Društvo matematikov, fizikov
in astronomov Slovenije

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

8. razred

Področno tekmovanje, 17. marec 2017

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

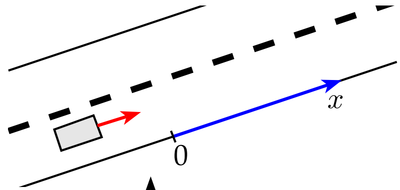
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. **V sklopu A obkroži črko** pred pravilnim odgovorom in **jo vpiši** v levo preglednico (spodaj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori v preglednici. Naloge **v sklopu B rešuj na tej poli**. V sklopu B je število točk za pravilno rešitev navedeno pri nalogi. Negativnih točk v sklopu B ni.

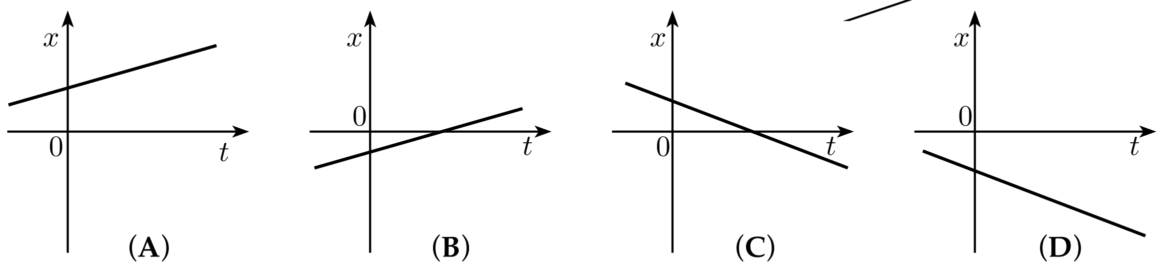
Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

A1	A2	A3	A4	A5

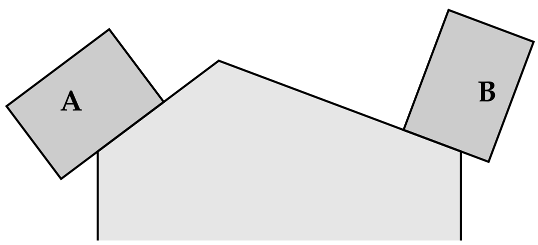
B1	B2	B3

A1 Slika kaže lego avta ob $t = 0$, z rdečo puščico je označena smer njegovega gibanja. Označena je tudi os x, vzdolž katere merimo lego avta. Avto se giblje enakomerno. Kateri graf pravilno kaže, kako se lega avta spreminja s časom?





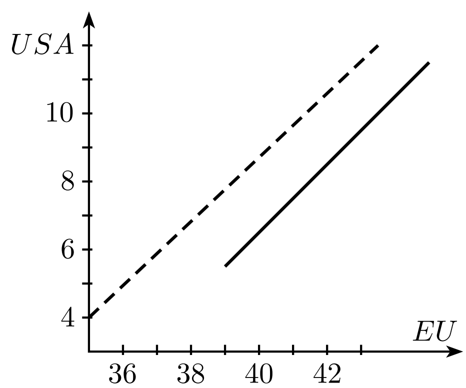
A2 Na streho pasje ute postaviš opeki tako, da že gledata čez rob. Trenje med opekama in streho je dovolj veliko, da opeki s strehe ne zdrsneta. Ali se katera od opek prekucne z roba strehe?



(**A**) Opeka A. (**B**) Opeka B.

(**C**) Obe opeki. (**D**) Nobena od opek.

A3 Grafa kažeta, kako so med seboj povezane evropske številke čevljev (ki so enake za moške in ženske) in ameriške (kjer se moške številke - sklenjena črta - in ženske številke - črtkana črta - razlikujejo). Pameli so prav superge njenega mlajšega brata, ki nosi čevlje velikosti, označene z ameriško moško številko 8,5. Kolikšna je ameriška številka njenih ženskih superg?



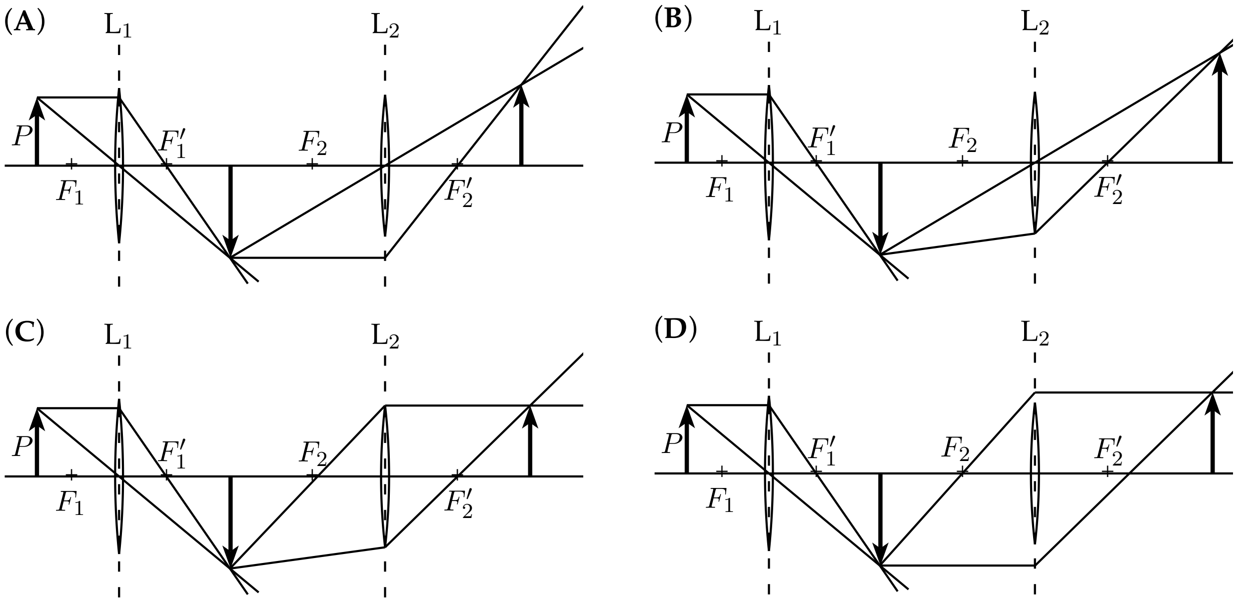
(**A**) 10,5 (**B**) 6 (**C**) 42 (**D**) 39,5

A4 Dan traja 24 ur. Trajanje svetlega in temnega dela dneva pa se med letom spreminja. Katera izjava o trajanju svetlega dela dneva na severnem polu je pravilna? Na severnem polu je svetli del dneva 1. junija ...

(**A**) enako dolg kot 1. maja. (**B**) približno 1 uro daljši kot 1. maja.

(**C**) približno 2 uri daljši kot 1. maja. (**D**) približno 6 ur daljši kot 1. maja.

A5 Zbiralni leči L_1 in L_2 postavimo eno za drugo, kot kažejo slike. Gorišča obeh leč so označena z F_1, F_1', F_2 in F_2'. Pred prvo lečo postavimo predmet P. Katera slika pravilno kaže konstrukcijo preslikave skozi obe leči?



B1 Po vzporednih tirih si prihajata nasproti rdeči in modri vlak, ki vozita s stalnima hitrostma. Rdeči vlak vozi s hitrostjo $12\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, modri vlak pa s hitrostjo $20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Dolžina rdečega vlaka je 188 m, dolžina modrega vlaka je 260 m. Ob $t = 0$ je razdalja med sprednjima deloma obeh lokomotiv 400 m.

(a) Kolikšno pot opravi prvi in kolikšno pot opravi drugi vlak do trenutka t_1, ko se srečata sprednja dela obeh lokomotiv? 3

(b) Kolikšna je ob času t_1 razdalja med zadnjima deloma zadnjih vagonov na obeh kompozicijah? 1

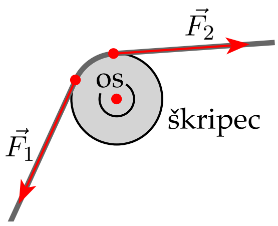
(c) Koliko časa vlaka vozita eden mimo drugega in ob katerem času t_2 se srečata zadnja dela obeh zadnjih vagonov? 2

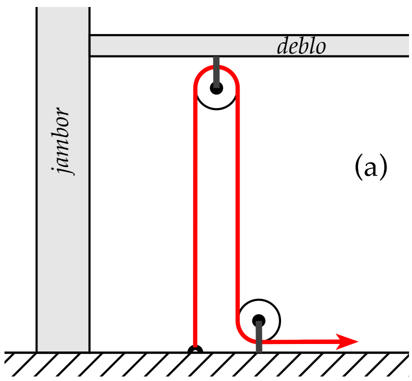
(d) V isti koordinatni sistem nariši dva grafa. Prvi graf naj kaže, kako se s časom spreminja **razdalja** med sprednjima deloma lokomotiv od trenutka $t = 0$ do $t = 35$ s. Prvi graf nariši s polno črto. Drugi graf naj kaže, kako se v istem obdobju s časom spreminja **razdalja** med zadnjima deloma zadnjih vagonov. Drugi graf nariši s črtkano črto. Na grafih označi trenutke t_1, t_2 in $t_3 = 19{,}5$ s. Skiciraj medsebojni legi vlakov ob t_3. 6

Σ B1

B2 Na jambor jadrnice je pritrjeno vodoravno *deblo* (bum), ki drži spodnji rob jadra. Da zagotovijo pravilno obliko jadra, vlečejo deblo navzdol vrvi, napeljane preko škripcev. Maso škripcev in vrvi zanemari.

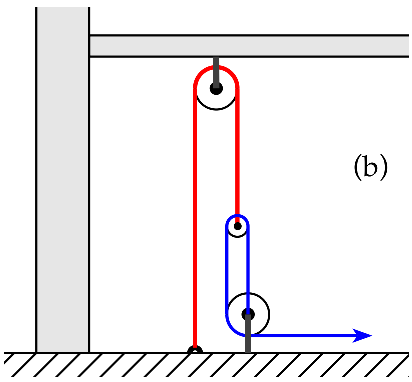
Pritrjeni škripec, preko katerega je speljana vrv, miruje (se ne vrti okoli svoje osi), če sta sili, s katerima je na obeh straneh škripca napeta vrv, po velikosti enaki, $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$, *glej sliko.*





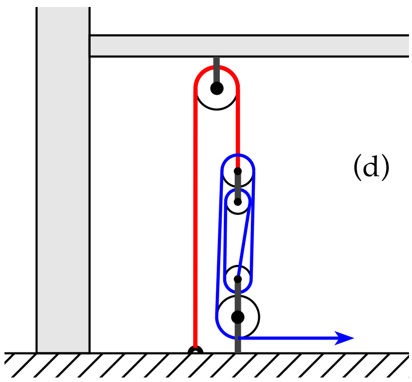
(a) Vasko vleče rdečo vrv s silo 1 kN preko dveh pritrjenih škripcev. Kolikšna sila vleče navzdol deblo? 1

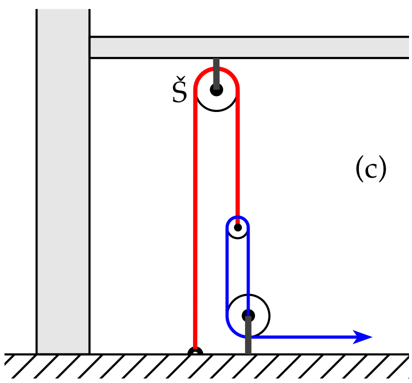
(b) Vasko dopolni škripčevje z dodatnim škripcem. Napeljava vrvi je videti, kot kaže slika (b). Vasko vleče modro vrv z enako silo kot prej rdečo, 1 kN. S kolikšno silo je napeta rdeča vrv in kolikšna sila vleče navzdol deblo? 2



(c) Na sliki (c) je še enkrat prikazana situacija iz vprašanja (b). Na sliki (c) nariši sile, ki delujejo na škripec Š v merilu, kjer pomeni 1 cm silo 1 kN. 3

(d) Navdušen nad izboljšavo Vasko doda v napeljavo še več škripcev. S kolikšno silo je napeta rdeča vrv in s kolikšno silo vleče Vasko modro vrv, če na deblo deluje enaka sila kot v primeru (a)? 2





Σ B2

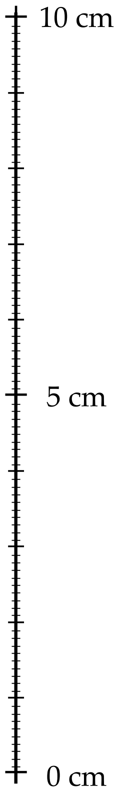
B3 Na dnu velikega akvarija leži 24 cm dolga kamnita plošča, kot kaže slika. Stene akvarija ne prepuščajo svetlobe, v akvariju ni vode. Slika je narisana v merilu, kjer pomeni 1 cm na sliki 6 cm v naravi. *Zorni kot* α je kot, pod katerim vidimo predmet.

(a) Kolikšen je zorni kot, pod katerim vidimo ploščo, če jo opazujemo iznad sredine akvarija in so naše oči od dna akvarija oddaljene 30 cm?

2

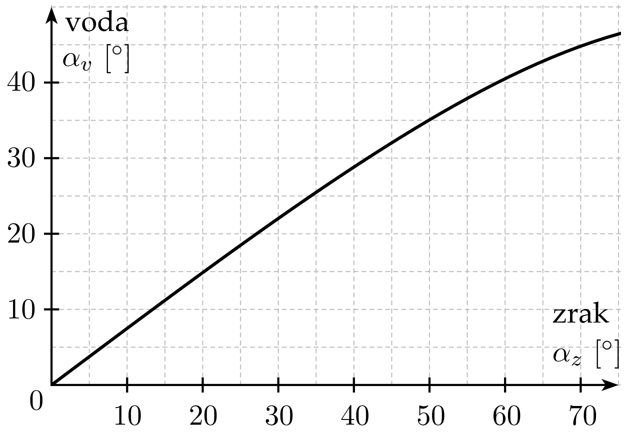
(b) Na zgornji skici akvarija jasno označi vodoravno območje, iz katerega lahko vidimo celo ploščo, če ostanejo naše oči vsaj 30 cm oddaljene od ravnine, v kateri leži dno akvarija.

2



Graf kaže, kako sta pri prehodu curka svetlobe med zrakom in vodo med seboj povezana vpadni in lomni kot.

(c) Curek svetlobe prehaja skozi gladino iz vode v zrak. Vpadni kot curka je 35°. Kolikšen je lomni kot?



1

(d) V akvarij nalijemo vodo do vrha. Na sliki označi vodoravno območje, iz katerega lahko vidimo celo ploščo, ko je akvarij do vrha poln vode in so naše oči 30 cm oddaljene od ravnine, v kateri leži dno akvarija.

(e) Naše oči so 30 cm nad dnom akvarija in nad sredino plošče. V akvariju je tudi voda, a ne do vrha. Ploščo vidimo pod zornim kotom 50°. Z načrtovanjem ugotovi, kako visoko nad dnom je gladina vode in jo nariši. Debelino plošče smeš zanemariti.

(d) 2

(e) 3

Σ B3

Prilepi nalepko s šifro.

Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

9. razred

Področno tekmovanje, 17. marec 2017

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

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

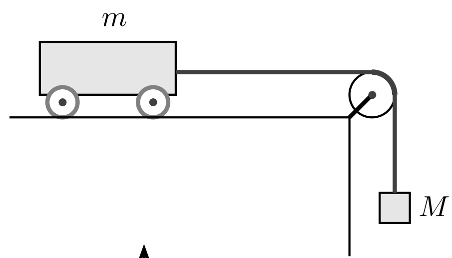
A1	A2	A3	A4	A5

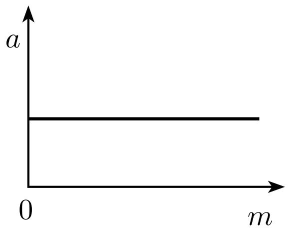
B1	B2	B3

A1 Teža "zlate" zapestnice je 1,38 N, ko jo v celoti potopimo v glicerin, pa silomer, na katerem visi, pokaže 1,29 N. Iz katere kovine je zapestnica?

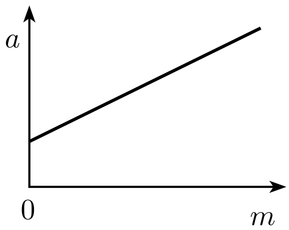
(**A**) Iz zlata. (**B**) Iz srebra. (**C**) Iz bakra. (**D**) Iz jekla.

A2 Anja opravlja poskus. Preko škripca napelje lahko vrvico, na kateri visi stalna utež z maso M. Vrvica je na drugem krajišču privezana na voziček, kot kaže slika. Na voziček polaga kamenčke. Skupna masa vozička in kamenčkov na njem je m. Trenje je zanemarljivo. Na koncu nariše pravilen graf, ki kaže odvisnost pospeška vozička a od skupne mase vozička s kamenčki m. Kateri graf nariše Anja?

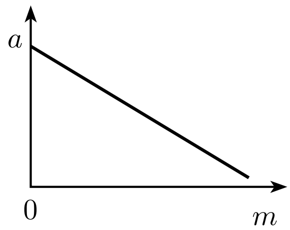




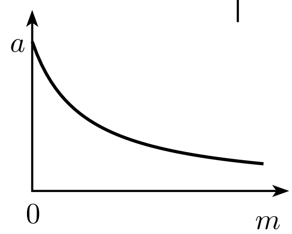
(**A**)



(**B**)

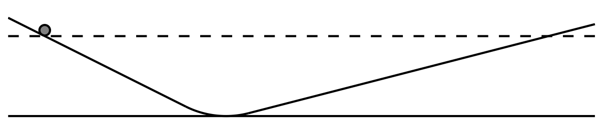


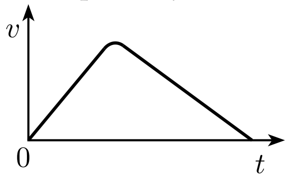
(**C**)



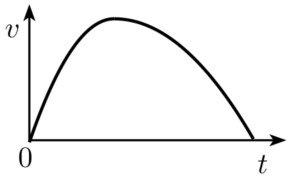
(**D**)

A3 Koščk ledu spustimo po klancu, ki se najprej spušča, potem pa dviga, kot kaže slika, z začetne višine h_0. Upor in trenje lahko zanemarimo. Kateri graf pravilno kaže, kako se hitrost koščka ledu spreminja s časom?

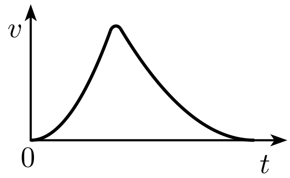




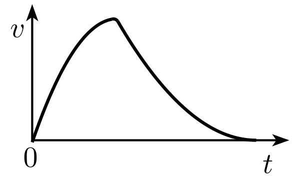
(**A**)



(**B**)



(**C**)



(**D**)

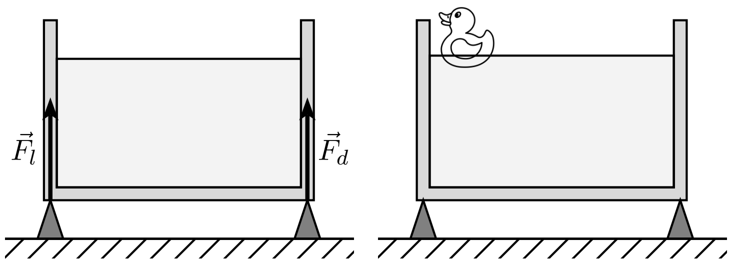
A4 Pri segrevanju trdnih teles z dolžino l za ΔT se njihova dolžina poveča na $l + \Delta l$, kjer je

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta T.$$

Katero enoto ima koeficient temperaturnega raztezka α, ki nam pove, za koliko se podaljša palica glede na svojo začetno dolžino, ko jo segrejemo za ΔT?

(**A**) $\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{K}}$ (**B**) $\mathrm{m{\cdot}K}$ (**C**) $\frac{\mathrm{mm{\cdot}K}}{\mathrm{m}}$ (**D**) $\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{m{\cdot}K}}$

A5 V akvarij nalijemo vodo in ga postavimo na dve podpori, da vse obmiruje. Sili, s katerima podpori delujeta na akvarij, sta po smeri in velikosti enaki. Nato na gladino položimo račko, ki na vodi plava. Račka se umiri ob steni akvarija, bližje levi podpori. Katera od izjav o silah podpor je pravilna?



(**A**) Sili podpor $\vec{F}_l$ in $\vec{F}_d$ se ne spremenita.

(**B**) Sila leve podpore $\vec{F}_l$ se poveča, sila desne $\vec{F}_d$ se zmanjša, njuna vsota pa se ne spremeni.

(**C**) Sili podpor $\vec{F}_l$ in $\vec{F}_d$ se povečata enako, vsaka za polovico teže račke.

(**D**) Sila leve podpore $\vec{F}_l$ se poveča za več kot pol teže račke, sila desne $\vec{F}_d$ se poveča za manj kot pol teže račke, njuna vsota pa se poveča za težo račke.

B1 Z zračno puško ustrelimo v pritrjen kvader iz polietilena, v katerem se izstrelek z maso $1{,}02$ g zaustavi. Tik preden se izstrelek zaleti v kvader, ima hitrost $220\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

(a) Kolikšno kinetično energijo ima izstrelek preden se zaleti v kvader? 1

(b) Kako globoko se izstrelek zarine v kvader, če je sila, s katero se polietilen upira, $1{,}6$ kN? 2

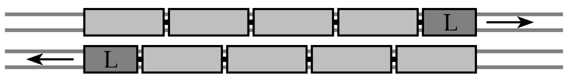
(c) Kvader smo kupili v Veliki Britaniji, zato so njegove mere neobičajne: robovi merijo 4 palce, 4 palce in 6 palcev. Gostota polietilena je $0{,}033\ \frac{\mathrm{lbs}}{\mathrm{in}^3}$. En palec (oznaka "in") je 1 in $= 2{,}54$ cm, en funt (oznaka "lbs") je 1 lbs $= 453{,}6$ g. Kolikšna je masa kvadra v kilogramih? 3

(d) Specifična toplota polietilena je $1{,}9\ \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg{\cdot}K}}$. Predpostavi, da kvader ne izmenja toplote z okolico in da se v njegovo notranjo energijo zaradi zaviranja izstrelka pretvori celotna kinetična energija izstrelka. Za koliko se kvadru dvigne temperatura, ko se v njem zaustavi izstrelek? 2

(e) Kvader iz polietilena ima, preden se vanj zarine izstrelek, temperaturo $20°$C. Upoštevaj, da 3 ima izstrelek tik preden se zarine v balistični kvader temperaturo 200°C in da se v kvadru ohladi, pri čemer odda toploto kvadru. Specifična toplota jekla, iz katerega je izstrelek, je $0{,}46\ \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\cdot K}}$. Oceni, za koliko se dodatno segreje kvader, ko se v njem že zaustavljen izstrelek ohladi.

Σ B1

B2 Na postaji na vzporednih tirih stojita nasprotno obrnjena enako dolga vlaka, kot v tlorisu kaže slika. Dolžina posameznega vlaka je 180 m.



Ob $t = 0$ vlaka speljeta vsak v svojo smer in se potem v vsem času, ko ju opazujemo, gibljeta enakomerno pospešeno. Pospešek prvega vlaka je $0{,}15\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, pospešek drugega vlaka pa je $0{,}25\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

(a) Kolikšno pot opravi prvi in kolikšno pot opravi drugi vlak do trenutka $t_1 = 20$ s?

2

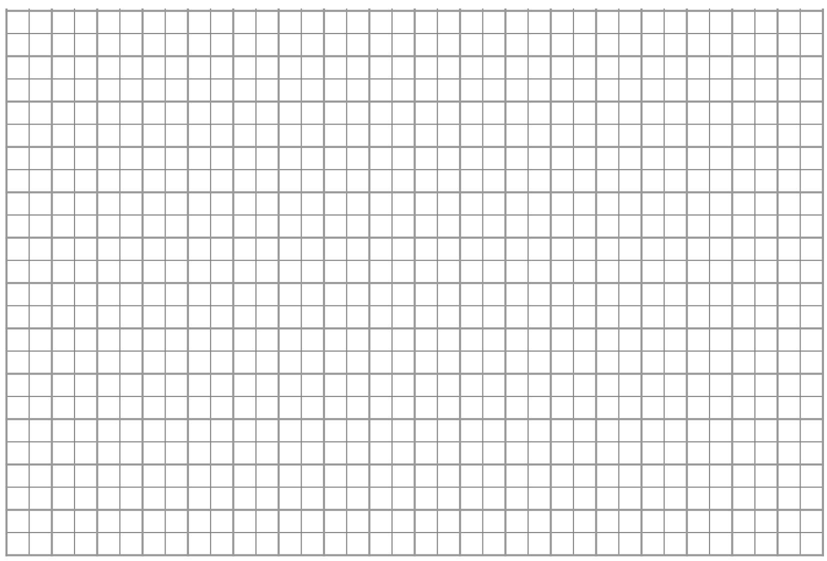
(b) Kolikšna je ob času t_1 razdalja med sprednjima deloma obeh lokomotiv (L) in kolikšna je v istem trenutku razdalja med zadnjima deloma zadnjih vagonov na obeh kompozicijah?

2

(c) Koliko časa vlaka vozita eden mimo drugega?

2

(d) V koordinatni sistem nariši graf, ki kaže, kako se s časom spreminja **razdalja** med zadnjima deloma zadnjih vagonov od trenutka $t = 0$ do $t = t_2 = 35$ s.

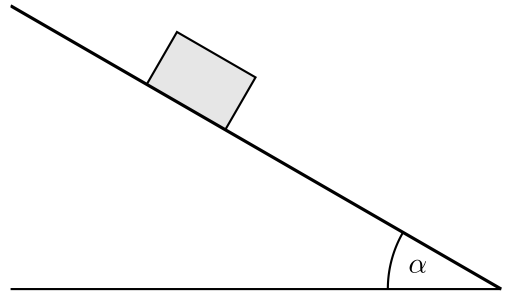


5

Σ B2

B3 Pri tej nalogi se bomo ukvarjali z mirovanjem in gibanjem klade z maso $1{,}0$ kg na klancu. Zanimali nas bosta sila *trenja* na klado pri *gibanju* klade in sila *lepenja* na klado pri *mirovanju* klade. Na klado v vsakem trenutku deluje le ena od teh dveh sil (v resnici je to ista sila, ki pa jo poimenujemo glede na to, ali se telo giblje ali miruje). Sila lepenja je vzporedna podlagi in deluje v taki smeri, da prepreči gibanje (zdrs) klade. Pri reševanju celotne naloge si pomagaj z načrtovanjem.

(a) Klada miruje na klancu z naklonom α, kot kaže slika. Kolikšna sila lepenja $\vec{F_l}$ deluje na klado?



2

Za velikost sile lepenja F_l velja *neenačba* $F_l \leq k_l \cdot F_\perp$, kjer sta k_l *koeficient lepenja*, ki je odvisen od vrste in hrapavosti stičnih ploskev klade in podlage, ter $\vec{F}_\perp$ pravokotna sila podlage na klado.

(b) Naklon klanca povečujemo in ugotovimo, da klada na klancu zdrsne (ne more več mirovati na njem) pri mejnem kotu $\alpha_m = 45°$ in vseh kotih večjih od α_m. Kolikšna je sila lepenja tik preden klada zdrsne?

1

(c) Kolikšen je koeficient lepenja k_l?

1

Ko klada *drsi* po klancu, deluje nanjo sila trenja F_t (in ne več lepenja). Velikost sile trenja podaja *enačba* $F_t = k_t \cdot F_\perp$, kjer je k_t *koeficient trenja*. V nadaljevanju predpostavi, da sta koeficienta trenja in lepenja enaka, $k_t = k_l$.

(d) S kolikšnim pospeškom se giblje klada po klancu z naklonom $60°$?

3

(e) Klado postavimo na klanec z naklonom $60°$ ter jo z roko tiščimo v smeri pravokotno na klanec. S kolikšno silo moramo vsaj tiščati klado, da po klancu ne zdrsne?

2

Σ B3

Tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

8. razred, FLEKSIBILNI PREDMETNIK

Področno tekmovanje, 17. marec 2017

Prilepi nalepko s šifro.

FLEKSIBILNI PREDMETNIK

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

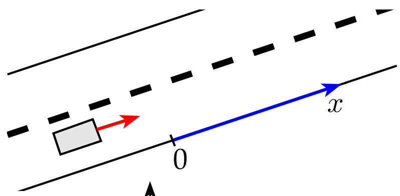
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. **V sklopu A obkroži črko** pred pravilnim odgovorom in **jo vpiši** v levo preglednico (spodaj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori v preglednici. Naloge **v sklopu B rešuj na tej poli**. V sklopu B je število točk za pravilno rešitev navedeno pri nalogi. Negativnih točk v sklopu B ni.

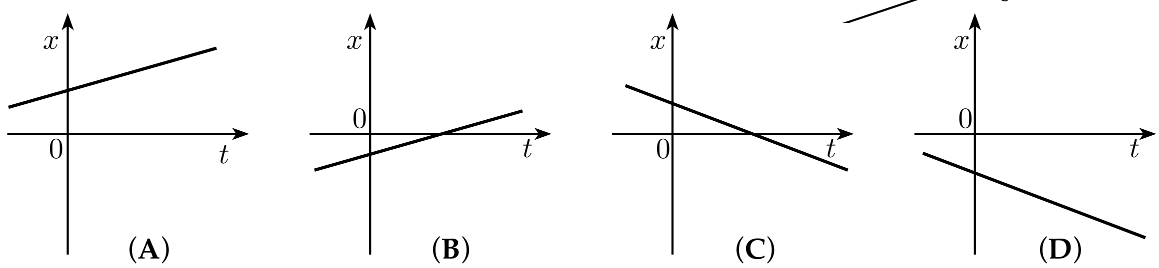
Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2	B3

A1 Slika kaže lego avta ob $t = 0$, z rdečo puščico je označena smer njegovega gibanja. Označena je tudi os x, vzdolž katere merimo lego avta. Avto se giblje enakomerno. Kateri graf pravilno kaže, kako se lega avta spreminja s časom?

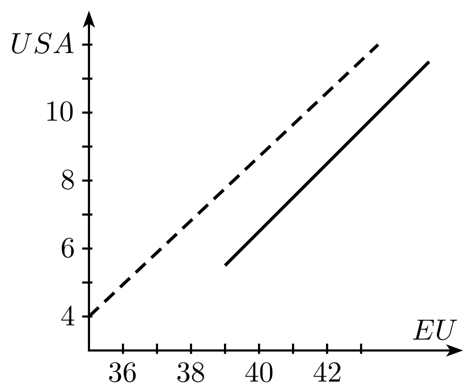




A2 Ped je pol vatla, dlan je šestina vatla, prst je štiriindvajsetina vatla. Palica je dolga 1 vatel + 1 ped + 1 dlan + 1 prst = 78,6 cm. Koliko meri vatel?

(A) 111 cm. **(B)** 78,6 cm. **(C)** 46,0 cm. **(D)** 13,4 cm.

A3 Grafa kažeta, kako so med seboj povezane evropske številke čevljev (ki so enake za moške in ženske) in ameriške (kjer se moške številk- sklenjena črta - in ženske številke - črtkana črta - razlikujejo). Pameli so prav superge njenega mlajšega brata, ki nosi čevlje velikosti, označene z ameriško moško številko 8,5. Kolikšna je ameriška številka njenih ženskih superg?



(A) 10,5 **(B)** 6 **(C)** 42 **(D)** 39,5

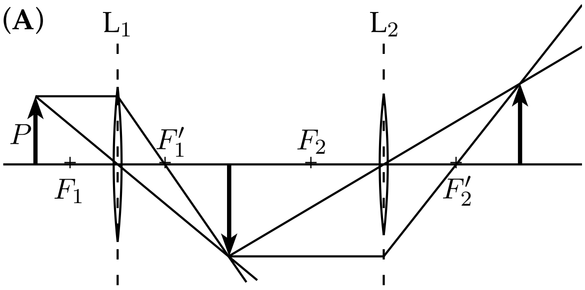
A4 Dan traja 24 ur. Trajanje svetlega in temnega dela dneva pa se med letom spreminja. Katera izjava o trajanju svetlega dela dneva na severnem polu je pravilna? Na severnem polu je svetli del dneva 1. junija ...

(**A**) enako dolg kot 1. maja. (**B**) približno 1 uro daljši kot 1. maja.

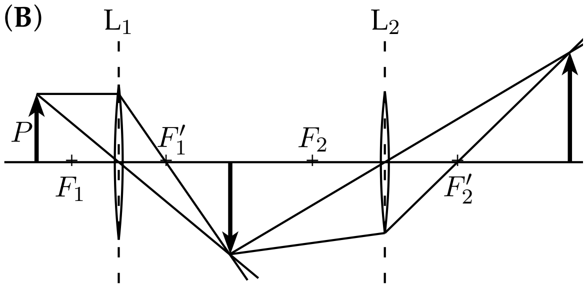
(**C**) približno 2 uri daljši kot 1. maja. (**D**) približno 6 ur daljši kot 1. maja.

A5 Zbiralni leči L_1 in L_2 postavimo eno za drugo, kot kažejo slike. Gorišča obeh leč so označena z F_1, F_1', F_2 in F_2'. Pred prvo lečo postavimo predmet P. Katera slika pravilno kaže konstrukcijo preslikave skozi obe leči?

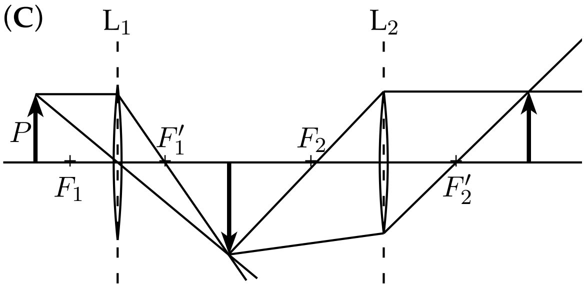
(**A**)



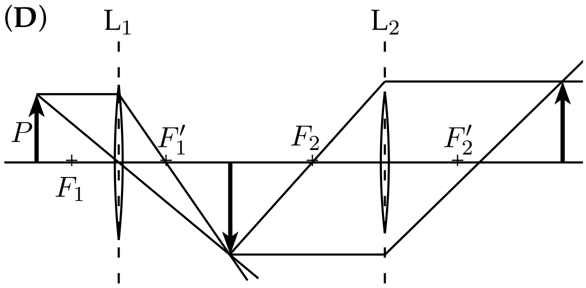
(**B**)



(**C**)



(**D**)



B1 Po vzporednih tirih si prihajata nasproti rdeči in modri vlak, ki vozita s stalnima hitrostma. Rdeči vlak vozi s hitrostjo $12\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, modri vlak pa s hitrostjo $20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Dolžina rdečega vlaka je 188 m, dolžina modrega vlaka je 260 m. Ob $t = 0$ je razdalja med sprednjima deloma obeh lokomotiv 400 m.

(a) Kolikšno pot opravi prvi in kolikšno pot opravi drugi vlak do trenutka t_1, ko se srečata sprednja dela obeh lokomotiv? 3

(b) Kolikšna je ob času t_1 razdalja med zadnjima deloma zadnjih vagonov na obeh kompozicijah? 1

(c) Koliko časa vlaka vozita eden mimo drugega in ob katerem času t_2 se srečata zadnja dela obeh zadnjih vagonov? 2

(d) V isti koordinatni sistem nariši dva grafa. Prvi graf naj kaže, kako se s časom spreminja **razdalja** med sprednjima deloma lokomotiv od trenutka $t = 0$ do $t = 35$ s. Prvi graf nariši s polno črto. Drugi graf naj kaže, kako se v istem obdobju s časom spreminja **razdalja** med zadnjima deloma zadnjih vagonov. Drugi graf nariši s črtkano črto. Na grafih označi trenutke t_1, t_2 in $t_3 = 19{,}5$ s. Skiciraj medsebojni legi vlakov ob t_3. 6

Σ B1

B2 Na kopališču imajo dva bazena, otroškega in velikega. Dno otroškega bazena meri $16\ \text{m} \times 30\ \text{m}$, dno velikega bazena meri $24\ \text{m} \times 32\ \text{m}$. Oba bazena, ki sta povsem prazna, pričnejo polniti hkrati. V vsakega od bazenov napeljejo svojo cev, iz katere priteče vsako minuto 480 litrov vode.

(a) V otroškem bazenu je na koncu polnjenja globina vode $0{,}8$ m, v velikem bazenu pa $2{,}0$ m. Koliko m^3 je v vsakem od bazenov vode, ko sta polna? 2

(b) Koliko časa polnijo vsakega od bazenov? Odgovor napiši v urah in minutah. 2

(c) Koliko vode bi moralo iz cevi priteči v veliki bazen vsako minuto, da bi s polnjenjem obeh bazenov končali hkrati? 2

(d) Bazena jeseni izpraznijo in naslednje leto pred poletjem zopet napolnijo. Postopek polnjenja ponovijo. A ker je veliki bazen pozimi razpokal, zdaj pušča. Polnjenje velikega bazena zato traja 4 ure dlje kot prejšnje leto. Koliko vode uide iz velikega bazena vsako minuto? 2

Σ B2

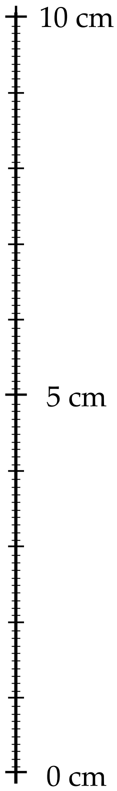
B3 Na dnu velikega akvarija leži 24 cm dolga kamnita plošča, kot kaže slika. Stene akvarija ne prepuščajo svetlobe, v akvariju ni vode. Slika je narisana v merilu, kjer pomeni 1 cm na sliki 6 cm v naravi. *Zorni kot* α je kot, pod katerim vidimo predmet.

(a) Kolikšen je zorni kot, pod katerim vidimo ploščo, če jo opazujemo iznad sredine akvarija in so naše oči od dna akvarija oddaljene 30 cm?

2

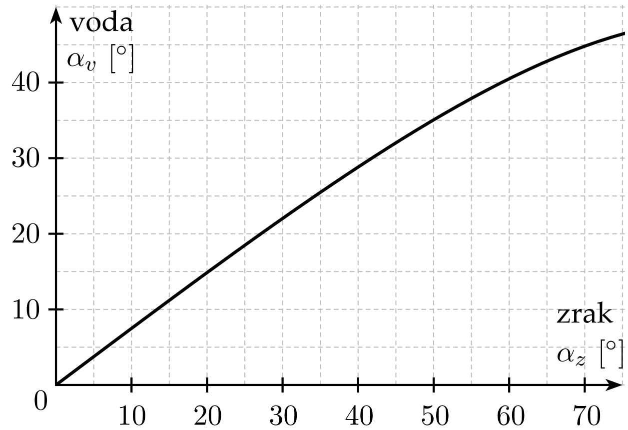
(b) Na zgornji skici akvarija jasno označi vodoravno območje, iz katerega lahko vidimo celo ploščo, če ostanejo naše oči vsaj 30 cm oddaljene od ravnine, v kateri leži dno akvarija.

2



Graf kaže, kako sta pri prehodu curka svetlobe med zrakom in vodo med seboj povezana vpadni in lomni kot.

(c) Curek svetlobe prehaja skozi gladino iz vode v zrak. Vpadni kot curka je 35°. Kolikšen je lomni kot?



1

(d) V akvarij nalijemo vodo do vrha. Na sliki označi vodoravno območje, iz katerega lahko vidimo celo ploščo, ko je akvarij do vrha poln vode in so naše oči 30 cm oddaljene od ravnine, v kateri leži dno akvarija.

(e) Naše oči so 30 cm nad dnom akvarija in nad sredino plošče. V akvariju je tudi voda, a ne do vrha. Ploščo vidimo pod zornim kotom 50°. Z načrtovanjem ugotovi, kako visoko nad dnom je gladina vode in jo nariši. Debelino plošče smeš zanemariti.

(d) 2

(e) 3

Σ B3

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

8. razred

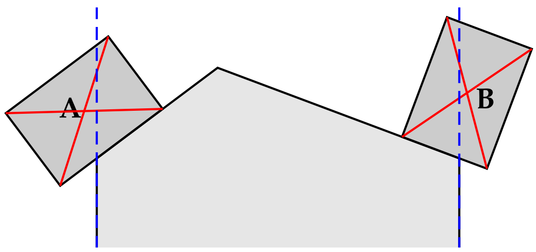
Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

Sklop A:
V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

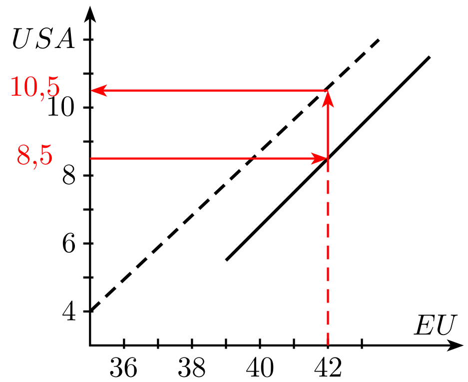
A1	A2	A3	A4	A5
B	C	A	A	A

A1 Skica avta na cesti kaže, da se avto giblje v smeri osi x, x-koordinata njegove lege se s časom povečuje. Vidimo tudi, da je ob času $t = 0$ lega avta $x(t = 0) < 0$. Graf, ki pravilno kaže, kako se x spreminja s časom t, je graf (B).

A2 Čez rob strehe pasje ute se prekucneta obe opeki, ker nobena od njiju ni podprta pod svojim težiščem. Težišče opeke je v presečišču diagonal, narisanih z rdečo.



A3 Sklenjena črta povezuje ameriške moške številke čevljev in evropske številke. Pamelin brat nosi superge z ameriško moško številko 8,5, ki ustreza evropski številki 42, ta pa tudi ameriški ženski številki čevljev 10,5.



A4 Na severnem polu je od spomladanskega enakonočja 21. marca do jesenskega enakonočja 23. septembra polarni dan, Sonce je neprestano nad obzorjem in sploh ne zaide. Svetli del dneva traja 24 ur in je 1. junija enako dolg kot 1. maja.

A5 Konstrukcijo preslikave skozi obe leči pravilno kaže slika (A). Preslikavo skozi prvo lečo kažejo vse slike enako. Preslikavo skozi drugo lečo pravilno kaže le slika (A), kjer sta pravilno prikazana loma središčnega in vzporednega žarka na ravnini, v kateri leži druga leča. Na ostalih slikah je pot vsaj enega od obeh žarkov skozi drugo lečo prikazana narobe.

B1 (a) Rdeči vlak vozi s hitrostjo $v_R = 12\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, modri vlak s hitrostjo $v_M = 20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Do trenutka t_1, ko se srečata sprednja dela njunih lokomotiv, opravita rdeči in modri vlak poti $s_R = v_R \cdot t_1$ in $s_M = v_M \cdot t_1$, vsota njunih poti pa je enaka razdalji $d_0 = 400$ m med sprednjima deloma lokomotiv ob času $t = 0$, $d_0 = s_R + s_M = v_R \cdot t_1 + v_M \cdot t_1 = (v_R + v_M) \cdot t_1$. Čas t_1 je

$$t_1 = \frac{d_0}{v_R + v_M} = \frac{400\,\mathrm{m}}{12\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = \frac{400\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}}{32\,\mathrm{m}} = 12{,}5\,\mathrm{s}\,.$$

Rdeči vlak prevozi v času t_1 pot $s_R = 12\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 12{,}5\,\mathrm{s} = 150$ m. Modri vlak prevozi v času t_1 pot $s_M = 20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 12{,}5\,\mathrm{s} = 250$ m.

Za pravilni obe poti .... **(3 točke)**
Za pravilno posamezno pot .... (1 točka)
Za pravilen čas t_1 .... (1 točka)

(b) Ob trenutku t_1 se srečata sprednja dela lokomotiv, torej sta zadnja dela zadnjih vagonov narazen toliko, kot skupaj v dolžino merita oba vlaka, $r = l_R + l_M = 188\,\mathrm{m} + 260\,\mathrm{m} = 448$ m.

Za pravilno razdaljo r .... **(1 točka)**

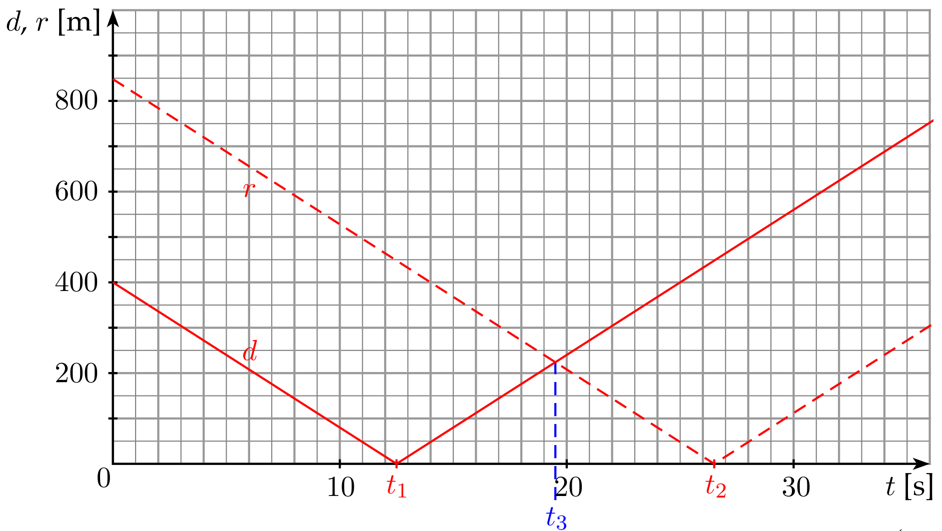
(c) S podobnim razmislekom kot pri (a) ugotovimo, da vlaka vozita eden mimo drugega čas Δt, dokler skupaj ne prevozita razdalje r,

$$\Delta t = \frac{r}{v_R + v_M} = \frac{448\,\mathrm{m}}{12\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = \frac{448\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}}{32\,\mathrm{m}} = 14\,\mathrm{s}\,.$$

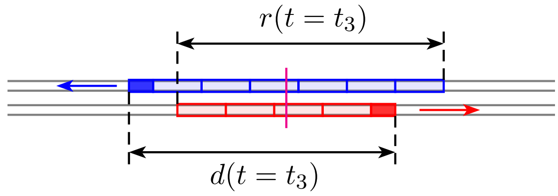
Zadnja dela zadnjih vagonov se srečata ob času $t_2 = t_1 + \Delta t = 12{,}5\,\mathrm{s} + 14\,\mathrm{s} = 26{,}5$ s.

Za pravilen čas vožnje vlakov Δt .... **(1 točka)**
Za pravilen čas t_2 .... **(1 točka)**

(d) V koordinatnem sistemu sta narisana grafa, ki kažeta, kako se s časom spreminjata razdalja d med sprednjima deloma lokomotiv (s sklenjeno črto) in razdalja r med zadnjima deloma zadnjih vagonov (s črtkano črto).



Ob času $t_3 = 19{,}5$ s sta razdalji d in r enaki. Ob času t_3 se srečata sredini vlakov. Medsebojni legi vlakov ob t_3 kaže slika.



Za v celoti pravilno narisana in označena grafa (oznaka osi, količine in enote) .. **(3 točke)**
Za v celoti pravilno narisan in označen graf d .... (1 točka)
Za v celoti pravilno narisan in označen graf r .... (1 točka)

Za pravilno označene osi (količine in enote) .... (1 točka)
Za pravilno označena trenutka t_1 in t_2 .... (1 točka)
Za pravilno označen trenutek t_3 .... (1 točka)
Za pravilno skicirani medsebojni legi vlakov ob t_3 .... (1 točka)

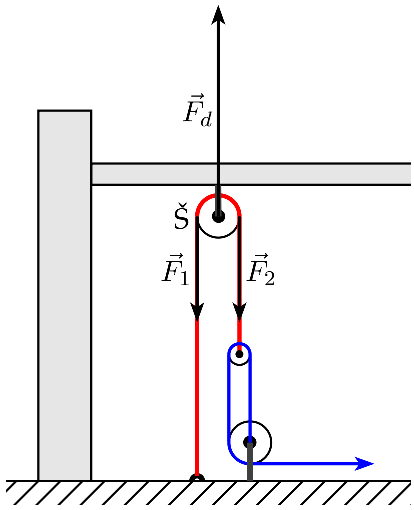
Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **12 točk**.

B2 Pri sklepih moramo upoštevati, da láhko vrvico, speljano preko lahkega škripca, ki se vrti brez trenja, napenjata na obeh krajiščih po velikosti enaki sili. Povsod, kjer je treba, tudi upoštevamo, da sta oba kraka vrvi, speljane preko škripca, med seboj vzporedna, in sta zato vzporedni tudi sili, s katerima vrv deluje na škripec. V takih primerih deluje vrv na škripec s silo, ki je po velikosti enaka dvakratni sili, s katero je vrv napeta.

(a) Če je rdeča vrv napeta s silo 1 kN, vleče rdeča vrv deblo preko škripca, pritrjenega na deblo, s podvojeno silo 2 kN.
Za pravilno velikost sile .... (1 točka)

(b) Modra vrv je napeta s silo 1 kN. Preko škripca, pritrjenega na rdečo vrv, vleče modra vrv rdečo vrv s podvojeno silo 2 kN. Rdečo vrv torej napenja sila $F_r = 2$ kN. Preko škripca, pritrjenega na deblo, vleče rdeča vrv deblo s podvojeno silo $F_{r\to d} = 2 \cdot F_r = 4$ kN.
Za pravilno velikost sile F_r .... (1 točka)
Za pravilno velikost sile $F_{r\to d}$ $(= 2 \cdot F_r)$ .... (1 točka)

(c) Na škripec Š deluje rdeča vrv, ki je speljana preko njega, z dvema silama, $\vec{F}_1$ in $\vec{F}_2$, ki sta po velikosti enaki sili, s katero je napeta rdeča vrv ($F_1 = F_2 = F_r = 2$ kN). Škripec miruje, ker nanj deluje še tretja sila, sila debla $\vec{F}_d$, ki sili rdeče vrvi uravnovesi. Sila debla je po velikosti enaka $F_d = 4$ kN.
Če k škripcu štejemo tudi vpetje škripca na deblo, je prijemališče sile debla na škripec v točki, kjer je vpetje škripca pritrjeno na deblo. Če k škripcu štejemo le vrtljivi del škripca (vpetje pa štejemo k deblu), je prijemališče sile debla na škripec v osi škripca. Obe možnosti sta sprejemljivi.



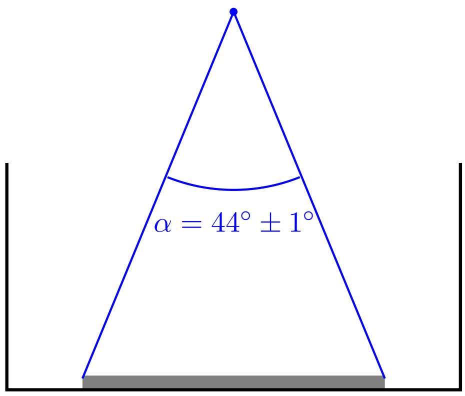
Za pravilno narisane vse tri sile (prijemališče, velikost, smer) .... (3 točke)
Za pravilno narisani 2 sili (prijemališče, velikost, smer) .... (1 točka)
Za pravilno upoštevano ravnovesje sil (glede na sile, ki jih nariše) .... (1 točka)
Za pravilno upoštevano enakost sil vrvice na škripec .... (1 točka)

(d) Če na deblo deluje škripec s silo, ki meri 2 kN (kot v primeru (a)), meri sila, s katero je preko škripca napeta rdeča vrv, $F'_r = 1$ kN. Rdeča vrv deluje s prav tolikšno silo na dva sestavljena, v oseh togo povezana manjša škripca, na katera je vpeta. Preko obeh manjših škripcev je speljana modra vrv, ki je napeta s silo F_m. Vsakega od škripcev vleče modra vrv navzdol s silo $2 \cdot F_m$, oba škripca skupaj pa vleče navzdol vsota sil, ki meri $2 \cdot 2 \cdot F_m = 4 \cdot F_m$. Ker sta sestavljena škripca v ravnovesju, velja $4 \cdot F_m = F'_r = 1$ kN in dobimo $F_m = 250$ N.
Za pravilno velikost sile F'_r .... (1 točka)
Za pravilno velikost sile F_m (četrtina F'_r) .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **8 točk**.

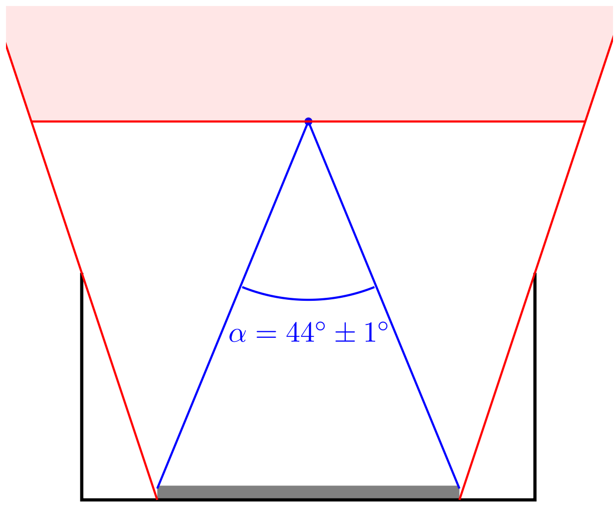
B3 (a) Nad sredino akvarija označimo v pravilni oddaljenosti (glede na podano merilo) točko, iz katere opazujemo ploščo. Iz te točke narišemo daljici do obeh robov plošče. Izmerimo kot α med daljicama in ugotovimo, da meri $44° \pm 1°$.

Za pravilni odgovor .... (2 točki)
Za pravilno narisani daljici med točko, iz katere opazujemo, in robovi plošče ....(1 točka)



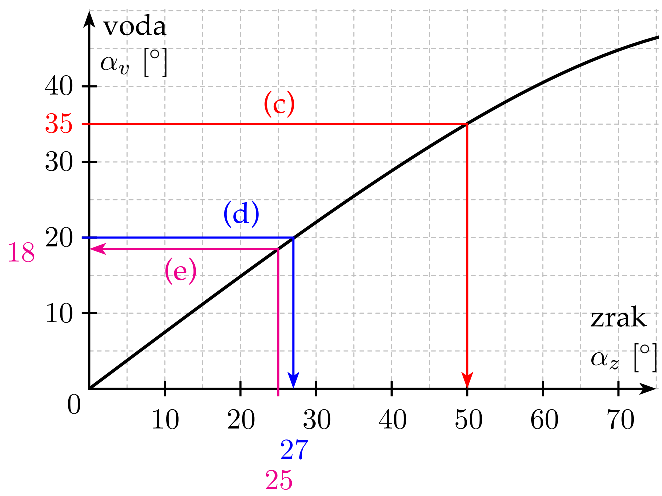
(b) Območje, iz katerega vidimo celo ploščo, če so naše oči od dna akvarija oddaljene 30 cm, omejujeta poltraka, ki imata izhodišči na robovih plošče in oplazita rob sten akvarija. Na sliki sta poltraka narisana z rdečo. Območje, ki je hkrati tudi 30 cm oddaljeno od dna akvarija, je osenčeno.

Za pravilno označeno območje (2 točki)
Za pravilno narisan vsaj en poltrak z roba plošče mimo roba stene akvarija ..
.... (1 točka)

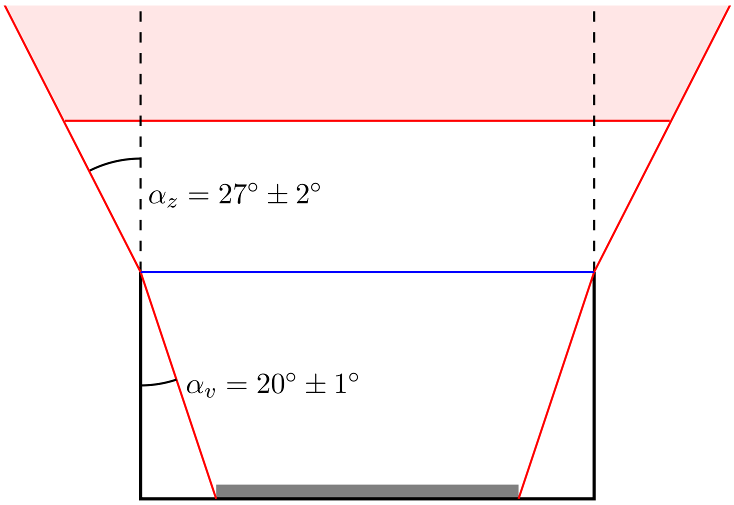


(c) Z rdečo črto (c) je na grafu prikazano, kako iz grafa preberemo, da ustreza vpadnemu kotu $\alpha_v = 35°$ v vodi lomni kot $\alpha_z = 50° \pm 1°$ v zraku.

Za pravilni odgovor .....(1 točka)



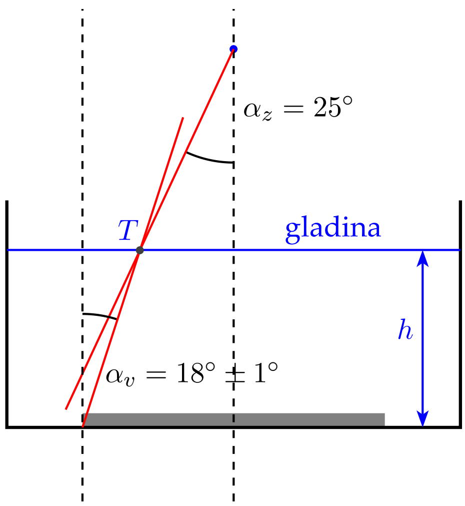
(d) Ko v akvarij nalijemo vodo do vrha, se curek svetlobe, ki gre od roba plošče skozi gladino vode v zrak tik ob stenah akvarija, pri prehodu iz vode v zrak lomi stran od vpadne pravokotnice. Na skici označimo gladino vode in izmerimo vpadni kot, $\alpha_v = 20° \pm 1°$. Z modro črto (d) je na grafu pri (c) prikazano, kako iz grafa preberemo, da je pri vpadnem kotu $\alpha_v = 20° \pm 1°$ lomni kot v zraku enak $\alpha_z = 27° \pm 2°$. Na skico narišemo curek, ki se lomi stran od vpadne pravokotnice za α_z.



Območje, ki je hkrati tudi 30 cm oddaljeno od dna akvarija, je osenčeno. Ker je sredina plošče na sredini akvarija, so koti za oba mejna curka enaki.

Za pravilno označeno območje .... (2 točki)
Za pravilno prikazan lom curka svetlobe .... (1 točka)

(e) Pri reševanju naloge si pomagamo z načrtovanjem (kot je predlagano v nalogi). Označimo točko nad akvarijem, iz katere opazujemo ploščo (opazovališče), pri čemer upoštevamo navedeno merilo. Iz opazovališča narišemo pravokotnico na ploščo in odmerimo v vsako stran (ali pa tudi le v eno) kot 25°, ki je polovica navedenega zornega kota. V odmerjeni smeri narišemo iz opazovališča poltrak z vrhom v opazovališču. Vzdolž poltraka se **po** prehodu gladine giblje mejni curek svetlobe, ki izhaja iz roba plošče proti gladini in se na gladini lomi ravno prav, da vpade v opazovališče. Ker je gladina vodoravna, poznamo lomni kot po prehodu gladine, $\alpha_z = 25°$.



S škrlatno črto (e) je na grafu pri (c) prikazano, kako iz grafa preberemo, da je pri lomnem kotu $\alpha_z = 25°$ vpadni kot v vodi enak $\alpha_v = 18° \pm 1°$.

Iz roba plošče narišemo pravokotnico na ploščo in od nje odmerimo kot α_v, narišemo v odmerjeni smeri drugi poltrak z vrhom na robu plošče. Presečišče obeh poltrakov je točka T, v kateri se mejnemu curku svetlobe spremeni smer potovanja – ta točka je na gladini vode v akvariju. Narišemo gladino. Izmerimo razdaljo $h = 2{,}3 \pm 0{,}5$ cm med gladino in dnom posode, upoštevamo merilo ter dobimo, da je gladina za $h_g = 14$ cm ± 3 cm nad dnom posode. (Dopuščamo veliko napako pri določanju višine gladine, ker je višina gladine določena s presečiščem dveh skoraj vzporednih premic.)

Za pravilno prikazan kot $\alpha_z = 25°$ iz opazovališča, ki je v merilu 5 cm nad sredino plošče .... (1 točka)
Za pravilno določen lomni kot $\alpha_v = 18°$ iz grafa pri (c) .... (1 točka)
Za poltraka, njuno presečišče in vodoravno gladino na ustrezni višini .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **10 točk**.

dMFA

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

9. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

Sklop A:
V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
A	D	A	D	C

A1 Ko zapestnica visi potopljena v glicerin na silomeru, je v ravnovesju: njeno težo $\vec{F}_g$, ki vleče zapestnico navzdol, uravnovesita sili vzgona $\vec{F}_{vzg}$ in silomera $\vec{F}_s$, ki vlečeta zapestnico navzgor. Za velikosti sil lahko zapišemo $F_g = F_{vzg} + F_s$ in od tod dobimo $F_{vzg} = F_g - F_s = 1{,}38\,\mathrm{N} - 1{,}29\,\mathrm{N} = 0{,}09\,\mathrm{N}$. Iz razmerja med težo in silo vzgona

$$\frac{F_g}{F_{vzg}} = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{\rho_g \cdot V \cdot g} = \frac{\rho}{\rho_g}\,,$$

kjer je V prostornina zapestnice (enaka tudi prostornini izpodrinjenega glicerina) in g težni pospešek, izrazimo gostoto snovi, iz katere je zapestnica ρ, z gostoto glicerina ρ_g, ki jo poiščemo v tabeli gostot, $\rho_g = 1260\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, in razmerjem med silama,

$$\rho = \rho_g \cdot \frac{F_g}{F_{vzg}} = 1260\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot \frac{1{,}38\,\mathrm{N}}{0{,}09\,\mathrm{N}} = 19{,}32\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\,,$$

kar je natanko gostota zlata. Zapestnica je zlata.

A2 Opazujemo sistem, v katerem sta voziček s kamenčki, utež s stalno maso M, ki visi prek škripca, in lahka vrvica, ki ju povezuje. Skupna masa sistema je $m_s = m + M$. Utež in voziček se gibljeta enakomerno pospešeno, pospešuje ju rezultanta vseh sil na sistem, ki je kar enaka teži uteži $F_r = F_g = M \cdot g$. Drugi Newtonov zakon pravi, da je pospešek sistema a enak razmerju med rezultanto sil na sistem in maso sistema,

$$a = \frac{F_r}{m_s} = \frac{M \cdot g}{M + m}\,.$$

Graf, ki pravilno kaže, kako je pospešek a odvisen od mase vozička s kamenčki m je graf (D). Ko masa vozička s kamenčki m narašča, gre pospešek a proti 0, a doseže to vrednost v idealnem primeru (ko ni trenja) šele pri $m \to \infty$.

A3 Koščšek ledu se po klancu navzdol giblje enakomerno pospešeno, od dna klanca navzgor na nasprotni breg pa enakomerno pojemajoče. Hitrost koščka ledu do trenutka, ko je na dnu klanca, enakomerno narašča, od dna navzgor po nasprotnem bregu pa enakomerno pada, kot kaže graf (A).

A4 Enoto koeficienta temperaturnega raztezka α določimo iz izraza

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T} \to \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{m} \cdot \mathrm{K}} \to \frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{m} \cdot \mathrm{K}},$$

kar je enota, zapisana pri (D).

A5 Sili obeh podpor uravnovesita težo akvarija in vsega, kar je v njem. Ko na gladino položimo račko, se sili podpor skupaj povečata za težo račke, in sicer vsaka za polovico (C). Če v akvariju ne bi bilo vode, bi se sila leve podpore povečala nekoliko več, sila desne pa nekoliko manj, ker je račka bližje levi podpori. Ker je v akvariju voda, se obe sili povečata enako, kar je povezano s tem, kako se po kapljevinah prenašajo sile.

Sklop B:

B1 (a) Kinetična energija izstrelka z maso $m = 1{,}02\,\mathrm{g} = 0{,}00102\,\mathrm{kg}$ in hitrostjo $v = 220\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, tik preden se zaleti v kvader, je

$$W_k = \frac{1}{2}\,m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}00102\,\mathrm{kg} \cdot \left(220\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 = 24{,}7\,\mathrm{J}\,.$$

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(b) Izstrelek se v kvadru ustavlja, nanj deluje sila $F_u = 1{,}6$ kN. Delo sile F_u med ustavljanjem na poti s je negativno in enako spremembi kinetične energije izstrelka na tej poti. Izstrelek se ustavi, njegova kinetična energija se z začetne W_k zmanjša na 0. Zapišemo lahko

$$\Delta W_k = 0 - W_k = -F_u \cdot s$$

in izrazimo pot s,

$$s = \frac{W_k}{F_u} = \frac{24{,}7\,\mathrm{J}}{1{,}6\,\mathrm{kN}} = 0{,}01548\,\mathrm{m} = 1{,}54\,\mathrm{cm}\,.$$

Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**
Za pravilno zapisan izrek o kinetični energiji .... (1 točka)

(c) Prostornina kvadra je $V = 4\,\text{palcev} \cdot 4\,\text{palcev} \cdot 6\,\text{palcev} = 96\,\text{palcev}^3 = 96\,\mathrm{in}^3$. Masa kvadra s prostornino V in gostoto $\rho = 0{,}033\,\frac{\mathrm{lbs}}{\mathrm{in}^3}$ je

$$m_k = \rho \cdot V = 0{,}033\,\frac{\mathrm{lbs}}{\mathrm{in}^3} \cdot 96\,\mathrm{in}^3 = 3{,}17\,\mathrm{lbs} = 3{,}17 \cdot 0{,}4536\,\mathrm{kg} = 1{,}44\,\mathrm{kg}\,.$$

Upoštevali smo pretvorbo funtov (lbs) v kilograme.
Za pravilno maso v kilogramih .... **(3 točke)**
Za pravilno prostornino kvadra (v katerihkoli enotah) .... (1 točka)
Za pravilno maso v lbs .... (1 točka)
Za pravilno pretvorbo lbs v kg in palcev v metre .... (1 točka)

(d) Izstrelek med ustavljanjem v kvadru iz polietilena (PE) opravi na kvadru pozitivno delo. Izstrelek delo kvadru odda, zato se izstrelku zmanjša kinetična energija, kvadru pa se zaradi prejetega dela za prav toliko poveča notranja energija, temperatura pa za ΔT. Zapišemo lahko $|\Delta W_k| = \Delta W_n = m_k \cdot c_{PE} \cdot \Delta T$, kjer sta m_k izračunana masa kvadra in c_{PE} podana specifična toplota polietilena ter izrazimo ΔT

$$\Delta T = \frac{|\Delta W_k|}{m_k \cdot c_{PE}} = \frac{24{,}7\,\mathrm{J} \cdot \mathrm{kg} \cdot \mathrm{K}}{1{,}44\,\mathrm{kg} \cdot 1{,}9\,\mathrm{kJ}} = 0{,}009\,\mathrm{K}\,.$$

Za pravilno spremembo temperature .... **(2 točki)**
Za pravilno uporabo energijskega zakona .... (1 točka)

(e) Glede na to, da je masa izstrelka mnogo manjša od mase kvadra, in glede na to, da sta specifični toploti jekla c_j in polietilena c_{PE} istega velikostnega reda, utemeljeno domnevamo, da se s toploto, ki jo od izstrelka med njegovim ohlajanjem prejme kvader, slednji le malo segreje in je končna temperatura izstrelka in kvadra zelo podobna začetni temperaturi kvadra $T_k = 20°\mathrm{C}$. To pomeni, da se izstrelek v kvadru ohladi z začetne temperature $T_i = 200°\mathrm{C}$ za $\Delta T_i = T_i - T_k = 180°\mathrm{C}$. Med ohlajanjem izstrelek odda kvadru toploto $Q = m \cdot c_j \cdot \Delta T_i$. To isto toploto kvader prejme in se ob tem segreje za $\Delta T'$, pri čemer velja $Q = m_k \cdot c_{PE} \cdot \Delta T'$. Izenačimo oba izraza za Q in iz enačbe izrazimo $\Delta T'$,

$$\Delta T' = \frac{m \cdot c_j \cdot \Delta T_i}{m_k \cdot c_{PE}} = \frac{0{,}00102\,\mathrm{kg} \cdot 460\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg \cdot K}} \cdot 180\,\mathrm{K}}{1{,}44\,\mathrm{kg} \cdot 1900\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg \cdot K}}} = 0{,}031\,\mathrm{K}\,.$$

Za pravilno spremembo temperature .... **(3 točke)**

Za pravilno uporabo energijskega zakona .... (1 točka)

Za pravilno oceno spremembe temperature izstrelka .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **11 točk**.

B2 (a) Prvi vlak se giblje s pospeškom $a_1 = 0{,}15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ in opravi do trenutka $t_1 = 20\,\mathrm{s}$ pot

$$s_1 = \frac{1}{2}\,a_1 \cdot t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot (20\,\mathrm{s})^2 = 30\,\mathrm{m}\,.$$

Drugi vlak se giblje s pospeškom $a_2 = 0{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ in opravi do trenutka $t_1 = 20\,\mathrm{s}$ pot

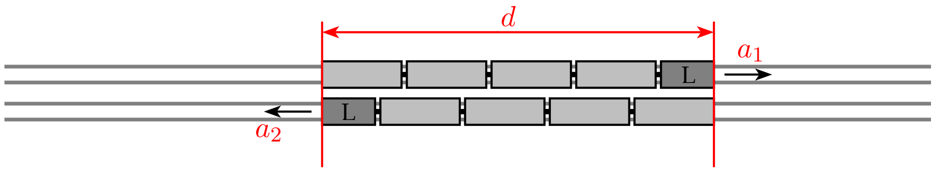
$$s_2 = \frac{1}{2}\,a_2 \cdot t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot (20\,\mathrm{s})^2 = 50\,\mathrm{m}\,.$$

Za pravilno pot prvega vlaka .... **(1 točka)**

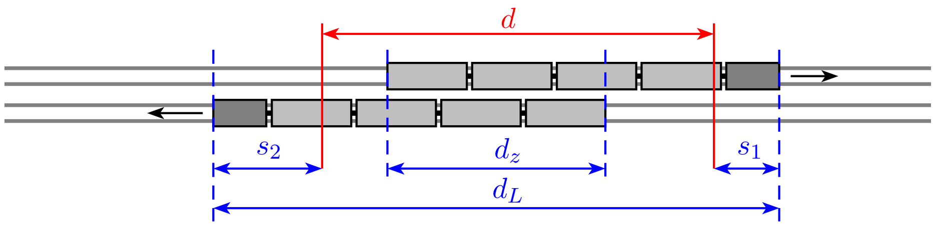
Za pravilno pot drugega vlaka .... **(1 točka)**

(b) Ob času $t = 0$ je razdalja med sprednjima deloma lokomotiv enaka eni dolžini vlaka $d = 180$ m in tolikšna je tudi razdalja med zadnjima deloma njunih zadnjih vagonov (kot kaže slika pri nalogi). Potem, ko vlaka speljeta vsak v svojo smer, se razdalja med sprednjima deloma njunih lokomotiv povečuje, razdalja med zadnjima deloma njunih zadnjih vagonov pa se najprej, dokler sta vlaka še delno vštric, zmanjšuje. Ob času t_1 je razdalja med sprednjima deloma lokomotiv $d_L = d + s_1 + s_2 = 180\ \mathrm{m} + 30\ \mathrm{m} + 50\ \mathrm{m} = 260\ \mathrm{m}$. Ob času t_1 je razdalja med zadnjima deloma zadnjih vagonov $d_z = d - (s_1 + s_2) = 180\ \mathrm{m} - 30\ \mathrm{m} - 50\ \mathrm{m} = 100\ \mathrm{m}$.

$t = 0$:



$t = t_1 = 20$ s:



Za pravilno razdaljo d_L .... **(1 točka)**

Za pravilno razdaljo d_z .... **(1 točka)**

(c) Vlaka vozita eden mimo drugega čas t_2, dokler skupaj ne prevozita ene dolžine posameznega vlaka d. Prvi vlak v času t_2 prevozi pot s_1' in drugi vlak prevozi pot s_2',

$$s_1' = \frac{1}{2}\,a_1 \cdot t_2^2 \quad \text{in} \quad s_2' = \frac{1}{2}\,a_2 \cdot t_2^2\,.$$

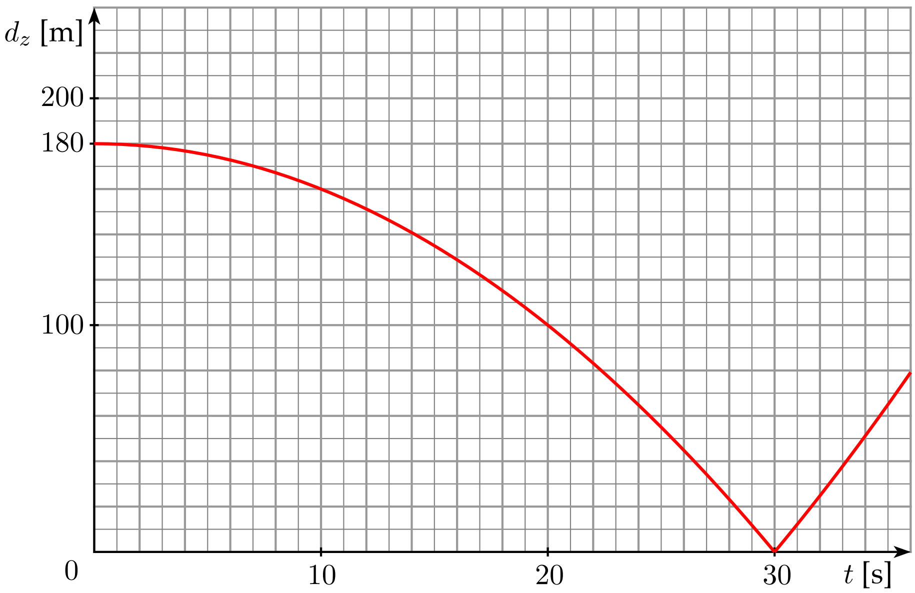
Vsota obeh poti je enaka dolžini vlaka, $s_1' + s_2' = \frac{1}{2}\,(a_1 + a_2) \cdot t_2^2 = d$, odkoder izrazimo čas t_2,

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot d}{a_1 + a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 180\,\mathrm{m}}{0{,}15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} + 0{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = \sqrt{\frac{360\,\mathrm{m}}{0{,}40\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = 30\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilen čas t_2 .... (2 točki)

Za pravilen sklep, da je vsota poti, ki ju prevozita oba vlaka v času t_2 enaka d ... (1 točka)

(d) V koordinatnem sistemu je narisan graf, ki kaže, kako se s časom spreminja razdalja d_z med zadnjima deloma zadnjih vagonov.



Ob $t = 0$ vlaka speljeta enakomerno pospešeno. Njuni hitrosti s časom naraščata, zato se vedno hitreje spreminja razdalja med zadnjima deloma zadnjih vagonov. Ta razdalja se do (že izračunanega) trenutka $t_2 = 30$ s zmanjšuje. Ob t_2 sta zadnja dela zadnjih vagonov vštric, razdalja med njima je 0, po tem času pa se razdalja spet povečuje (vedno hitreje).

Za v celoti pravilno narisan in označen graf (oznaka osi, količine in enote) .... (5 točk)

Za pravilno označene osi (količine in enote) .... (1 točka)

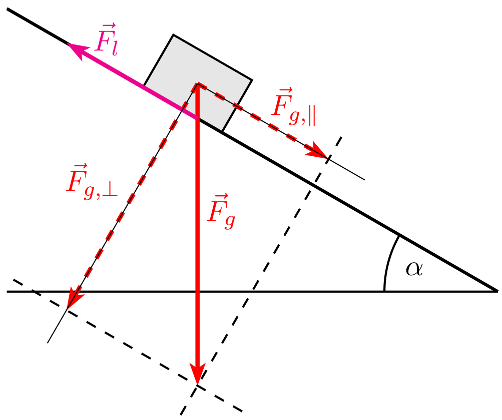
Za pravilno obliko (parabolo) in ves čas $d_z \geq 0$ (razdalja ni negativna) .... (1 točka)

Za pravilno obliko grafa pri $t \to 0$ (vodoravno) .... (1 točka)

Za pravilno razdaljo $d_z = 0$ ob t_2 .... (1 točka)

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

B3 (a) Klada na klancu miruje, sile nanjo so v ravnovesju. Poleg teže $\vec{F}_g$, ki jo razstavimo na komponenti vzdolž podlage (klanca) $\vec{F}_{g,\parallel}$ in pravokotno na podlago (klanec) $\vec{F}_{g,\perp}$ (glej sliko), delujeta nanjo še pravokotna sila podlage $\vec{F}_\perp$ (na sliki ni prikazana) in sila lepenja $\vec{F}_l$. Pravokotna sila podlage $\vec{F}_\perp$ uravnovesi na podlago pravokotno komponento teže $\vec{F}_{g,\perp}$, sila lepenja $\vec{F}_l$ pa uravnovesi s podlago vzporedno komponento teže $\vec{F}_{g,\parallel}$. Izberemo primerno merilo (v teh rešitvah ustreza 1 cm sili 2,5 N) in ugotovimo, da sta podlagi vzporedna komponenta teže in sila lepenja po velikosti enaki 5 N.

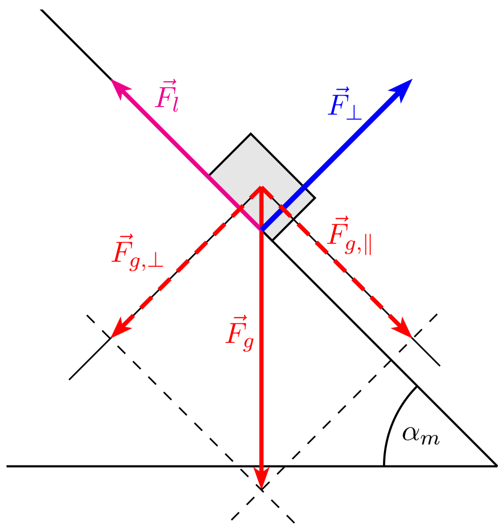


Za pravilno velikost sile ....**(2 točki)**

Za pravilno razstavljeno težo in / ali upoštevano ravnovesje sil na klado .... (1 točka)

(b) Ko naklon klanca povečujemo pri kotih, ki so manjši od α_m, se veča s klancem vporedna komponenta sile podlage $\vec{F}_{g,\parallel}$, in veča se tudi sila lepenja $\vec{F}_l$, ki to komponento teže uravnoveša – dokler se lahko. Ko pri mejnem kotu α_m preseže največjo vrednost, določeno z neenačbo $F_l \leq k_l \cdot F_\perp \rightarrow F_{l,max} = k_l \cdot F_\perp$, klada zdrsne. Sile na klado na klancu z naklonom $\alpha_m = 45°$ kaže slika. Uporabimo isto merilo in enak postopek kot pri (a) in ugotovimo, da meri sila lepenja tik preden klada zdrsne 7,1 N $\pm$ 0,3 N.

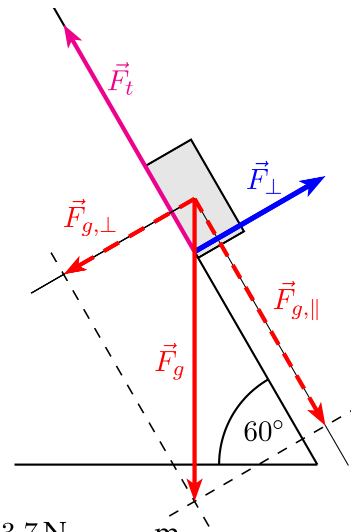
Za pravilno velikost sile ....**(1 točka)**



(c) Na sliki pri (b) je v izbranem merilu prikazana tudi pravokotna sila podlage na klado $\vec{F}_\perp$, ki uravnovesi pravokotno komponento teže $\vec{F}_{g,\perp}$ tik preden klada zdrsne, $F_\perp = F_{g,\perp}$. Ugotovimo (tudi iz simetrije, ker je naklon klanca ravno 45°), da je $F_{g,\perp} = F_{g,\parallel} = 7{,}1$ N $\pm$ 0,3 N. Upoštevamo zvezo $F_l = F_{l,max} = k_l \cdot F_\perp$ ter enakosti $F_l = F_{g,\parallel} = F_{g,\perp} = F_\perp$ in ugotovimo, da je koeficient lepenja $k_l = 1$.

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

(d) Ko je naklon klanca večji od mejnega kota α_m, klada po klancu drsi enakomerno pospešeno. Rezultanta vseh sil kaže vzdolž klanca navzdol in je enaka vsoti klancu vporedne komponente teže, ki je vzporedna smeri gibanja, in sile trenja, ki je nasprotna smeri gibanja, $\vec{F}_{rez} = \vec{F}_{g,\|} + \vec{F}_t$, po velikosti pa je enaka razliki med tema silama, $F_{rez} = F_{g,\|} - F_t$. Velikost sile trenja je $F_t = k_t \cdot F_\perp$ in ker je $k_t = k_l = 1$ ter ker je $F_\perp = F_{g,\perp}$, je $F_t = F_{g,\perp}$. Velikost sil določimo z načrtovanjem, kot pri (a) in (b). Ugotovimo, da je $F_{g,\perp} = 5\,\mathrm{N}$ in $F_{g,\|} = 8{,}7\,\mathrm{N} \pm 0{,}3\,\mathrm{N}$.



Klada se giblje s pospeškom a,

$$a = \frac{F_{rez}}{m} = \frac{F_{g,\|} - F_t}{m} = \frac{F_{g,\|} - F_{g,\perp}}{m} = \frac{8{,}7\,\mathrm{N} - 5\,\mathrm{N}}{1\,\mathrm{kg}} = \frac{3{,}7\,\mathrm{N}}{1\,\mathrm{kg}} = 3{,}7\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

Za pravilno vrednost a .... **(3 točke)**
Za pravilno zapisan 2. Newtonov zakon, upoštevane smeri sil .... (1 točka)
Za pravilno izračunano velikost sile trenja .... (1 točka)

(e) Ko klado tiščimo ob klanec v smeri, pravokotno na klanec, s silo roke $\vec{F}_r$, se za silo roke poveča tudi pravokotna sila podlage, $F_\perp = F_{g,\perp} + F_r$, in poveča se tudi največja sila lepenja, $F_{l,max} = k_l \cdot F_\perp$. Ko velikost največje sile lepenja $F_{l,max}$ doseže velikost klancu vporedne komponente teže $F_{g,\|}$, klada na klancu lahko miruje. Ker je koeficient lepenja $k_l = 1$, vidimo, da moramo klado ob klanec pritiskati s silo, ki je po velikosti enaka razliki med $F_{g,\|}$ in $F_{g,\perp}$ pri vprašanju (d), $F_r = 3{,}7\,\mathrm{N}$.

Za pravilno vrednost F_r .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevane smeri sil in ravnovesje .... (1 točka)

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

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

8. razred, fleksibilni predmetnik

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

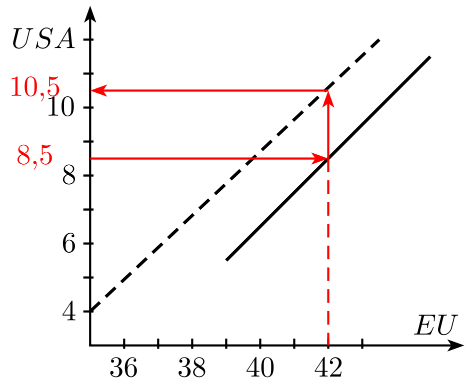
Sklop A:
V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
B	C	A	A	A

A1 Skica avta na cesti kaže, da se avto giblje v smeri osi x, x-koordinata njegove lege se s časom povečuje. Vidimo tudi, da je ob času $t = 0$ lega avta $x(t = 0) < 0$. Graf, ki pravilno kaže, kako se x spreminja s časom t, je graf (B).

A2 Palica je dolga 1 vatel + 1 ped + 1 dlan + 1 prst = $(24 + 12 + 4 + 1)$ prstov $= 41$ prstov = 78,6 cm. Od tod sledi: 1 prst $= \frac{78{,}6\,\text{cm}}{41} = 1{,}92$ cm in 1 vatel $= 24$ prstov $= 46$ cm.

A3 Sklenjena črta povezuje ameriške moške številke čevljev in evropske številke. Pamelin brat nosi superge z ameriško moško številko 8,5, ki ustreza evropski številki 42, ta pa tudi ameriški ženski številki čevljev 10,5.



A4 Na severnem polu je od spomladanskega enakonočja 21. marca do jesenskega enakonočja 23. septembra polarni dan, Sonce je neprestano nad obzorjem in sploh ne zaide. Svetli del dneva traja 24 ur in je 1. junija enako dolg kot 1. maja.

A5 Konstrukcijo preslikave skozi obe leči pravilno kaže slika (A). Preslikavo skozi prvo lečo kažejo vse slike enako. Preslikavo skozi drugo lečo pravilno kaže le slika (A), kjer sta pravilno prikazana loma središčnega in vzporednega žarka na ravnini, v kateri leži druga leča. Na ostalih slikah je pot vsaj enega od obeh žarkov skozi drugo lečo prikazana narobe.

B1 (a) Rdeči vlak vozi s hitrostjo $v_R = 12\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, modri vlak s hitrostjo $v_M = 20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Do trenutka t_1, ko se srečata sprednja dela njunih lokomotiv, opravita rdeči in modri vlak poti $s_R = v_R \cdot t_1$ in $s_M = v_M \cdot t_1$, vsota njunih poti pa je enaka razdalji $d_0 = 400$ m med sprednjima deloma lokomotiv ob času $t = 0$, $d_0 = s_R + s_M = v_R \cdot t_1 + v_M \cdot t_1 = (v_R + v_M) \cdot t_1$. Čas t_1 je

$$t_1 = \frac{d_0}{v_R + v_M} = \frac{400\,\mathrm{m}}{12\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = \frac{400\,\mathrm{m}\ \cdot\ \mathrm{s}}{32\,\mathrm{m}} = 12{,}5\,\mathrm{s}\,.$$

Rdeči vlak prevozi v času t_1 pot $s_R = 12\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 12{,}5\,\mathrm{s} = 150$ m. Modri vlak prevozi v času t_1 pot $s_M = 20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 12{,}5\,\mathrm{s} = 250$ m.

Za pravilni obe poti .... **(3 točke)**

Za pravilno posamezno pot .... (1 točka)

Za pravilen čas t_1 .... (1 točka)

(b) Ob trenutku t_1 se srečata sprednja dela lokomotiv, torej sta zadnja dela zadnjih vagonov narazen toliko, kot skupaj v dolžino merita oba vlaka, $r = l_R + l_M = 188\,\mathrm{m} + 260\,\mathrm{m} = 448$ m.

Za pravilno razdaljo r .... **(1 točka)**

(c) S podobnim razmislekom kot pri (a) ugotovimo, da vlaka vozita eden mimo drugega čas Δt, dokler skupaj ne prevozita razdalje r,

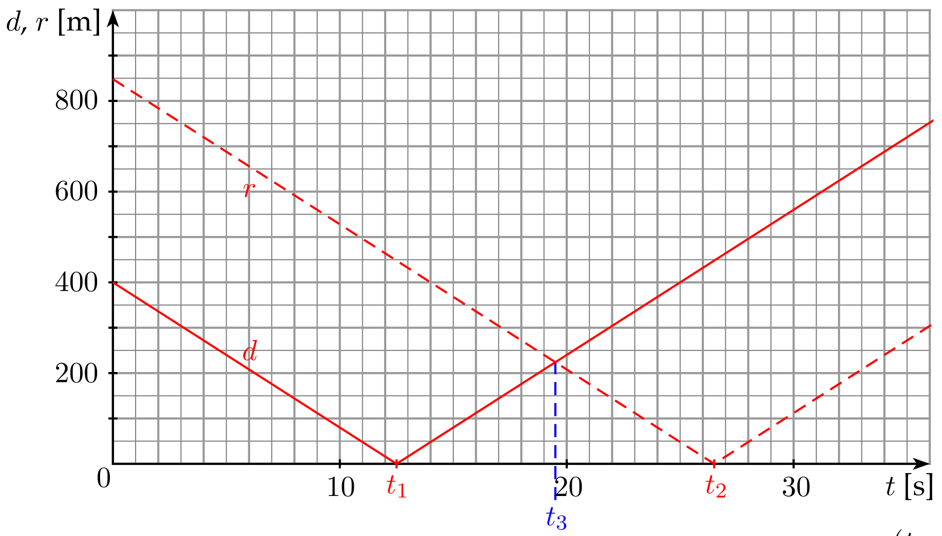
$$\Delta t = \frac{r}{v_R + v_M} = \frac{448\,\mathrm{m}}{12\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = \frac{448\,\mathrm{m}\ \cdot\ \mathrm{s}}{32\,\mathrm{m}} = 14\,\mathrm{s}\,.$$

Zadnja dela zadnjih vagonov se srečata ob času $t_2 = t_1 + \Delta t = 12{,}5\,\mathrm{s} + 14\,\mathrm{s} = 26{,}5$ s.

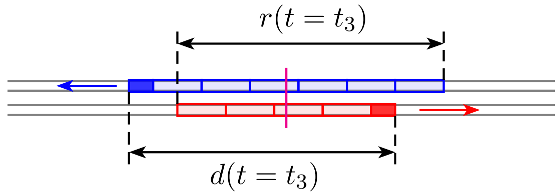
Za pravilen čas vožnje vlakov Δt .... **(1 točka)**

Za pravilen čas t_2 .... **(1 točka)**

(d) V koordinatnem sistemu sta narisana grafa, ki kažeta, kako se s časom spreminjata razdalja d med sprednjima deloma lokomotiv (s sklenjeno črto) in razdalja r med zadnjima deloma zadnjih vagonov (s črtkano črto).



Ob času $t_3 = 19{,}5$ s sta razdalji d in r enaki. Ob času t_3 se srečata sredini vlakov. Medsebojni legi vlakov ob t_3 kaže slika.



Za v celoti pravilno narisana in označena grafa (oznaka osi, količine in enote) .. **(3 točke)**

Za v celoti pravilno narisan in označen graf d .... (1 točka)

Za v celoti pravilno narisan in označen graf r .... (1 točka)

Za pravilno označene osi (količine in enote) .... (1 točka)
Za pravilno označena trenutka t_1 in t_2 .... **(1 točka)**
Za pravilno označen trenutek t_3 ....**(1 točka)**
Za pravilno skicirani medsebojni legi vlakov ob t_3 .... **(1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **12 točk**.

B2 (a) Prostornina vode v otroškem bazenu je $V_o = a_o \cdot b_o \cdot h_o = 16\,\mathrm{m} \cdot 30\,\mathrm{m} \cdot 0{,}8\,\mathrm{m} = 384\ \mathrm{m}^3$. Prostornina vode v velikem bazenu je $V_v = a_v \cdot b_v \cdot h_v = 24\,\mathrm{m} \cdot 32\,\mathrm{m} \cdot 2\,\mathrm{m} = 1536\ \mathrm{m}^3$.
Za pravilno izračunano prostornino vode v otroškem bazenu ....**(1 točka)**
Za pravilno izračunano prostornino vode v velikem bazenu .... **(1 točka)**

(b) Vsakega od bazenov polnijo s cevjo, iz katere vsako minuto priteče v bazen $\Delta V = 480$ litrov $= 0{,}48\ \mathrm{m}^3$ vode. V otroški bazen se nateče $V_o = 384\ \mathrm{m}^3$ vode v času

$$t_o = \frac{V_o}{\Delta V}\,\mathrm{min} = \frac{384\,\mathrm{m}^3}{0{,}48\,\mathrm{m}^3} = 800\,\mathrm{min} = 13\,\mathrm{h}\,20\,\mathrm{min}\,.$$

V veliki bazen se nateče $V_v = 1536\ \mathrm{m}^3$ vode v času

$$t_v = \frac{V_v}{\Delta V}\,\mathrm{min} = \frac{1536\,\mathrm{m}^3}{0{,}48\,\mathrm{m}^3} = 3200\,\mathrm{min} = 53\,\mathrm{h}\,20\,\mathrm{min}\,.$$

Za pravilno izračunan čas polnjenja otroškega bazena ....**(1 točka)**
Za pravilno izračunan čas polnjenja velikega bazena .... **(1 točka)**

(c) Če bi želeli tudi veliki bazen napolniti v istem času, kot otroškega, bi moralo v 800 minutah iz cevi v veliki bazen priteči 1536 m^3 vode, v 1 minuti pa

$$\Delta V_1 = \frac{1536\,\mathrm{m}^3}{800} = 1{,}92\,\mathrm{m}^3 = 1920\,\mathrm{litrov}\,.$$

Za pravilno izračunano ΔV_1 .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevano prostornino vode v velikem bazenu ali čas polnjenja 800 **minut** .
.... (1 točka)

(d) Naslednje leto polnijo veliki bazen 4 ure = 240 min dlje kot prejšnje leto. Med polnjenjem bazena v vsem času polnjenja $t_{v2} = 3200$ min + 240 min = 3440 min priteče iz cevi

$$V_{v2} = \frac{\Delta V}{\mathrm{min}} \cdot t_{v2} = \frac{0{,}48\,\mathrm{m}^3}{\mathrm{min}} \cdot 3440\,\mathrm{min} = 1651{,}2\,\mathrm{m}^3\,.$$

Poln bazen vsebuje $V_v = 1536\ \mathrm{m}^3$ vode, kar pomeni, da je med polnjenjem v času $t_{v2} =$ 3440 min iz njega izteklo $\Delta V_2 = V_{v2} - V_v = 1651{,}2\ \mathrm{m}^3 - 1536\ \mathrm{m}^3 = 115{,}2\ \mathrm{m}^3$ vode, vsako minuto pa

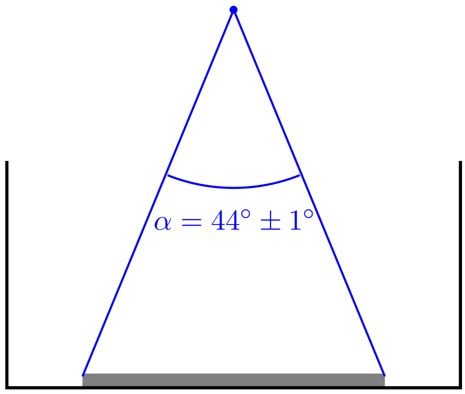
$$\Delta V_p = \frac{115{,}2\,\mathrm{m}^3}{3440} = 0{,}033\,\mathrm{m}^3 = 33\,\mathrm{litrov}\,.$$

Za pravilno izračunano ΔV_p .... **(2 točki)**
Za pravilno izračunano prostornino vode, ki med polnjenjem uide iz bazena ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **8 točk**.

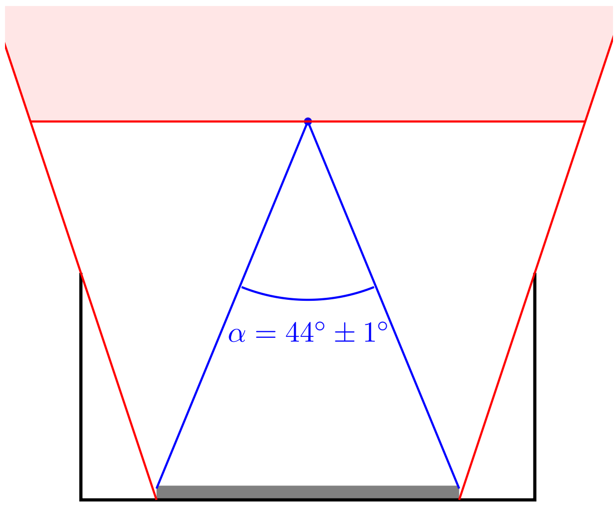
B3 (a) Nad sredino akvarija označimo v pravilni oddaljenosti (glede na podano merilo) točko, iz katere opazujemo ploščo. Iz te točke narišemo daljici do obeh robov plošče. Izmerimo kot α med daljicama in ugotovimo, da meri $44° \pm 1°$.

Za pravilni odgovor .... (2 točki)
Za pravilno narisani daljici med točko, iz katere opazujemo, in robovi plošče .... (1 točka)



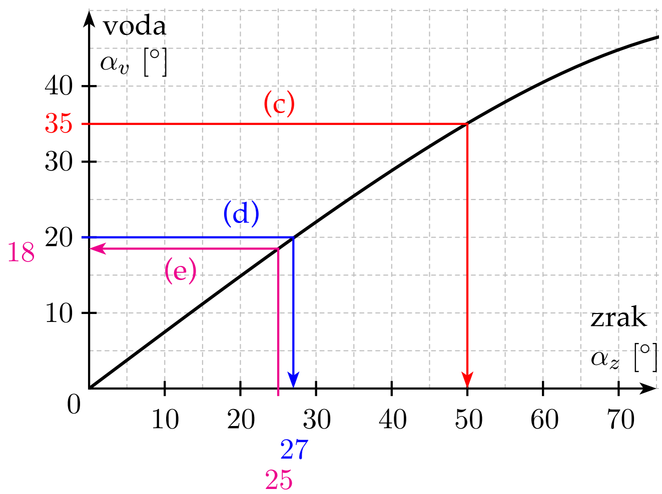
(b) Območje, iz katerega vidimo celo ploščo, če so naše oči od dna akvarija oddaljene 30 cm, omejujeta poltraka, ki imata izhodišči na robovih plošče in oplazita rob sten akvarija. Na sliki sta poltraka narisana z rdečo. Območje, ki je hkrati tudi 30 cm oddaljeno od dna akvarija, je osenčeno.

Za pravilno označeno območje (2 točki)
Za pravilno narisan vsaj en poltrak z roba plošče mimo roba stene akvarija ..
.... (1 točka)

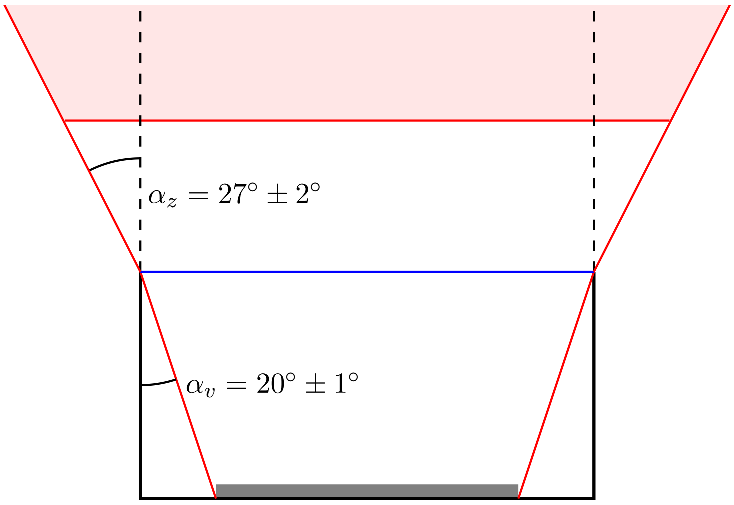


(c) Z rdečo črto (c) je na grafu prikazano, kako iz grafa preberemo, da ustreza vpadnemu kotu $\alpha_v = 35°$ v vodi lomni kot $\alpha_z = 50° \pm 1°$ v zraku.

Za pravilni odgovor ..... (1 točka)



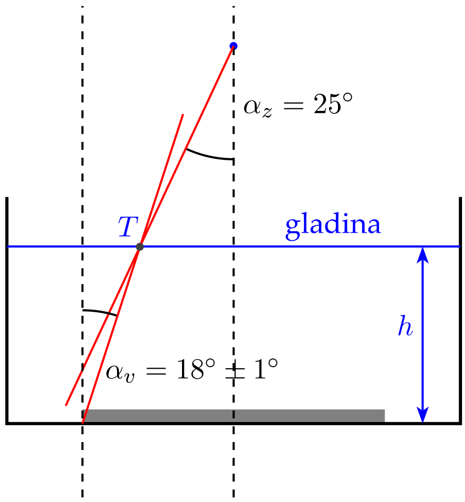
(d) Ko v akvarij nalijemo vodo do vrha, se curek svetlobe, ki gre od roba plošče skozi gladino vode v zrak tik ob stenah akvarija, pri prehodu iz vode v zrak lomi stran od vpadne pravokotnice. Na skici označimo gladino vode in izmerimo vpadni kot, $\alpha_v = 20° \pm 1°$. Z modro črto (d) je na grafu pri (c) prikazano, kako iz grafa preberemo, da je pri vpadnem kotu $\alpha_v = 20° \pm 1°$ lomni kot v zraku enak $\alpha_z = 27° \pm 2°$. Na skico narišemo curek, ki se lomi stran od vpadne pravokotnice za α_z.



Območje, ki je hkrati tudi 30 cm oddaljeno od dna akvarija, je osenčeno. Ker je sredina plošče na sredini akvarija, so koti za oba mejna curka enaki.

Za pravilno označeno območje .... (2 točki)
Za pravilno prikazan lom curka svetlobe .... (1 točka)

(e) Pri reševanju naloge si pomagamo z načrtovanjem (kot je predlagano v nalogi). Označimo točko nad akvarijem, iz katere opazujemo ploščo (opazovališče), pri čemer upoštevamo navedeno merilo. Iz opazovališča narišemo pravokotnico na ploščo in odmerimo v vsako stran (ali pa tudi le v eno) kot 25°, ki je polovica navedenega zornega kota. V odmerjeni smeri narišemo iz opazovališča poltrak z vrhom v opazovališču. Vzdolž poltraka se **po** prehodu gladine giblje mejni curek svetlobe, ki izhaja iz roba plošče proti gladini in se na gladini lomi ravno prav, da vpade v opazovališče. Ker je gladina vodoravna, poznamo lomni kot po prehodu gladine, $\alpha_z = 25°$.



S škrlatno črto (e) je na grafu pri (c) prikazano, kako iz grafa preberemo, da je pri lomnem kotu $\alpha_z = 25°$ vpadni kot v vodi enak $\alpha_v = 18° \pm 1°$.
Iz roba plošče narišemo pravokotnico na ploščo in od nje odmerimo kot α_v, narišemo v odmerjeni smeri drugi poltrak z vrhom na robu plošče. Presečišče obeh poltrakov je točka T, v kateri se mejnemu curku svetlobe spremeni smer potovanja – ta točka je na gladini vode v akvariju. Narišemo gladino. Izmerimo razdaljo $h = 2{,}3 \pm 0{,}5$ cm med gladino in dnom posode, upoštevamo merilo ter dobimo, da je gladina za $h_g = 14$ cm ± 3 cm nad dnom posode. (Dopuščamo veliko napako pri določanju višine gladine, ker je višina gladine določena s presečiščem dveh skoraj vzporednih premic.)

Za pravilno prikazan kot $\alpha_z = 25°$ iz opazovališča, ki je v merilu 5 cm nad sredino plošče .... (1 točka)
Za pravilno določen lomni kot $\alpha_v = 18°$ iz grafa pri (c) .... (1 točka)
Za poltraka, njuno presečišče in vodoravno gladino na ustrezni višini .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **10 točk**.