vir isti tok kot skozi žarnico \check{Z}_1 . (1 točka)
- (e) Žarnice svetijo najmočneje, če so na vir vezane vzporedno.



Za pravilno narisano vezje (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **8 točk**.

- B1 - fleks** (a) V bučki so 4 cm^3 alkohola, kar predstavlja $\frac{4 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = \frac{4}{1000} = 0,4\%$ prostornine 1 dm^3 . Če naraste temperatura 1 dm^3 alkohola za $1 \text{ }^\circ\text{C}$, se prostornina poveča za $1,1 \text{ cm}^3$, če je prostornina alkohola $0,4\%$ od 1 dm^3 , pa se prostornina poveča za $0,4\%$ od $1,1 \text{ cm}^3$, kar je $4,4 \text{ mm}^3$.
- Za pravilno izračunano spremembo prostornine (2 točki)**
Za pravilno izračunano razmerje ali pravilno sklepanje v nadaljevanju (1 točka)
- (b) Ko segrejemo alkohol v bučki za $1 \text{ }^\circ\text{C}$, se prostornina poveča za $4,4 \text{ mm}^3$, ko ga segrejemo za $25 \text{ }^\circ\text{C}$, se prostornina poveča za $\Delta V = 25 \cdot 4,4 \text{ mm}^3 = 110 \text{ mm}^3$. Ta prirastek prostornine je v kapilari, velja $\Delta V = S \cdot h$, kjer sta S presek kapilare in h višina stolpca alkohola. Od tod dobimo $h = \frac{\Delta V}{S} = \frac{110 \text{ mm}^3}{5,5 \text{ mm}^2} = 20 \text{ mm}$.
- Za pravilno izračunano višino stolpca (2 točki)**
Za pravilno izračunano spremembo prostornine ali pravilno sklepanje v nadaljevanju (1 točka)
- (c) Pri temperaturni spremembi $25 \text{ }^\circ\text{C}$ je stolpec dolg 20 mm , pri temperaturni spremembi $1 \text{ }^\circ\text{C}$ pa petindvajsetino te višine, torej $0,8 \text{ mm}$.
- Za pravilno izračunano dolžino stopinje (1 točka)**
- (d) Dolžina stolpca $1,2 \text{ cm}$ pomeni spremembo temperature $\frac{12 \text{ mm}}{0,8 \text{ mm}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Temperatura alkohola je $24 \text{ }^\circ\text{C} + 15 \text{ }^\circ\text{C} = 39 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Za pravilno izračunano temperaturo (2 točki)**
Za pravilno izračunano spremembo temperature (1 točka)
- (e) V bučki z dvojno prostornino je tudi sprememba prostornine pri isti spremembi temperature dvojna. To pri istem preseku kapilare pomeni dvojno višino stolpca, stopinja je dolga $1,6 \text{ mm}$.
- Za pravilno sklepanje, da je dolžina stopinje dvojna (1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **8 točk**.

- B2** (a) Povprečna hitrost Bolta je

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{100 \text{ m}}{9,58 \text{ s}} = 10,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Za pravilno izračunano povprečno hitrost (1 točka)

- (b) Najhitreje je Bolt tekel na odseku predzadnjih 20 m , od razdalje 60 m do razdalje 80 m od startne črte. Njegova povprečna hitrost na tem odseku je bila

$$\bar{v}_4 = \frac{\Delta s}{\Delta t_4} = \frac{20 \text{ m}}{1,61 \text{ s}} = 12,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Za pravilno ugotovitev, da je Bolt najhitreje tekel na četrtem odseku (1 točka)

Za pravilno izračunano povprečno hitrost (1 točka)

- (c) Ob predpostavki enakomerno pospešenega gibanja je povprečna hitrost na prvem odseku polovica hitrosti po pretečenih 20 m ;

$$v_1 = 2 \cdot \bar{v}_1 = 2 \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t_1} = 2 \cdot \frac{20 \text{ m}}{2,89 \text{ s}} = 13,84 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Pospešek, s katerim v času $\Delta t_1 = 2,89$ s Bolt to hitrost doseže, je

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t_1} = \frac{v_1}{\Delta t_1} = \frac{13,84 \text{ m}}{2,89 \text{ s}^2} = 4,79 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

(Dejanska hitrost Bolta je v vseh intervalih, tudi najhitrejšem, manjša od izračunane hitrosti v_1 na koncu prvega intervala ob predpostavki **enakomerno pospešenega** gibanja. To pomeni, da Bolt zares **ne** teče enakomerno pospešeno in da je opis s konstantnim pospeškom samo približen opis njegovega teka.)

Za pravilno izračunan pospešek (2 točki)

Za pravilno določeno hitrost na koncu prvega odseka (1 točka)

- (d) Za risanje grafa potrebujemo podatke o trenutkih (časih), ko je Bolt tekel mimo zaznamkov 20 m, 40 m ... 100 m. Pridobimo jih iz razpredelnice, čase seštevamo. Oddaljenost od startne črte je označena z x . Pri povezovanju točk z gladko krivuljo je pomembna podrobnost tudi vodoraven pričetek funkcije $x(t)$, saj Bolt pred startom miruje, njegova hitrost – strmina $x(t)$ – po začetku teka pa ne naraste skokovito, ampak zvezno.

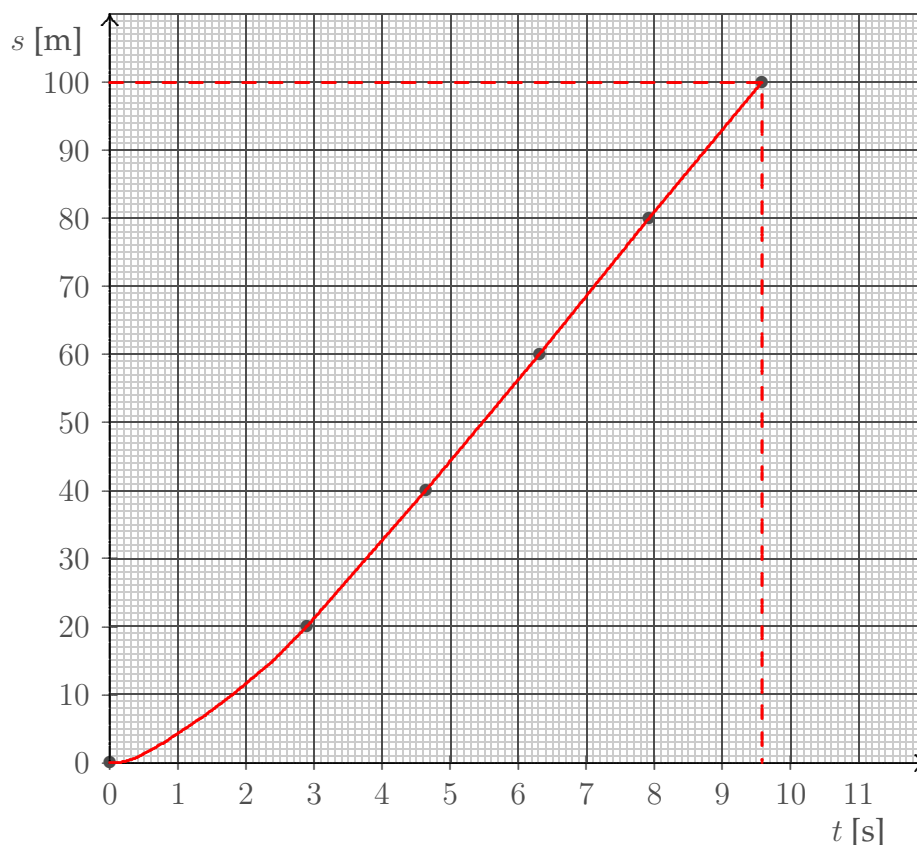
x [m]	0	20	40	60	80	100
t [s]	0	2,89	4,64	6,31	7,92	9,58

Za v celoti pravi graf (3 točke)

Za popolne oznake količin, enot in skal na oseh (1 točka)

Za pravilno vnešene točke (1 točka)

Za zvezno, gladko povezavo med točkami; nakazan vodoravni začetek ob času $t = 0$ (1 točka)



- (e) Graf teka drugega tekača rišemo od cilja proti startu – najprej določimo lego tekača v trenutku, ko Bolt priteče skozi cilj; drugi tekač je tedaj pri $x = 80$ m. Ker je od 5. sekunde teklen enako hitro kot Bolt, je graf njegovega teka od 5. sekunde naprej vzporeden grafu Boltovega teka. Ker sta oba začela teči v istem trenutku (ob $t = 0$), zaključimo graf teka drugega tekača gladko in vedno položneje proti izhodišču.

Za v celoti pravi graf (3 točke)

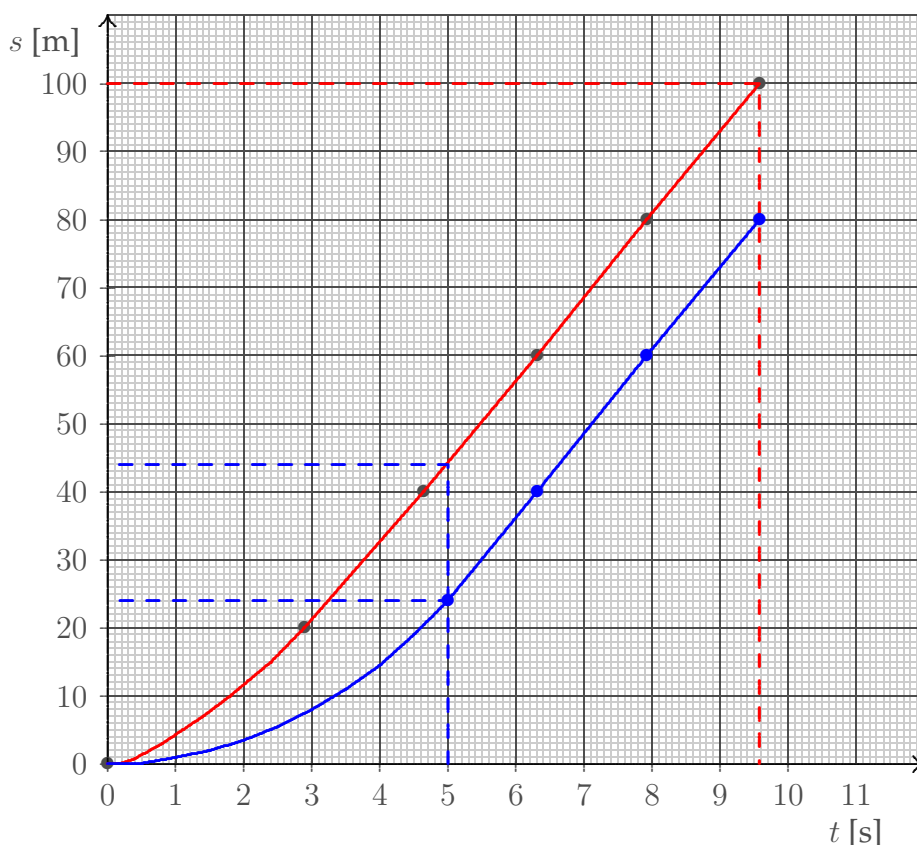
Za pravilno določeno lego drugega tekača v trenutku,

ko Bolt priteče skozi cilj (1 točka)

Za pravilno upoštevanje enaki hitrosti od 5. sekunde naprej (1 točka)

Za zvezen, gladek in vodoraven iztek grafa drugega tekača pri času $t = 0$ (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 11 točk.



- B3** (a) Odločimo se, da bomo Robijevo potencialno energijo merili od odskočne mize (na mizi naj bo $W_p = 0$). Robijeva potencialna energija se med spustom po zaletišču pretvarja v njegovo kinetično energijo, vsota obeh pa se zaradi trenja in upora manjša. Na vrhu zaletišča je Robijeva mehanska energija enaka njegovi potencialni energiji, $W_{meh,0} = W_{p,0} = F_g \cdot h = 610 \text{ N} \cdot 57 \text{ m} = 34,8 \text{ kJ}$. Tik pred odskočno mizo je Robijeva mehanska energija enaka njegovi kinetični energiji $W_{meh,1} = W_{k,1} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} 61 \text{ kg} \left(101 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2 = 24,0 \text{ kJ} \pm 0,1 \text{ kJ}$. Mehanska energija, ki se med spustom po zaletišču izgubi zaradi trenja in upora, je

$$W_{meh,0} - W_{meh,1} = W_{p,0} - W_{k,1} = 34,8 \text{ kJ} - 24,0 \text{ kJ} = 10,8 \text{ kJ}.$$

Za pravilen rezultat (3 točke)

Za pravilen izračun mehanske energije na vrhu zaletišča (1 točka)

Za pravilen izračun mehanske energije na odskočni mizi (1 točka)

- (b) Na odskočni mizi je komponenta Robijeve hitrosti, vzporedna vodoravni mizi, $v_{\parallel} = 101 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. S to hitrostjo prevozi 7,0 m dolgo odskočno mizo, na kateri se odriva, v času

$$t_{\text{odriv}} = \frac{7,0 \text{ m} \cdot \text{s}}{28 \text{ m}} = 0,25 \text{ s}.$$

Ker se odriva v smeri, ki je pravokotna na mizo, se tista komponenta hitrosti, ki je vzporedna mizi, med odrivom ne spreminja (ker zanemarimo trenje in upor).

Za pravilen rezultat (1 točka)

- (c) Robi se odriva 0,25 s na razdalji 7,0 m s tako povprečno silo, da med odrivom pridobi na odskočno mizo pravokotno komponento hitrosti $v_{\perp} = 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, torej je njegov pospešek v smeri, pravokotni na odskočno mizo, $a_{\perp} = \frac{v_{\perp}}{t_{\text{odriv}}} = \frac{3,0 \text{ m}}{\text{s} \cdot 0,25 \text{ s}} = 12,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Iz drugega Newtonovega zakona sledi, da je povprečna rezultanta sil na Robija med odrivom enaka

$$F_{\text{rez},\perp} = m \cdot a_{\perp} = 732 \text{ N}.$$

Na Robija v pravokotni smeri delujeta teža $F_g = 610 \text{ N}$ navzdol in sila odskočne mize F_{mize} navzgor. Rezultanta obeh $F_{\text{rez},\perp}$ deluje navzgor (Robi se giblje pospešeno navzgor), velja $F_{\text{rez},\perp} = F_{\text{mize}} - F_g$. Od tod sledi, da je sila odskočne mize na Robija $F_{\text{mize}} = F_{\text{rez},\perp} + F_g = 1342 \text{ N}$. Sila odskočne mize na Robija je po velikosti enaka sili Robija na mizo (3. Newtonov zakon), to pa je sila, s katero se Robi odriva od mize, $F_{\text{odriv}} = 1342 \text{ N}$.

Do pravilnega rezultata za silo lahko tekmovalec pride tudi preko računanja spremembe Robijeve mehanske energije med odrivom, ki se med odrivom poveča na račun dela, ki ga Robi opravi (na sebi) med odrivom.

Za pravilen rezultat (3 točke)

Za pravilno izračunan pospešek v smeri, pravokotni na mizo (1 točka)

Za pravilno izračunano rezultanto sil iz 2. Newtonovega zakona (1 točka)

Za pravilno ugotovitev, da k rezultanti sil prispevata teža navzdol in sila mize navzgor (1 točka)

- (d) Med odrivom se Robi giblje enakomerno v smeri, vzporedni z mizo, in pospešeno v smeri, pravokotni na mizo. Povprečen pospešek v smeri, pravokotni na mizo, je $a_{\perp} = 12,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Med odrivom, ki traja $t_{\text{odriv}} = 0,25 \text{ s}$, se Robijevo težišče dvigne za

$$\Delta h = \frac{1}{2} a_{\perp} \cdot t_{\text{odriv}}^2 = \frac{1}{2} 12,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,25 \text{ s})^2 = 0,375 \text{ m}.$$

Njegova potencialna energija se poveča za

$$\Delta W_p = F_g \cdot \Delta h = 610 \text{ N} \cdot 0,375 \text{ m} = 229 \text{ J} = 0,23 \text{ kJ}.$$

Za pravilen rezultat (2 točki)

Za pravilen izračun dviga Robijevega težišča med odrivom (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B3 največ 9 točk.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2010/11

8. razred

FLEKSIBILNI PREDMETNIK

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. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	A2	A3	A4	A5
C	B	B	C	A

A1 Dunajska poštna milja = 7,5859 km = 4000 sežnjev = 4000 · 6 čevljev = 4000 · 6 · 12 palcev = 4000 · 6 · 12 · 12 črt = 3,456000 · 10⁶ črt; 1 črta = $\frac{7,5859 \cdot 10^3 \text{ m}}{3,456 \cdot 10^6} = 2,2 \text{ mm}$.

A2 Sila podlage na tehtnico je po velikosti enaka sili tehtnice na podlago, ta pa je po velikosti enaka skupni teži tehtnice in telesa na njej, zmanjšani za silo silomera, ki vleče telo navzgor, $F_{\text{podlaga}} = F_{g, \text{tehtnica}} + F_{g, \text{telo}} - F_{\text{silomer}} = 8 \text{ N} + 10 \text{ N} - 2 \text{ N} = 16 \text{ N}$.

A3 Na obe strani ravnovesne tehtnice pritiskajo opeke z enakima silama. Na desni strani pri točki B je ploskev manjša, zato je tlak tam večji.

A4 V tabeli najdemo podatka o gostotah aluminija ($\rho_{Al} = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) in zlata ($\rho_{Au} = 19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$). Ker je gostota zlata večja, je pri enaki masi obeh kock prostornina zlate kocke manjša; velja

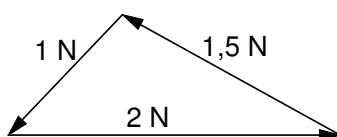
$$m_{Al} = m_{Au} = \rho_{Al} \cdot V_{Al} = \rho_{Au} \cdot V_{Au} ,$$

torej je

$$\frac{V_{Au}}{V_{Al}} = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Au}} = 0,14 = \frac{a_{Au}^3}{a_{Al}^3} .$$

V zapisano zvezo vstavimo predlagane dolžine robov a_{Au} in ugotovimo, da razmerju zadosti rešitev (C).

A5 Rezultanta treh sil z velikostmi 1 N, 1,5 N in 2 N je lahko 0.

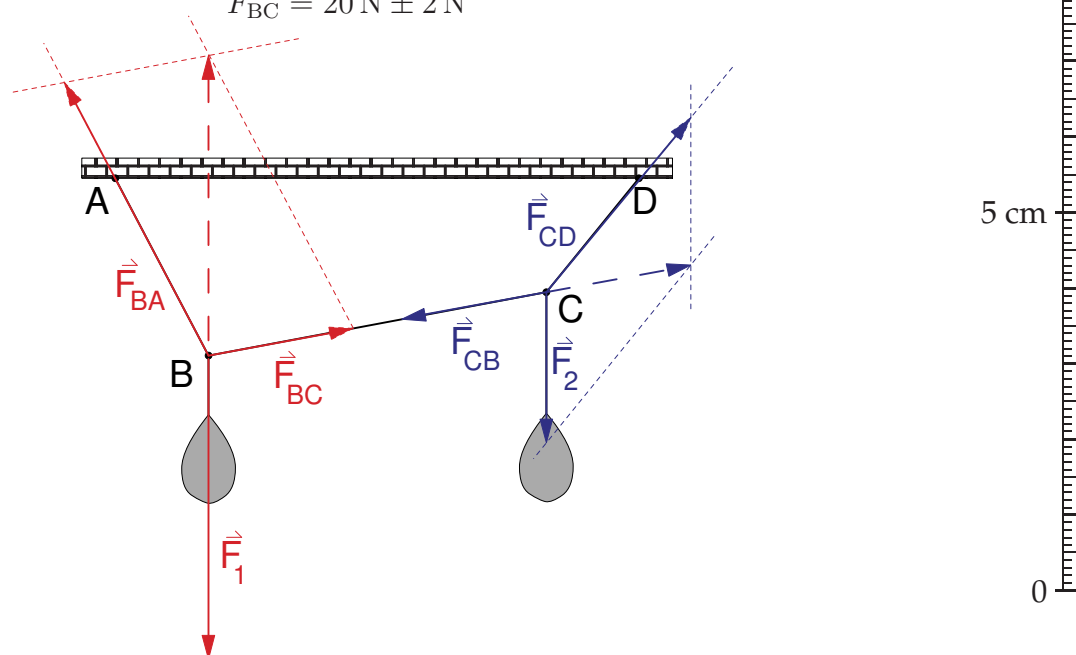


Sklop B:

- B1** (a) V vozlu B vleče vrstica navzdol s silo $F_1 = 40\text{ N}$ (narisana je z rdečo v merilu, kjer 1 cm pomeni silo 10 N; po velikosti je enaka teži prve vreče). Narišemo nasprotno silo (rdeče črtkano), ki jo razstavimo na komponenti vzdolž ostalih dveh vrvic. Izmerimo njuni dolžini in z upoštevanjem merila dobimo

$$F_{BA} = 41\text{ N} \pm 2\text{ N}$$

$$F_{BC} = 20\text{ N} \pm 2\text{ N}$$



Za pravilno narisane sile in pravilno določene njihove velikosti (3 točke)

Za pravilno narisano silo F_1 (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

Za pravilno narisano silo F_{BA} (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

Za pravilno narisano silo F_{BC} (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

- (b) Vrvica med točkama B in C je napeta s silo $F_{BC} = F_{CB} = 20\text{ N} \pm 2\text{ N}$. Narišemo nasprotno silo (modro črtkano), ki je vsota sil v ostalih dveh vrvicah in ki jo razstavimo na komponenti vzdolž ostalih dveh vrvic. Izmerimo njuni dolžini in z upoštevanjem merila dobimo

$$F_{CD} = 30\text{ N} \pm 2\text{ N}$$

$$F_2 = 20\text{ N} \pm 2\text{ N}$$

Sila F_2 je po velikosti enaka teži druge vreče. Druga vreča ima maso $2\text{ kg} \pm 0,2\text{ kg}$.

Za pravilno narisane sile, pravilno določene njihove velikosti in pravilno določeno maso druge vreče (4 točke)

Za pravilno ugotovitev $F_{BC} = F_{CB}$ (1 točka)

Za pravilno narisano silo F_{CD} (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

Za pravilno narisano silo F_2 (smer, prijemališče, velikost) (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ 7 točk.

- B2 (a) Za eno vzmet velja Hookov zakon, $F = k_1 \cdot x$, koeficient prožnosti ene vzmeti je $k_1 = \frac{F}{x} = \frac{20\text{ N}}{50\text{ mm}} = 4 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 0,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$.

Za pravilno izračunan koeficient prožnosti ene vzmeti (1 točka)

- (b) Ena vzmet raztegne za 50 mm sila 20 N, za 100 mm pa sila 40 N. Vsak od ročajev torej vleče vsako od vzmeti s silo 40 N, ker sta na vsak ročaj pripeti dve vzmeti, vlečeta Jože in Marjan vsak svoj ročaj s silama $2 \cdot 40\text{ N} = 80\text{ N}$.

Za pravilno določeno silo, s katero Jože vleče ročaj (2 točki)

Za pravilno ugotovitev, da je za raztezek ene vzmeti potrebna sila 40 N (1 točka)

- (c) Za vzmet, s katero bi nadomestili dve vzporedni vzmeti, velja $F = k_2 \cdot x$, koeficient prožnosti nadomestne vzmeti je $k_2 = \frac{F}{x} = \frac{80\text{ N}}{100\text{ mm}} = 8 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 0,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$.

Za pravilno izračunan koeficient prožnosti nadomestne vzmeti (1 točka)

- (d) Ena vzmet raztegne sila 20 N za 50 mm (podatek pri nalogi). Če sta ročaja povezana z dvema vzporednima vzmetema, vsako od njiju razteguje sila $F_1 = \frac{20\text{ N}}{2} = 10\text{ N}$, vzmeti se raztegneta pol toliko (25 mm) kot pri sili 20 N. Če so vzmeti tri, razteguje vsako od njih sila $F_1 = \frac{20\text{ N}}{3} = 6,67\text{ N}$, raztezek vsake je $x = \frac{F_1}{k_1} = 16,7\text{ mm}$...

Raztezke več vzporedno povezanih vzmeti lahko izračunamo tudi s pomočjo nadomestnih koeficientov prožnosti; za dve vzmeti je nadomestni koeficient prožnosti izračunan pri podvprašanju (c).

št. vzmeti	1	2	3	4	5
raztezek [mm]	50	25	16,7	12,5	10

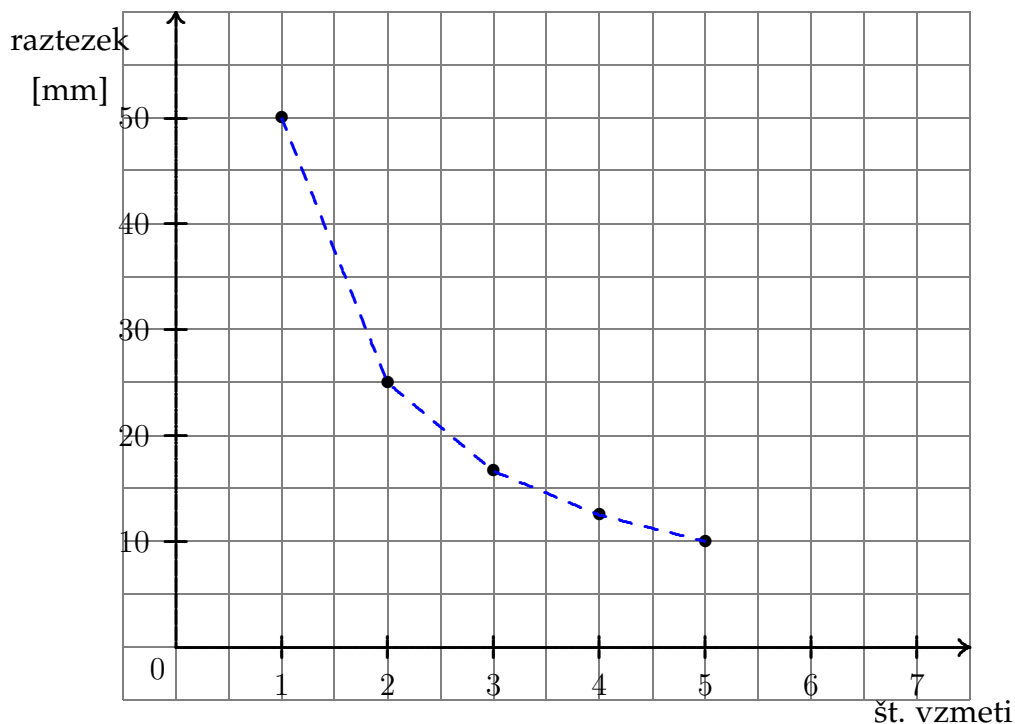
Za v celoti pravilno izpolnjeno tabelo (2 točki)

Za pravilno zapisana raztezka pri eni in dveh vzporedno vezanih vzmeteh (1 točka)

- (e) Ker so vrednosti neodvisne spremenljivke (število vzmeti) diskretne, vnešenih točk v grafu med seboj ne povezujemo (vzporedno povezani 1,4 vzmeti ne pomenita nič). Ne štejemo pa kot napačno, če je točke tekmovalec povezal s krivuljo, ki je bodisi gladka bodisi zlomljena.

Za v celoti pravi graf (glede na podatke v lastni tabeli) (2 točki)

Za popolne oznake količin, enot in skal na oseh (1 točka)



- (f) Vse vzmeti razteguje enaka sila 20 N, zato je vsaka od vzmeti raztegnjena za 50 m. Ker so vzmeti povezane zaporedno, je skupni raztezek ekspanderja vsota raztezkov posameznih vzmeti.

št. vzmeti	1	2	3	4	5
raztezek [mm]	50	100	150	200	250

Za v celoti pravilno izpolnjeno tabelo (2 točki)

Za pravilno zapisana raztezka pri eni in dveh zaporedno vezanih vzmeteh (1 točka)

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

- B3** (a) Prostornina grozdnega soka $V = \frac{3}{4} \cdot h \cdot S = \frac{3}{4} \cdot 1,2 \text{ m} \cdot 15 \text{ dm}^2 = 135 \text{ dm}^3$. Masa grozdnega soka v sodu $m = V \cdot \rho_{sok} = 135 \text{ dm}^3 \cdot 1,08 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 145,8 \text{ kg}$.

Za pravilno izračunano maso soka (2 točki)

Za pravilno izračunano prostornino soka (1 točka)

- (b) Iz $m_{gj} = 1,33 \text{ kg}$ grozdnih jagod je Tone iztisnil 1 liter soka z maso $m_{sok} = V_{sok} \cdot \rho_{sok} = 1 \text{ dm}^3 \cdot 1,08 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1,08 \text{ kg}$, ostalo mu je $m_t = m_{gj} - m_{sok} = 1,33 \text{ kg} - 1,08 \text{ kg} = 0,25 \text{ kg}$ tropin.

Za pravilno izračunano maso tropin m_t (2 točki)

Za pravilno izračunano maso soka m_{sok} , ki jo iztisne iz 1,33 kg grozdnih jagod (1 točka)

- (c) Gostota tropin je $\rho_t = \frac{m_t}{V_t}$, kjer je V_t prostornina tropin. Za prostornino grozdnih jagod V_{gj} velja $V_{gj} = V_{sok} + V_t$, torej je $V_t = V_{gj} - V_{sok}$. Za pridelavo 1 litra soka ($V_{sok} = 1 \text{ liter}$) potrebujemo $m_{gj} = 1,33 \text{ kg}$ grozdnih jagod z gostoto $\rho_{gj} = 1,055 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ in prostornino $V_{gj} = \frac{m_{gj}}{\rho_{gj}} = \frac{1,33 \text{ kg} \cdot \text{dm}^3}{1,055 \text{ kg}} = 1,26 \text{ dm}^3$. Prostornina tropin je $V_t = 1,26 \text{ dm}^3 - 1,0 \text{ dm}^3 = 0,26 \text{ dm}^3$. Gostota tropin je

$$\rho_t = \frac{m_t}{V_t} = \frac{0,25 \text{ kg}}{0,26 \text{ dm}^3} = 0,96 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}.$$

Za pravilno izračunano gostoto tropin (3 točke)

Za pravilno izračunano prostornino 1,33 kg grozdnih jagod V_{gj} (1 točka)

Za pravilno izračunano prostornino tropin V_t (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **7 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2010/11

9. razred

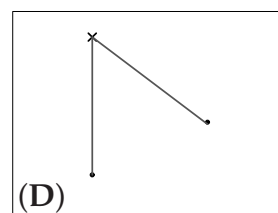
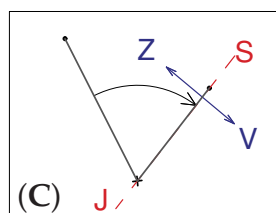
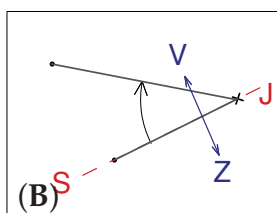
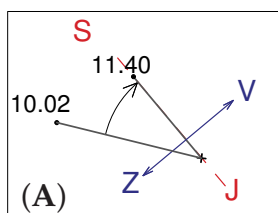
FLEKSIBILNI PREDMETNIK

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. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	A2	A3	A4	A5
B	A	A	C	B

- A1** Če ni trenja in upora, ni zaviralnih sil. Če lokomotiva vleče vagon po vodoravnih tirih s stalno silo, je ta sila tudi rezultanta sil. Vagon se giblje pospešeno, njegova hitrost in z njo kinetična energija naraščata.
- A2** Dovedena toplota je premo sorazmerna masi vode, ki jo grejemo, in temperaturni spremembi. Sprememba T je enaka v obeh primerih, vode pa je v prvi posodi več, torej smo vodi v prvi posodi dovedli več toplote.
- A3** Drugo meritev je Miha opravil malo pred poldnevom, ko so sence navpičnih predmetov najkrajše. Zveznica med križcem in piko, ki je križcu bližje, je **približno** v smeri S – J. Prvo meritev je opravil prej – senca je daljša in bolj proti zahodu (ker je Sonce prej bolj proti vzhodu). V primeru (B) je daljšo senco izmeril kasneje, v primeru (C) je kot med sencama prevelik (med dejanskima meritvama je minilo manj kot dve uri), v primeru (D) pa je kot med sencama prevelik in senci sta enako dolgi, kar ni mogoče za navedeni uri meritev.



- A4** Prazna posoda plava na vodni gladini in je potopljena do polovice, kot je videti na desni sliki, teža prazne posode in vzgon sta v ravnovesju. V posodo bi lahko nalili vode do polovice, s tem bi enako povečali težo (zdaj do polovice polne) posode in vzgon (prostornina sten posode je zanemarljiva), posoda pa bi se pri tem potopila do roba. Ker je gostota lanenega olja (ki jo poiščemo v razpredelnici gostot) **malo** manjša od gostote vode, je teža posode, ki jo do polovico napolnimo z oljem, malo manjša od teže posode, do polovice polne vode, zato posoda z oljem izpodriva malo manj vode in ni potopljena do roba. Olja moramo torej naliti nekoliko več – malo čez polovico posode, da se posoda potopi do roba.

A5 Domnevamo, da bo večina tekmovalcev nalogo pravilno rešila intuitivno, s prenašanjem lastne izkušnje (pri sankanju na primer). Lahko pa pravilni odgovor tudi utemeljimo.

Ker so višine klancev enake in ker se voziček po vsakem od klancev giblje brez trenja in upora, se pri vožnji po vseh klancih od vrha do dna potencialna energija vozička spremeni enako. Potencialna energija se pretvori v kinetično energijo. Ker voziček na vrhu klanca miruje, ima na dnu klanca v vseh primerih enako kinetično energijo in tudi enako hitrost. Povprečna hitrost avtomobilčka na klancih pa ni enaka. Na klancu C hitrost avtomobilčka hitreje narašča na začetku poti, kjer je strmina klanca večja, in se zato na večjem delu poti giblje razmeroma hitro. Obratno se avtomobilček na klancu B giblje večji del poti počasneje in njegova hitrost do (enake) končne vrednosti naraste šele pri koncu klanca. Za enako pot (dolžino klanca) avtomobilček potrebuje najmanj časa na klancu C in največ na klancu B.

Sklop B:

B1 (a) V bučki so 4 cm^3 alkohola, kar predstavlja $\frac{4 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = \frac{4}{1000} = 0,4\%$ prostornine 1 dm^3 . Če naraste temperatura 1 dm^3 alkohola za $1 \text{ }^\circ\text{C}$, se prostornina poveča za $1,1 \text{ cm}^3$, če je prostornina alkohola $0,4\%$ od 1 dm^3 , pa se prostornina poveča za $0,4\%$ od $1,1 \text{ cm}^3$, kar je $4,4 \text{ mm}^3$.

Za pravilno izračunano spremembo prostornine (2 točki)

Za pravilno izračunano razmerje ali pravilno sklepanje v nadaljevanju (1 točka)

(b) Ko segrejemo alkohol v bučki za $1 \text{ }^\circ\text{C}$, se prostornina poveča za $4,4 \text{ mm}^3$, ko ga segrejemo za $25 \text{ }^\circ\text{C}$, se prostornina poveča za $\Delta V = 25 \cdot 4,4 \text{ mm}^3 = 110 \text{ mm}^3$. Ta prirastek prostornine je v kapilari, velja $\Delta V = S \cdot h$, kjer sta S presek kapilare in h višina stolpca alkohola. Od tod dobimo $h = \frac{\Delta V}{S} = \frac{110 \text{ mm}^3}{5,5 \text{ mm}^2} = 20 \text{ mm}$.

Za pravilno izračunano višino stolpca (2 točki)

Za pravilno izračunano spremembo prostornine ali pravilno sklepanje v nadaljevanju (1 točka)

(c) Pri temperaturni spremembi $25 \text{ }^\circ\text{C}$ je stolpec dolg 20 mm , pri temperaturni spremembi $1 \text{ }^\circ\text{C}$ pa petindvajsetino te višine, torej $0,8 \text{ mm}$.

Za pravilno izračunano dolžino stopinje (1 točka)

(d) Dolžina stolpca $1,2 \text{ cm}$ pomeni spremembo temperature $\frac{12 \text{ mm}}{0,8 \text{ mm}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Temperatura alkohola je $24 \text{ }^\circ\text{C} + 15 \text{ }^\circ\text{C} = 39 \text{ }^\circ\text{C}$.

Za pravilno izračunano temperaturo (2 točki)

Za pravilno izračunano spremembo temperature (1 točka)

(e) V bučki z dvojno prostornino je tudi sprememba prostornine pri isti spremembi temperature dvojna. To pri istem preseku kapilare pomeni dvojno višino stolpca, stopinja je dolga $1,6 \text{ mm}$.

Za pravilno sklepanje, da je razdalja med sosednjima zaznamkoma dvojna (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **8 točk**.

B2 (a) Povprečna hitrost Bolta je

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{100 \text{ m}}{9,58 \text{ s}} = 10,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Za pravilno izračunano povprečno hitrost (1 točka)

(b) Najhitreje je Bolt tekel na odseku predzadnjih 20 m, od razdalje 60 m do razdalje 80 m od startne črte. Njegova povprečna hitrost na tem odseku je bila

$$\bar{v}_4 = \frac{\Delta s}{\Delta t_4} = \frac{20 \text{ m}}{1,61 \text{ s}} = 12,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Za pravilno ugotovitev, da je Bolt najhitreje tekel na četrtem odseku (1 točka)

Za pravilno izračunano povprečno hitrost (1 točka)

(c) Ob predpostavki enakomerno pospešenega gibanja je povprečna hitrost na prvem odseku polovica hitrosti po pretečenih 20 m;

$$v_1 = 2 \cdot \bar{v}_1 = 2 \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t_1} = 2 \cdot \frac{20 \text{ m}}{2,89 \text{ s}} = 13,84 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Pospešek, s katerim v času $\Delta t_1 = 2,89 \text{ s}$ Bolt to hitrost doseže, je

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t_1} = \frac{v_1}{\Delta t_1} = \frac{13,84 \text{ m}}{2,89 \text{ s}^2} = 4,79 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

(Dejanska hitrost Bolta je v vseh intervalih, tudi najhitrejšem, manjša od izračunane hitrosti v_1 na koncu prvega intervala ob predpostavki **enakomerno pospešenega** gibanja. To pomeni, da Bolt zares **ne teče enakomerno pospešeno** in da je opis s konstantnim pospeškom samo približen opis njegovega teka.)

Za pravilno izračunan pospešek (2 točki)

Za pravilno določeno hitrost na koncu prvega odseka (1 točka)

(d) Za risanje grafa potrebujemo podatke o trenutkih (časih), ko je Bolt tekel mimo zaznamkov 20 m, 40 m ... 100 m. Pridobimo jih iz razpredelnice, čase seštevamo. Oddaljenost od startne črte je označena z x . Pri povezovanju točk z gladko krivuljo je pomembna podrobnost tudi vodoraven pričetek funkcije $x(t)$, saj Bolt pred startom miruje, njegova hitrost – strmina $x(t)$ – po začetku teka pa ne naraste skokovito, ampak zvezno.

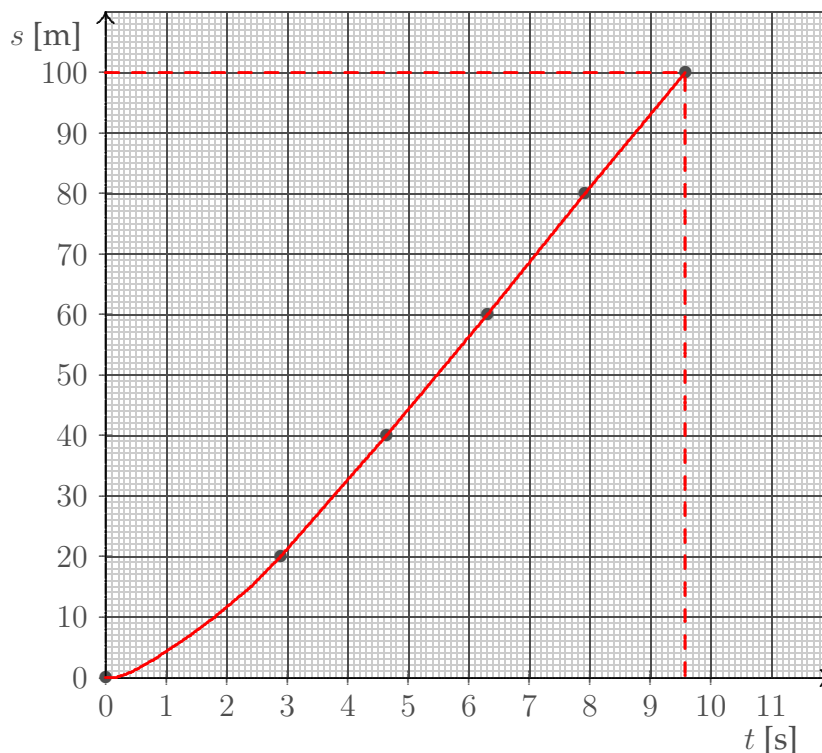
x [m]	0	20	40	60	80	100
t [s]	0	2,89	4,64	6,31	7,92	9,58

Za v celoti pravilen graf (3 točke)

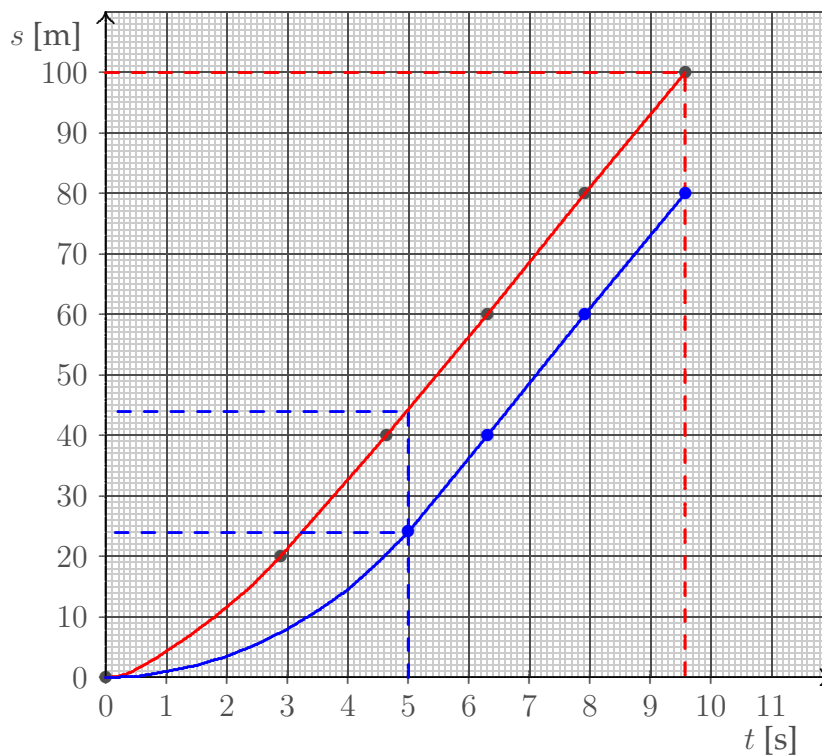
Za popolne oznake količin, enot in skal na oseh (1 točka)

Za pravilno izračunane čase ali pravilno vnešene točke (1 točka)

Za zvezno, gladko povezavo med točkami; nakazan vodoravni začetek ob času $t = 0$ (1 točka)



- (e) Graf teka drugega tekača rišemo od cilja proti startu – najprej določimo lego tekača v trenutku, ko Bolt priteče skozi cilj; drugi tekač je tedaj pri $x = 80$ m. Ker je od 5. sekunde tekel enako hitro kot Bolt, je graf njegovega teka od 5. sekunde naprej vzporeden grafu Boltovega teka. Ker sta oba začela teči v istem trenutku (ob $t = 0$), zaključimo graf teka drugega tekača gladko in vedno položneje proti izhodišču.



Za v celoti pravilen graf (3 točke)

- Za pravilno določeno lego drugega tekača v trenutku,
 ko Bolt priteče skozi cilj (1 točka)
 Za pravilno upoštevani enaki hitrosti od 5. sekunde naprej (1 točka)
 Za zvezen, gladek in vodoraven iztek grafa drugega tekača pri času $t = 0$
 (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **11 točk**.

- B3** (a) Odločimo se, da bomo Robijevo potencialno energijo merili od odskočne mize (na mizi naj bo $W_p = 0$). Robijeva potencialna energija se med spustom po zaletišču pretvarja v njegovo kinetično energijo, vsota obeh pa se zaradi trenja in upora manjša. Na vrhu zaletišča je Robijeva mehanska energija enaka njegovi potencialni energiji, $W_{meh,0} = W_{p,0} = F_g \cdot h = 610 \text{ N} \cdot 57 \text{ m} = 34,8 \text{ kJ}$. Tik pred odskočno mizo je Robijeva mehanska energija enaka njegovi kinetični energiji $W_{meh,1} = W_{k,1} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} 61 \text{ kg} \left(101 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2 = 24,0 \text{ kJ} \pm 0,1 \text{ kJ}$. Mehanska energija, ki se med spustom po zaletišču izgubi zaradi trenja in upora, je

$$W_{meh,0} - W_{meh,1} = W_{p,0} - W_{k,1} = 34,8 \text{ kJ} - 24,0 \text{ kJ} = 10,8 \text{ kJ}.$$

- Za pravilen rezultat (3 točke)
 Za pravilen izračun mehanske energije na vrhu zaletišča (1 točka)
 Za pravilen izračun mehanske energije na odskočni mizi (1 točka)

- (b) Na odskočni mizi je komponenta Robijeve hitrosti, vzporedna vodoravni mizi, $v_{\parallel} = 101 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. S to hitrostjo prevozi 7,0 m dolgo odskočno mizo, na kateri se odriva, v času

$$t_{odriv} = \frac{7,0 \text{ m} \cdot \text{s}}{28 \text{ m}} = 0,25 \text{ s}.$$

Ker se odriva v smeri, ki je pravokotna na mizo, se tista komponenta hitrosti, ki je vzporedna mizi, med odrivom ne spreminja (ker zanemarimo trenje in upor).

- Za pravilen rezultat (1 točka)

- (c) Robi se odriva 0,25 s na razdalji 7,0 m s tako povprečno silo, da med odrivom pridobi na odskočno mizo pravokotno komponento hitrosti $v_{\perp} = 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, torej je njegov pospešek v smeri, pravokotni na odskočno mizo, $a_{\perp} = \frac{v_{\perp}}{t_{odriv}} = \frac{3,0 \text{ m}}{\text{s} \cdot 0,25 \text{ s}} = 12,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Iz 2. Newtonovega zakona sledi, da je povprečna rezultanta sil na Robija med odrivom enaka

$$F_{rez,\perp} = m \cdot a_{\perp} = 732 \text{ N}.$$

Na Robija v pravokotni smeri delujeta teža $F_g = 610 \text{ N}$ navzdol in sila odskočne mize F_{mize} navzgor. Rezultanta obeh $F_{rez,\perp}$ deluje navzgor (Robi se giblje pospešeno navzgor), velja $F_{rez,\perp} = F_{mize} - F_g$. Od tod sledi, da je sila odskočne mize na

Robija $F_{mize} = F_{rez,\perp} + F_g = 1342 \text{ N}$. Sila odskočne mize na Robija je po velikosti enaka sili Robija na mizo (3. Newtonov zakon), to pa je sila, s katero se Robi odziva od mize, $F_{odriv} = 1342 \text{ N}$.

Do pravilnega rezultata za silo lahko tekmovalec pride tudi preko računanja spremembe Robijeve mehanske energije med odzivom, ki se med odzivom poveča na račun dela, ki ga Robi opravi (na sebi) med odzivom.

Za pravilen rezultat (3 točke)

Za pravilno izračunan pospešek v smeri, pravokotni na mizo (1 točka)

Za pravilno izračunano rezultanto sil iz 2. Newtonovega zakona (1 točka)

Za pravilno ugotovitev, da k rezultanti sil prispevata teža navzdol in sila mize navzgor (1 točka)

- (d) Med odzivom se Robi giblje enakomerno v smeri, vzporedni z mizo, in pospešeno v smeri, pravokotni na mizo. Povprečen pospešek v smeri, pravokotni na mizo, je $a_{\perp} = 12,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Med odzivom, ki traja $t_{odriv} = 0,25 \text{ s}$, se Robijevo težišče dvigne za

$$\Delta h = \frac{1}{2} a_{\perp} \cdot t_{odriv}^2 = \frac{1}{2} 12,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,25 \text{ s})^2 = 0,375 \text{ m} .$$

Njegova potencialna energija se poveča za

$$\Delta W_p = F_g \cdot \Delta h = 610 \text{ N} \cdot 0,375 \text{ m} = 229 \text{ J} = 0,23 \text{ kJ} .$$

Za pravilen rezultat (2 točki)

Za pravilen izračun dviga Robijevega težišča med odzivom (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **9 točk**.