Tekmovanja

Naloge z regijskega fizikalnega tekmovanja srednješolcev Slovenije v šolskem letu 2011/12

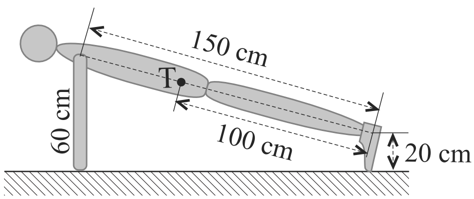
Skupina I

Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost 9,8 m/s^2.

1. Dijak, ki tehta 65 kg, dela sklece. Na sliki je dijak v zgornji skrajni legi; s točko T je označeno težišče.

   a) S kolikšno silo delujejo roke na podlago?

   b) S kolikšno povprečno močjo dijak opravlja sklece, če jih v minuti naredi 20 in če pri spuščanju ne opravlja dela?



   Pri delanju sklec sta rame in dotikališče rok s tlemi ves čas na isti navpičnici. Tudi težišče se giblje po navpičnici. V spodnjem položaju sklece je telo v vodoravnem položaju tako, da so težišče in ramena 20 cm nad tlemi.

2. V atletski disciplini 4×100 m sodelujejo štirje atleti v vsaki ekipi. Tekmovalec teče s štafetno palico in ko preteče 100 m preda palico sotekmovalcu, ta preteče naslednjih 100 m itd. Zaporedna tekmovalca si morata palico predati nekje v območju L z dolžino 10 m, ki se začne, ko prvi tekmovalec preteče 100 m. V nalogi nas zanima samo prva predaja. Prvi tekmovalec teče že s konstantno največjo hitrostjo proti drugemu tekmovalcu, ki stoji na začetku območja L. Ko se mu prvi tekmovalec približa na določeno razdaljo, začne drugi tekmovalec enakomerno pospeševati s pospeškom 3 m/s^2. Štafeta je predana, ko prvi tekmovalec dohiti drugega. Največja hitrost kateregakoli tekmovalca je 10 m/s.

   a) Kolikšna je hitrost drugega tekmovalca na koncu območja L?

   b) Pri kolikšni razdalji med tekmovalcema naj začne drugi tekmovalec pospeševati, da bo med predajo izgubljenega kar najmanj časa?

   c) Drugi tekmovalec pri predaji tokrat ni bil natančen in je začel teči, ko je bila oddaljenost med tekmovalcema 8 m. Kje se je v tem primeru zgodila predaja?

3. Dijaka, vsak tehta 70 kg, sedita na ledu in si podajata medicinko (napolnjena žoga) z maso 7 kg tako, da žoga drsi po ledu. Sprva mirujeta in sta oddaljena 5 m. Dijak poda žogo proti nasprotnemu dijaku s hitrostjo 3 m/s glede na led. Trenje med dijakoma in ledom in žogo in ledom je zanemarljivo majhno.

   a) S kolikšno hitrostjo se giblje dijak, ki je prvi podal žogo?

   b) Ko pride žoga do nasprotnega dijaka, jo ta takoj odrine v nasprotni smeri z enako velikostjo hitrosti, kot jo je imela, predno jo je odrinil nazaj. Čez koliko časa po svoji podaji dijak, ki je prvi podal, ujame žogo?

   Dijaka se spet vsedeta na medsebojno razdaljo 5 m. Začneta si metati žogo in sicer tako, da jo vsakič glede na mirujočega opazovalca vržeta pod kotom 45° s tolikšno hitrostjo, da jo nasprotni dijak ravno ujame.

   c) S kolikšno hitrostjo se giblje po metu medicinke dijak, ki je prvi vrgel žogo?

   d) Nasprotni dijak medicinko ujame in jo v takoj poda nazaj. S kolikšno hitrostjo, glede na mirujočega opazovalca, jo mora vreči, da jo bo dijak, ki je prvi vrgel žogo, lahko ujel?

Skupina II

Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost 9,8 m/s^2.

1. Potapljač želi v morju postaviti lebdečo sondo. Da bi sonda obmirovala na želeni globini, ji doda nekaj uteži in jo pritrdi na zračno blazino, ki jo napolni z zrakom iz svoje jeklenke. Blazina ima maso 2,25 kg, največja prostornina pa je lahko 200 dm^3. Sonda ima prostornino 50 dm^3, prostornina uteži pa je zanemarljivo majhna.

   a) Kolikšna je masa sonde z utežmi, da sonda in z zrakom napolnjena blazina lebdita tik pod vodno gladino?

   b) Potapljač se s sondo in blazino potopi na globino 30 m in z zrakom iz svoje jeklenke ponovno napolni blazino. Kolikšno maso uteži mora dodati ali odvzeti, da sonda lebdi v tej globini?

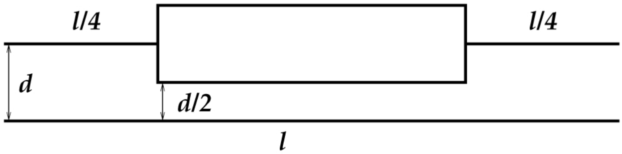
   Gostota vode je 1000 kg/m^3, temperatura vode na gladini je 20 °C, na globini 30 m pa 15 °C. Zračni tlak na vodni gladini je 101,3 kPa. Kilomolska masa zraka je 29 kg/kmol, splošna plinska konstanta je 8300 J/kmolK.

   Potapljač ima v jeklenki stisnjen zrak in na dani globini blazino vedno napolni do največje prostornine; prav tako tudi poskrbi, da je tlak v blazini enak okoliškemu.

2. Po dveh vzporednih žicah z dolžino $l = 1$ m v razmiku $d = 2$ cm, tečeta tokova $I = 30$ A v isto smer.

   a) S kolikšno silo privlači spodnja žica zgornjo? Indukcijska konstanta je $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am.

b) Zgornjo žico preoblikujemo tako, kot kaže slika (osnovnica okvira je dolga $l/2$, višina pa d). Presek vseh žic je enak. Kolikšna je sedaj sila spodnje žice na zgornje vezje (okvir in oba odseka z dolžinama po $l/4$), če se tok v odsekih z dolžinama po $l/4$ ne spremeni?



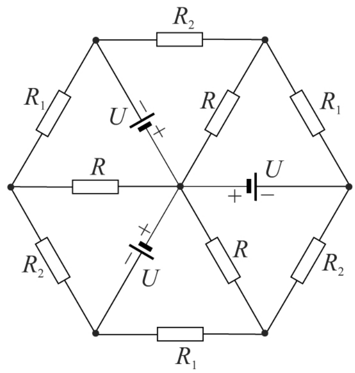
c) Žice v pravokotniku zamenjamo z žicami iz enake kovine, tako da sta preseka žic v spodnji in zgornji veji različna. Kolikšno naj bo razmerje ploščin presekov žic, da bo sila spodnje žice enaka kot v primeru a). Katera, zgornja ali spodnja, žica naj bo debelejša? Tok se v odsekih z dolžinama po $l/4$ ne spremeni.

V vseh primerih računaj silo tako, kot da so žice zelo dolge.

3. V vezje na sliki so kot izvir priključene tri baterije, vse z enako gonilno napetostjo $U = 9\,\mathrm{V}$ in zanemarljivim notranjim uporom. V vezju imamo še tri upornike z uporom $R = 150\,\Omega$, tri upornike z $R_1 = 90\,\Omega$ in tri upornike z $R_2 = 60\,\Omega$. *Namig*: Razmisli, ali so tokovi skozi enake elemente enaki.

   a) Kolikšen tok teče skozi posamezno baterijo?

   b) Kolikšna moč se troši v tem vezju?



Skupina III

Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost 9,8 m/s^2.

1. Leteče lampijone so Kitajci poznali že 300 let pred našim štetjem. To so majhni baloni na topel zrak. Balon ima polmer 0,7 m in tehta samo 13 g (skupaj z gorivom in gorilnikom). Zrak v balonu segreva majhen gorilnik z močjo 250 W. Toplotna prevodnost plašča balona je 0,011 W/mK, debelina plašča pa 0,9 mm. Lampijone spuščamo s tal pri temperaturi 7 °C.

   a) Kolikšna rezultanta sil deluje na lampijon pri tleh?

   b) Izračunaj, kolikšno ravnovesno višino dosežejo lampijoni.

   Tlak pri tleh je 101 kPa. Kilomolska masa zraka je 29 kg/kmol, splošna plinska konstanta je 8300 J/kmolK. Predpostavi, da se temperatura z višino ne spreminja. Prostornina lampijona je ves čas konstantna.

   Pri računanju smiselno upoštevaj, da se gostota in tlak z višino le malo spreminjata, zato lahko v nekaterih izrazih za tlak in gostoto zraka vzameš kar vrednosti pri tleh.

2. Vodoravno zapornico, ki zapira vhod na parkirišče, ponavadi dviga motor, ki ga napaja elektrika iz omrežja. Kaj lahko pa se zgodi, da kakšen dan pride do izpada elektrike – takrat mora zapornico lastnoročno odpirati in zapirati vratar.

   a) Avto je peljal mimo zapornice, ki je v navpičnem položaju. Vratar jo z rahlim sunkom (le spravi jo iz ravnovesja) spet zapre. Kolikšna je kotna hitrost zapornice v vodoravni legi? Zapornica je vrtljiva okrog enega krajišča.

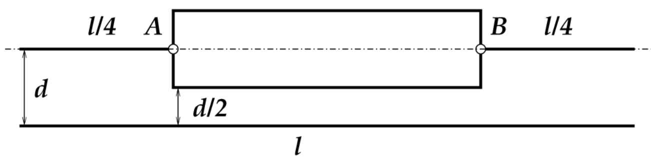
   b) Pripeljal je naslednji avto. S kolikšnim sunkom sile mora vratar suniti zapornico, da se bo ravno ustavila v navpični legi? Sune jo v krajišču, v navpični smeri. Zapornica je vrtljiva okrog drugega krajišča.

   Zapornica tehta 5 kg in je dolga 3 m. Obravnavamo jo kot homogeno togo palico, katere vztrajnostni moment okrog središča je $mr^2/12$, kjer je r dolžina palice.

3. Enako kot II/2 do vključno vprašanja c).

   d) Okvir se lahko prosto vrti okoli (navidezne) osi skozi točki A in B. Kolikšna je frekvenca nihanja v primeru c) pri majhnih zasukih od ravnovesne lege? Dolžinska gostota kovine, iz katere je gornji krak žice, je 60 g/m.

   V vseh primerih računaj silo tako, kot da so žice zelo dolge. Teže ne upoštevamo. Pri računanju vztrajnostnega momenta zanemari navpični stranici okvira. Za majhne zasuke velja $\varphi \approx \sin\varphi \approx \tan\varphi$.



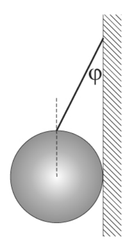
Ciril Dominko

Naloge z državnega fizikalnega tekmovanja srednješolcev Slovenije v šolskem letu 2011/12

Skupina I

Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost 9,8 m/s^2.

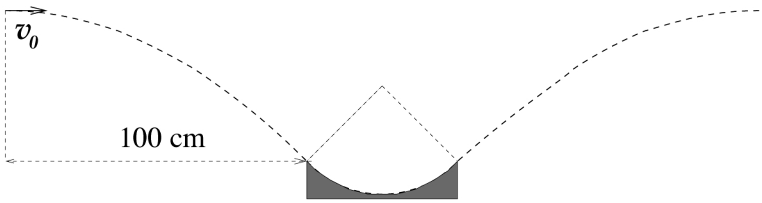
1. Na steno je z vrvico pripeta homogena krogla z maso 5 kg, kot kaže slika. Pritrdišče vrvice na kroglo je natanko nad težiščem krogle, vrvica pa z navpično steno oklepa kot $\varphi = 30\,°$.



   a) Kolikšna je sila v vrvici?

   b) Kolikšen mora biti najmanj koeficient lepenja med steno in kroglo, da krogla miruje v opisani legi?

2. Majhno telo vržemo v vodoravni smeri proti zaledenelemu žlebu v obliki četrtkroga, katerega najbližji rob je v vodoravni smeri oddaljen 100 cm od točke meta. Širina žleba med robovoma je 50 cm.

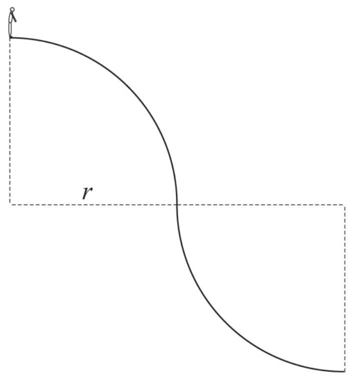


   a) S kolikšno začetno hitrostjo in na kolikšni višini, merjeno glede na rob žleba, moramo vreči telo, da bo vstopilo v žleb pod kotom 45° in nadaljevalo pot tako, kot kaže slika? Zračni upor seveda zanemarimo.

   b) Oceni, za koliko % se spremeni čas potovanja telesa do končne točke, v kateri telo ponovno doseže začetno višino, v primerjavi s časom potovanja, ko bi telo potovalo le vodoravno z začetno hitrostjo? Pri tem lahko privzameš, da telo drsi po žlebu ves čas z enako velikostjo hitrosti.

   c) Izračunaj hitrost na dnu žleba in preveri smiselnost privzetka pri b).

3. Majhen fantič se nahaja na vrhu klanca s poteptanim snegom, čigar oblika je sestavljena iz dveh četrtkrogov z radijem $r = 4{,}0\,\mathrm{m}$, kot prikazuje slika. Fantič počepne in prične počasi hoditi po klancu navzdol. Pri določeni strmini mu zdrsne in zato po hrbtu oddrsi do dna klanca.

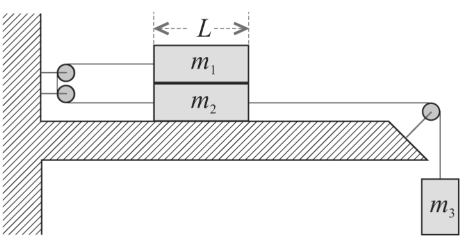


   a) V kolikšni višini nad dnom klanca mu zdrsne?

   b) Kolikšno hitrost doseže na dnu klanca?

   Koeficient lepenja med čevlji in snegom je 0,5, trenje pri drsenju po hrbtu pa zanemari. Fantiča obravnavaj kot točkasto telo.

4. Tri klade so povezane preko sistema lahkih škripcev, kot kaže slika. Klada z maso $m_2 = 3$ kg je na vodoravni podlagi, na tej kladi pa je klada z maso $m_1 = 7$ kg. Kladi imata enaki dolžini $L = 1$ m in sta na začetku v legi, kot je narisano na sliki. Koeficienta lepenja oziroma trenja med kladama in med klado z maso m_2 in podlago sta enaka, $k = 0{,}5$.

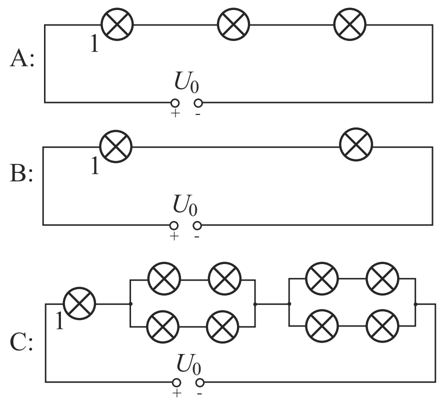


   a) Kolikšna je lahko največ masa m_3, da sistem še miruje?

   b) Naj bo masa $m_3 = 20$ kg. Po kolikšnem času od začetka gibanja se začne klada z maso m_1 nagibati? Prijemališče vrvice je na sredini klade.

Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost 9,8 m/s^2.

1. Urška veže v vezje več enakih žarnic na žarilno nitko in opazuje, kako svetijo. Upor takšne žarnice je odvisen od temperature nitke. Najprej veže na vir napetosti z gonilno napetostjo U_0 in zanemarljivim notranjim uporom tri žarnice zaporedno (to vezavo imenujmo vezava A). Žarnice ne svetijo s polno močjo, zato na isti vir napetosti veže v naslednjem poskusu le dve žarnici zaporedno (vezava B). Zdaj žarnici svetita močno, videti je, da bi ena sama žarnica, če bi jo vezala na isti vir napetosti, pregorela. Končno se Urška odloči, da bo preizkusila še tretjo kombinacijo žarnic (vezava C): prvi žarnici zaporedno doda dvakrat po štiri žarnice, ki so vezane v dveh vzporednih vejah, v vsaki po dve žarnici.



Na sliki so narisane in označene vse tri vezave žarnic, ki jih je naredila Urška. V vsaki vezavi je prva žarnica označena s številko 1.

a) Urška je pričakovala, da bo žarnica 1 v vezavi C svetila enako kot žarnica 1 v vezju A. Pojasni, zakaj je pričakovala tak izid poskusa. S kolikokrat večjo močjo bi ob takem izidu poskusa svetila žarnica 1 v vezju C od katerekoli druge žarnice v istem vezju?

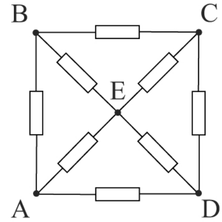
b) V resnici Urška ugotovi, da sveti žarnica 1 v vezju C enako kot žarnica 1 v vezju B. Izračunaj, kolikokrat je moč, s katero sveti žarnica 1 v vezju C, večja od moči katerekoli druge žarnice v istem vezju. Kolikšna je napetost na žarnici 1 v vezju C?

2. Večnadstropni stanovanjski blok ima pet enakih stanovanj, ki so razporejena vsaka v svoje nadstropje. Stanovanja ogrevajo radiatorji. Vrata med sobami so odprta, tako da je temperatura zraka povsod v stanovanju enaka. Stene bloka so narejene iz betona s toplotno prevodnostjo 1,2 W/mK, njihova debelina je 30 cm. Debelina mednadstropnih betonskih plošč je tudi 30 cm. Višina stropa je 275 cm, stanovanja imajo tlorisno mero 10 m × 10 m.

a) Kolikšna mora biti moč radiatorjev na kvadratni meter površine stanovanja, da bo temperatura zraka v vseh stanovanjih 22 °C? Zunanja temperatura je −10 °C. Strop najvišjega nadstropja in tla najnižjega nadstropja sta dobro toplotno izolirana.

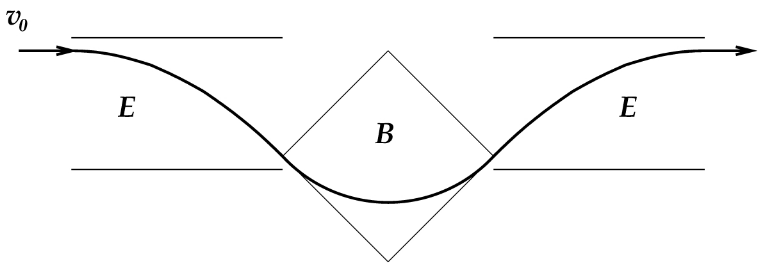
b) V srednji etaži se pokvari dotok tople vode v radiatorje. Kolikšna bo temperatura zraka v tej etaži in kolikšna bo potrebna moč radiatorjev na kvadratni meter površine stanovanja v vseh ostalih etažah, da bo v njih temperatura še vedno 22 °C?

3. Vezje na sliki je sestavljeno iz štirih upornikov z uporom po $100\,\Omega$, ki tvorijo stranice kvadrata, in štirih upornikov z uporom po $200\,\Omega$, ki tvorijo njegovi diagonali. Na oglišči B in D priključimo baterijo z gonilno napetostjo $12\,\mathrm{V}$ in zanemarljivim notranjim uporom.



   a) Kolikšen tok teče skozi posamezen upornik?
   b) Kolikšen je nadomestni upor vezja?
   c) Kolikšen tok teče skozi upornik med točkama B in C, če priključimo baterijo med točki A in D?

4. Tir elektronskega curka, ki ima začetno hitrost $v_0 = 6 \cdot 10^6$ m/s, želimo oblikovati tako, kot kaže slika. V prvem kondenzatorju se curek po izstopu iz kondenzatorja odkloni za kot $45°$, vstopi v prečno homogeno magnetno polje in v njem opiše četrt kroga. V drugi kondenzator vstopi pod kotom $45°$ in se v njem toliko ukrivi, da nadaljuje pot v prvotni smeri.



   a) Na skici (v izdelku) označi polaritete (+ in −) na kondenzatorskih ploščah in smer magnetnega polja, da se bo curek gibal po predpisanem tiru.
   b) Izračunaj potrebno električno poljsko jakost v prvem in drugem kondenzatorju.
   c) Izračunaj potrebno gostoto magnetnega polja.
   d) Za koliko % se spremeni čas potovanja curka skozi prvi kondenzator, magnetno polje in drugi kondenzator v primerjavi s časom potovanja neodklonjenega curka.

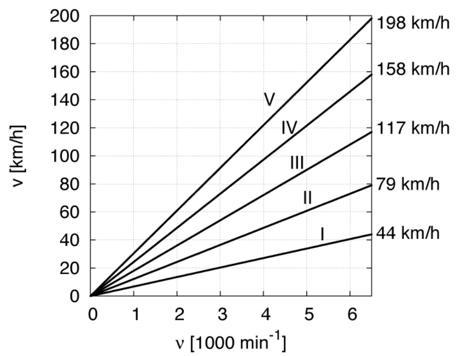
   Podatki: Naboj elektrona je $e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ As, masa $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg, dolžina pozameznega kondenzatorja je $l = 10$ cm, prav toliko tudi razmik med kondenzatorjema in širina magnetnega polja med kondenzatorjema. (Gravitacijska sila na elektron je seveda zanemarljiva.)

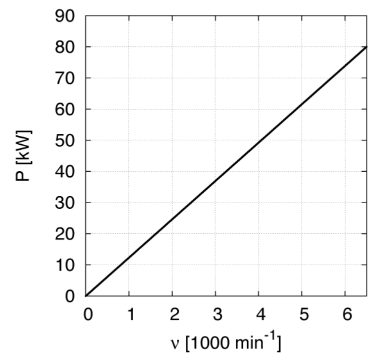
Skupina III

Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost 9,8 m/s^2.

1. Proizvajalec avtomobilov navaja v tehničnih podatkih vozila dva diagrama. Prvi (desno) prikazuje, kako je največja razpoložljiva moč motorja odvisna od frekvence vrtenja motorne gredi, drugi (levo) pa prikazuje, kako je hitrost avtomobila na cesti odvisna od frekvence vrtenja motorne gredi v različnih prestavah. Fekvenca je podana v min^{-1}. Moč motorja uravnavamo s pritiskanjem na pedal za plin. Če želimo pri dani frekvenci izkoristiti največjo razpoložljivo moč motorja, moramo pritisniti pedal za plin do konca. Frekvenca vrtenja motorne gredi je omejena na $6500\,\mathrm{min}^{-1}$.

   Z avtomobilom se odpravimo na poskusno vožnjo po avtocesti. S polnim plinom in v 5. prestavi dosežemo največjo hitrost 140 km/h. Na avtomobil deluje sila zračnega upora, ki je sorazmerna s kvadratom hitrosti avtomobila ($F_u = Kv^2$); trenje zanemarimo.



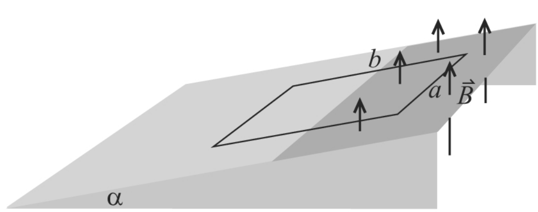


   a) S kolikšno močjo obratuje motor, ko po ravni cesti vozimo s hitrostjo 120 km/h v peti prestavi?

   b) Natovorjen avtomobil s skupno maso 1600 kg se prične vzpenjati z dovolj veliko začetno hitrostjo v klanec z naklonskim kotom 5,7°. Kolikšno končno hitrost lahko doseže in v kateri prestavi? *Namig*: Zapiši sorazmernost med močjo in hitrostjo in iz grafov poišči sorazmernostni koeficient za vsako prestavno razmerje posebej.

2. Na gladko naklonsko ploskev klanca z naklonskim kotom $\alpha = 30\,°$ položimo bakreno zanko tako, da sta dve stranici vodoravni. Razmerje med stranicama je $b/a = 2$. Zanka je na klanec položena tako, da se del zgornjega dela zanke nahaja v navpičnem homogenem magnetnem polju z gostoto 0,5 T. Magnetno polje je v prostoru, kjer je del naklonske ploskve temnejši. Zanko spustimo. Kolikšna je končna hitrost zanke, dokler je del zanke še v magnetnem polju?

   Gostota bakra je 8900 $\mathrm{kg/m^3}$, specifični upor pa 0,0175 $\Omega\mathrm{mm^2/m}$.



3. Toplotno izolirano pokončno posodo v obliki valja s presekom S, v kateri je enoatomni idealni plin s $\kappa = c_p/c_v = 1{,}67$, zapira bat z maso m_b. V ravnovesju je ravnovesna lega bata na višini h nad dnom posode. Zunanji zračni tlak je p_0.

   a) Na bat pritisnemo s prstom s silo F_0 navzdol. Pokaži, da je pri dovolj majhnih odmikih od ravnovesne lege sila plina na bat premo sorazmerna z odmikom.

   b) Prst hitro umaknemo, tako da se bat izstreli navzgor. Kolikšna je maksimalna hitrost, ki jo bat doseže?

   Za $y \ll 1$ velja $(1-y)^{-a} \approx 1 + ay$.

4. V stransko steno posode, napolnjene z vodo, izvrtamo luknjico, skozi katero izteka v vodoravni smeri curek vode. Skozi prozorno nasprotno steno posvetimo v isti smeri, kot izteka voda, z vodoravnim curkom laserske svetlobe, ki ima enak premer kot luknjica, tako da se oba curka na začetku prekrivata. Če vodni curek ni preveč ukrivljen, ostane laserski curek znotraj vodnega curka (tako kot v svetlobnem vodniku). Kolikšna sme biti še hitrost iztekanja vode, da bo laserska svetloba ostala znotraj curka? Premer odprtine in laserskega curka naj bo 3 mm, lomni kvocient vode za lasersko svetlobo pa 1,33.

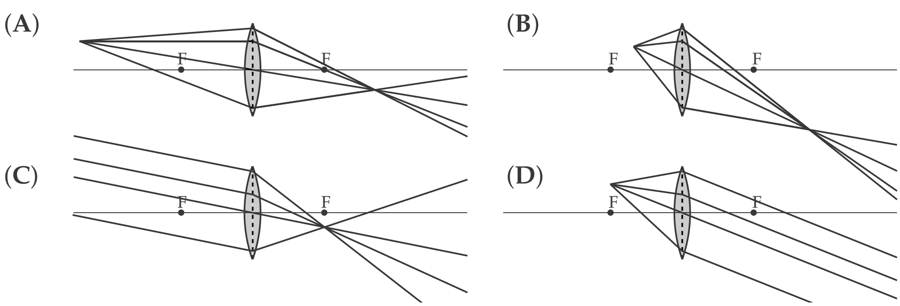
   Namig: Razmisli, na katerem delu curka je ukrivljenost curka največja. Nariši snop vzporednih žarkov laserske svetlobe, ki zapuščajo luknjico in ugotovi, kateri utegne prvi uiti iz curka.

Ciril Dominko

32. tekmovanje iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

8. razred

A1 Katera slika **ne** kaže pravilno prehoda žarkov skozi zbiralno lečo?



A2 Irena pada enakomerno proti tlem. V nekem trenutku odpre padalo. Katera izjava je pravilna? Med odpiranjem padala

(**A**) nanjo ne deluje nobena sila.
(**B**) nanjo deluje samo teža.
(**C**) nanjo delujeta teža in sila vrvi padala, ki je manjša od teže in nasprotno usmerjena.
(**D**) nanjo delujeta teža in sila vrvi padala, ki je večja od teže in nasprotno usmerjena.

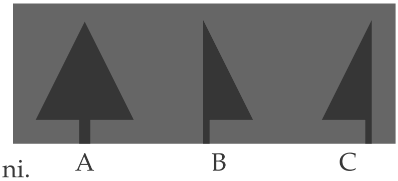
A3 Jelka se ob 22. uri v jasni noči in ob prvem krajcu sprehaja po neosvetljeni cesti. Na cesto sveti le Luna. Ko gre mimo trikotnega prometnega znaka, pogleda, ali je na tleh njegova senca. Katera izjava je pravilna?

(**A**) Vidi senco oblike, ki je na sliki A.

(**B**) Vidi senco oblike, ki je na sliki B.

(**C**) Vidi senco oblike, ki je na sliki C.

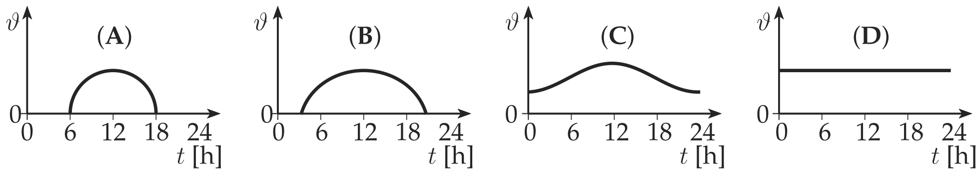
(**D**) Ne vidi sence na tleh, ker je od Lunine svetlobe ni.



A4 Star mornar si v angleškem pubu naroči 1 *pint* piva. Dva pinta sta 1 kvart, štirje kvarti so 1 galona in 36 galon je 1 sodček piva s prostornino 163,7 l. Približno koliko piva mu natočijo?

(**A**) 'Italijančka' (2 dl). (**B**) Malo pivo (3 dl). (**C**) Veliko pivo (5 dl). (**D**) Dve veliki pivi.

A5 Kateri graf pravilno kaže, kako se spreminja višinski kot Sonca ϑ (višina Sonca nad obzorjem) 21. junija na severnem polu?

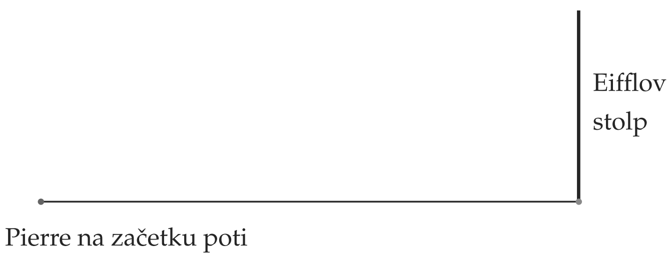


B1 Pierre kolesari po Marsovih poljanah naravnost proti 321 m visokemu Eifflovemu stolpu s hitrostjo 18 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Pot začne na najbolj oddaljenem delu parka, 900 m od stolpa. Med vožnjo pogleduje proti vrhu stolpa. Celotna Pierrova pot po Marsovih poljanah in Eifflov stolp na koncu poti sta na sliki narisana v merilu.

(a) V kolikšnem času prikolesari Pierre do Eifflovega stolpa, kjer se ustavi?

(b) Pod kolikšnim kotom vidi Pierre Eifflov stolp na začetku svoje poti?

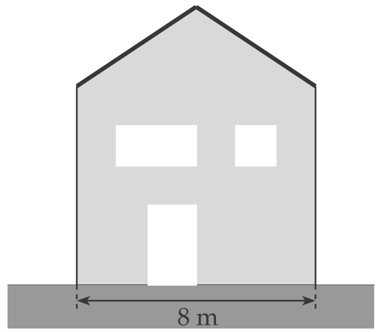
(c) Izpolni tabelo in nariši graf, ki kaže, kako se kot, pod katerim Pierre med svojo celotno vožnjo vidi Eifflov stolp, spreminja s časom od trenutka, ko je najdlje od stolpa, do trenutka, ko se pod stolpom ustavi.



razdalja od stolpa [m]	čas [min]	kot [°]
0		
150		
300		
450		
600		
750		
900		

B2 Na Krivem potu stoji hiša, pri kateri se kapnica s strehe zbira v lastnem vodnem zbiralniku. Hiša ima pravokoten tloris s stranicama, dolgima 8 m in 10 m, ter simetrično dvokapno streho. Sprednja (krajša) stran hiše je v merilu narisana na sliki.

(a) Kolikšna je površina strehe?



(b) V močnem 10-minutnem nalivu je na Krivem potu padlo 10,8 l dežja na m^2. Voda je s celotne površine strehe odtekala po žlebovih v pokrit zbiralnik. Koliko litrov vode je med nalivom priteklo s strehe v zbiralnik?

(c) Zbiralnik ob hiši ima obliko kocke z robom 1,2 m. Pred nalivom je bil zbiralnik prazen. Kako visoko je segala gladina vode v zbiralniku po nalivu?

(d) Za koliko m^2 bi morala biti ploščina tlorisa hiše večja, da bi bil zbiralnik po nalivu poln?

(e) Ko od konca naliva pretečejo 4 minute, se vključi črpalka, ki iz zbiralnika ob hiši prečrpa vso vodo v drug zbiralnik. Črpalka vsako sekundo prečrpa 0,8 litra vode. Koliko minut traja črpanje?

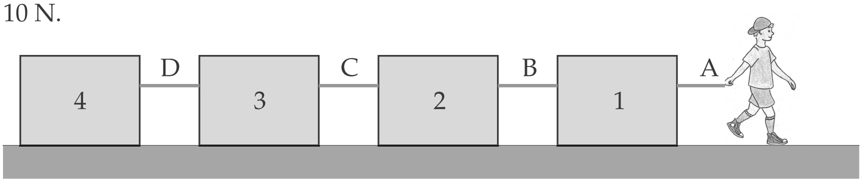
(f) Nariši graf, ki kaže, kako se je višina gladine vode v zbiralniku ob hiši spreminjala s časom od začetka naliva do trenutka, ko je črpalka prečrpala vso vodo. Predpostavi, da je v vsaki minuti naliva padla enaka količina dežja. Po nalivu ni več deževalo.

B3 Mihec poveže štiri velike, enake, prazne škatle z enakimi elastičnimi vrvmi eno za drugo. Masa ene škatle je 1,0 kg. Potem prime za prvo vrv na prvi škatli in kompozicijo škatel odvleče po asfaltiranem dvorišču s stalno hitrostjo 0,5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Mihec vleče elastično vrv (A), ki je pripeta na prvo škatlo, s silo 18 N.

(a) Kolikšna je skupna sila trenja, ki deluje na kompozicijo škatel?

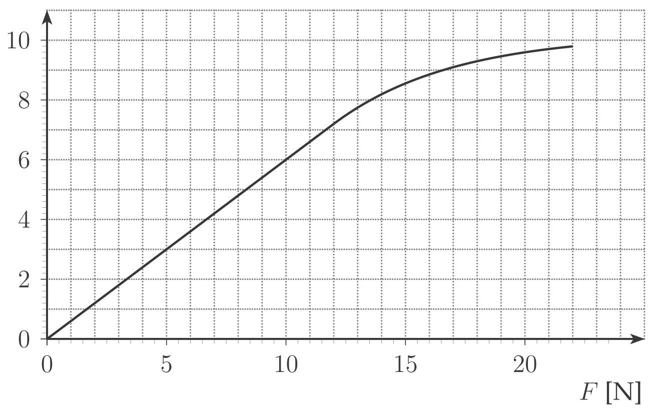
(b) Kolikšna je sila trenja na posamezno škatlo?

(c) Nariši, poimenuj in označi vse sile na 3. škatlo v merilu, kjer pomenijo 4 cm silo 10 N.



(d) Na zgornjo sliko nariši vse sile, ki delujejo na Mihca, ko vleče kompozicijo škatel enakomerno po dvorišču. Sil na Mihca ni treba risati v merilu. Točne naj bodo smeri sil in njihova prijemališča, velikosti sil pa pripiši k sliki. Sile poimenuj in označi. Mihec ima 20 kg.

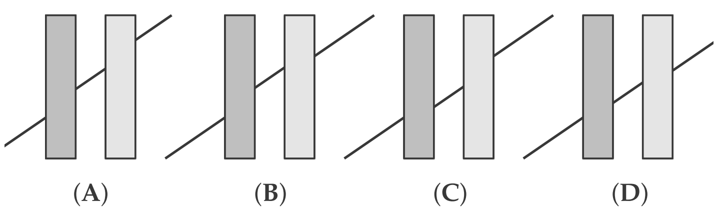
(e) Graf kaže, kako je raztezek elastične vrvi odvisen od sile, ki jo razteguje. V tabelo zapiši raztezke vseh štirih vrvi.



vrv	raztezek [cm]
A	
B	
C	
D	

8. razred – fleksibilni predmetnik

A2 Svetlobni žarek prehaja v zraku skozi dve vzporedni ploščici. Ena ploščica je steklena, druga je iz prozorne plastike. Katera slika pravilno prikazuje ta prehod?



B3 Avtobus vozi mimo Radovljice s konstantno hitrostjo 60 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Čez 4 minute hitrost poveča na 90 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. S to hitrostjo vozi 8 minut. Nato hitrost zmanjša na 75 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ in s tako hitrostjo se po 4 minutah pelje mimo Kranja. Motorist pelje mimo Radovljice 2 minuti za avtobusom s hitrostjo 82,5 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. S tako hitrostjo vozi še 11 km, potem pa vožnjo nadaljuje s hitrostjo 100 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

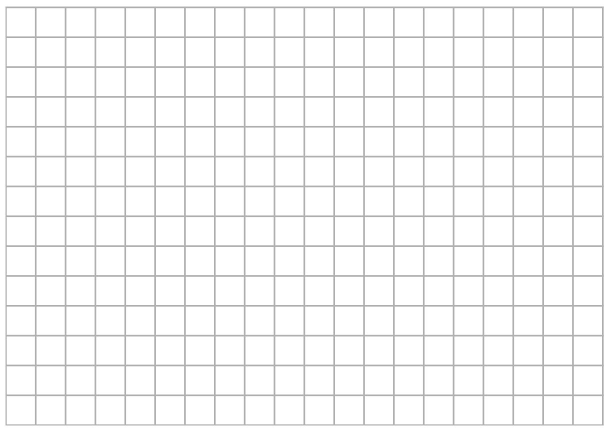
(a) Kolikšno pot od Radovljice naprej opravi avtobus do takrat, ko mimo Radovljice pelje motorist?

(b) Kolikšno pot od Radovljice naprej opravi avtobus v 12 minutah?

(c) Kolikšna je povprečna hitrost avtobusa v 16 minutah vožnje naprej od Radovljice?

(d) Koliko minut potrebuje motorist, da prevozi prvih 11 km naprej od Radovljice?

(e) V isti koordinatni sistem nariši grafa **lege** avtobusa in **lege** motorista v odvisnosti od časa $x_{\mathrm{A}}(t)$ in $x_{\mathrm{M}}(t)$ od Radovljice, ki je pri $x = 0$, do Kranja.



(f) Kdaj motorist dohiti avtobus in koliko sta takrat oba oddaljena od Kranja?

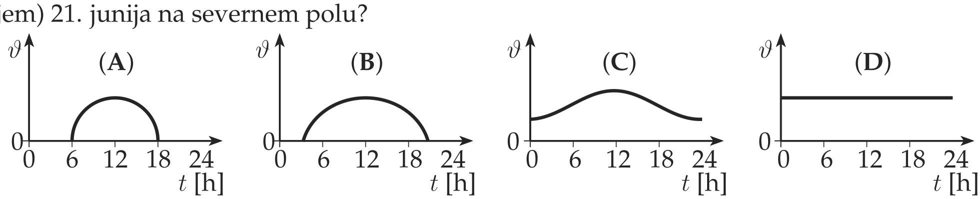
Druge naloge so bile enake, kot za ostale osmošolce.

9. razred

A1 Star mornar si v angleškem pubu naroči 1 *pint* piva. Dva pinta sta 1 kvart, štirje kvarti so 1 galona in 36 galon je 1 sodček piva s prostornino 163,7 l. Približno koliko piva dobi?

(**A**) 'Italijančka' (2 dl). (**B**) Malo pivo (3 dl). (**C**) Veliko pivo (5 dl). (**D**) Dve veliki pivi.

A2 Kateri graf pravilno kaže, kako se spreminja višinski kot Sonca (višina Sonca nad obzorjem) 21. junija na severnem polu?



A3 Na mizi stojijo zaprte posode, ki so vse enako velike, imajo enako obliko in sobno temperaturo. Prva je izdelana iz kovine, druga iz lesa in tretja iz stiroporja. Vse tri posode so na zunanji strani obložene z enako plastjo kovine. V vsako od njih postavimo enako kocko ledu. V kateri posodi se kocka ledu tali najhitreje?

(**A**) V kovinski. (**B**) V leseni.

(**C**) V stiroporni. (**D**) Kocke se v vseh treh posodah talijo enako hitro.

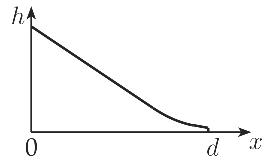
A4 Tabela prikazuje, kako se prevožena pot kolesarja spreminja s časom. Kako si v tem času sledijo načini njegovega gibanja?

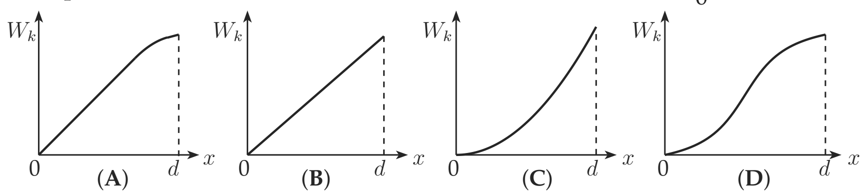
t [s]	2	4	6	8	10	12	14	16
s [m]	12	24	36	46	52	54	54	54

(**A**) Enakomerno, pojemajoče, enakomerno. (**B**) Pospešeno, enakomerno, mirovanje.

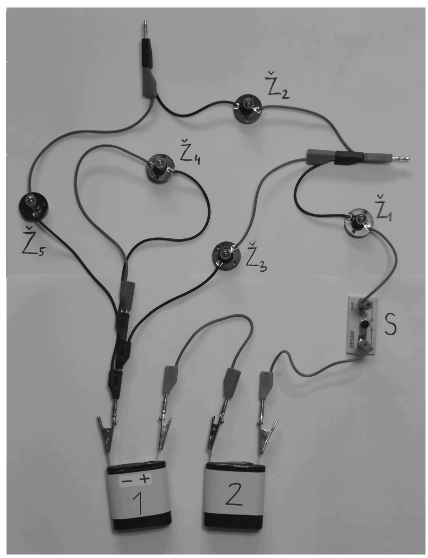
(**C**) Enakomerno, pojemajoče, mirovanje. (**D**) Pospešeno, enakomerno, pojemajoče.

A5 Robi se spusti po zaletišču skakalnice. Profil zaletišča $h(x)$ kaže slika. Izgube energije zaradi trenja in upora zanemarimo. Kateri graf pravilno kaže odvisnost Robijeve kinetične energije od vodoravne oddaljenosti x od začetka zaletišča pri $x = 0$ do konca pri $x = d$?





B1 Dve enaki bateriji, stikalo S in pet enakih žarnic je povezanih, kot kaže fotografija. Ko sklenemo stikalo, steče skozi žarnico $Ž_1$ tok 60 mA, skozi žarnico $Ž_2$ pa tok 20 mA.



(a) Nariši shemo vezja. Uporabi dogovorjene simbole.

(b) Kolikšen tok teče skozi baterijo 1 in kolikšen skozi baterijo 2, ko je stikalo sklenjeno?

(c) V razpredelnico zapiši tokove, ki tečejo skozi žarnice $Ž_3$, $Ž_4$ in $Ž_5$, ko je stikalo sklenjeno.

	$Ž_3$	$Ž_4$	$Ž_5$
I [mA]			

(d) Nova baterija požene v svoji življenjski dobi skozi električni krog 1200 mAh naboja. V krog, ki je na sliki, vežemo novi bateriji. Predpostavi, da so tokovi stalni. Koliko časa žarnice svetijo?

(e) Nato bateriji prevežemo tako, da sta med seboj vezani vzporedno. Žarnice ostanejo vezane enako kot prej. Nariši shemo vezja. Ali se v tej vezavi novi bateriji iztrošita v krajšem ali daljšem času kot prej?

B2 Kroglici vržemo navpično navzgor s hitrostjo 15 $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, drugo 2 s kasneje kot prvo. Kroglici potem ujamemo na isti višini, s katere smo ju vrgli. Zračni upor zanemarimo.

(a) Koliko časa je vsaka od kroglic v zraku in do katere največje višine letita?

(b) V prvi koordinatni sistem nariši grafa, ki kažeta, kako se hitrosti kroglic $v_1(t)$ in $v_2(t)$ spreminjata s časom od trenutka, ko vržemo prvo, do trenutka, ko ujamemo drugo. Upoštevaj dogovor, da je hitrost kroglice pozitivna pri gibanju navzgor in negativna pri gibanju navzdol. Graf $v_1(t)$ nariši s sklenjeno črto, graf $v_2(t)$ pa s prekinjeno.

(c) V drugi koordinatni sistem nariši grafa, ki kažeta, kako se višini kroglic spreminjata s časom od trenutka, ko vržemo prvo, do trenutka, ko ujamemo drugo.

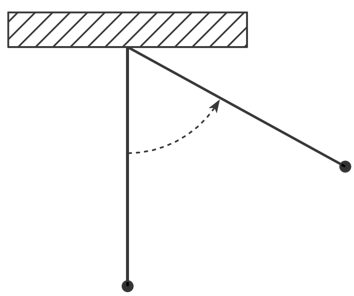
(d) Kdaj se kroglici med letom srečata?

(e) Izračunaj, kako visoko sta kroglici, ko se med letom srečata.

(f) Iz grafov preberi, kolikšni sta hitrosti kroglic v trenutku, ko se srečata.

B3 Pod stropom visi na 1,6 m dolgi vrvici krogla z maso 100 g. Krogla miruje v ravnovesni legi.

(a) V ravnovesni legi naj bo potencialna energija krogle enaka 0. Kolikšna je potencialna energija krogle, ko jo odklonimo za kot 60° od ravnovesne lege tako, da je vrvica pri tem napeta? Pomagaj si z načrtovanjem.



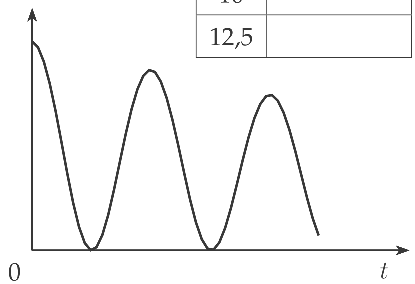
(b) Kroglo, odklonjeno za 60° od ravnovesne lege, spustimo, da zaniha. S kolikšno hitrostjo bi se krogla gibala skozi ravnovesno lego, če ne bi izgubila nič energije?

(c) Sedaj upoštevaj, da se energija krogle zaradi zračnega upora pri nihanju zmanjšuje. V vsaki četrtini nihaja (od skrajne lege krogle do njene ravnovesne lege ali obratno) krogla izgubi 7 % energije, ki jo je imela na začetku te četrtine nihaja. Kolikšen del energije krogla izgubi pri enem nihaju?

(d) Nihajni čas tega nihala je 2,5 s. V razpredelnico zapiši, kolikšna je potencialna energija krogle ob navedenih trenutkih. Ob času $t = 0$ je nihalo v skrajni legi, odklonjeno za 60° od ravnovesne lege.

t [s]	W_p [J]
0	
2,5	
5	
7,5	
10	
12,5	

(e) Graf kaže, kako se pri nihanju krogle spreminja neka količina. Ob trenutku $t = 0$ je krogla v začetni legi (odklonjena za 60° od ravnovesne lege). V graf vpiši manjkajoče podatke: količino, katere časovno odvisnost kaže graf, skalo in enoto zanjo ter skalo in enoto na časovni osi.



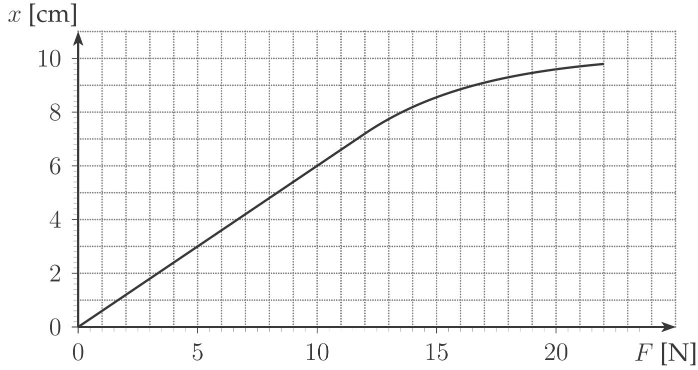
9. razred – fleksibilni predmetnik

B1 Tonček poveže štiri velike, enake, prazne škatle z enakimi elastičnimi vrvmi eno za drugo. Masa ene škatle je 1,0 kg. Potem prime za prvo vrv na prvi škatli in kompozicijo škatel odvleče po asfaltiranem dvorišču enakomerno pospešeno s pospeškom 0,25 $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$. Skupna sila trenja, ki deluje na kompozicijo škatel, je 19 N.

(a) Kolikšna je sila trenja na posamezno škatlo?

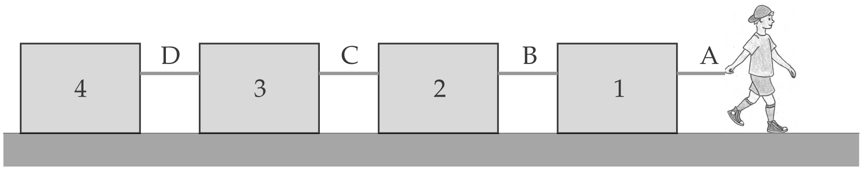
(b) S kolikšno silo vleče Tonček elastično vrv (A), ki je pripeta na prvo škatlo?

(c) Graf kaže, kako je raztezek posamezne elastične vrvi x odvisen od sile F_v, ki jo razteguje. V tabelo zapiši sile, ki napenjajo posamezne vrvi, in raztezke vrvi.



vrv	F_v [N]	x [cm]
A		
B		
C		
D		

(d) Nariši, poimenuj in označi vse sile na 2. škatlo v merilu, kjer pomenita 2 cm silo 10 N. V istem merilu nariši tudi rezultanto vseh sil, ki delujejo na Tončka, ko vleče kompozicijo škatel enakomerno pospešeno po dvorišču. Tonček ima 20 kg.



Druge naloge so bile enake, kot za ostale devetošolce.

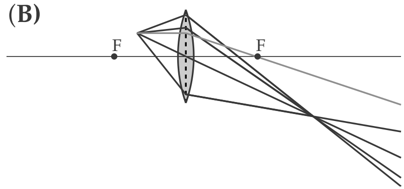
Rešitve nalog 32. tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje

8. razred

A1	A2	A3	A4	A5
B	D	A	C	D

A1 Na vseh slikah so temenski žarki narisani pravilno. Na sliki (A) gre vzporedni žarek, ki je pred lečo vzporeden optični osi leče, po prehodu leče skozi njeno gorišče. S temenskim žarkom se seka v točki, skozi katero gredo tudi drugi žarki, ki vsi izhajajo iz iste točke kot temenski in vzporedni žarek. Slika (A) je pravilna. Na sliki (B) se žarki na leči preveč lomijo – to vidimo, če poleg narisanih dorišemo še vzporednega, za katerega vemo, da po prehodu skozi lečo seka optično os v gorišču. Slika (B) je napačna. Na sliki (C) se šop med seboj vzporednih žarkov po prehodu skozi lečo seka v točki, ki leži v goriščni ravnini. Slika (C) je pravilna. Na sliki (D) so žarki, ki izhajajo iz iste točke v goriščni ravnini, po prehodu skozi lečo med seboj vzporedni. Slika (D) je pravilna.

(B)



A2 Ko Irena z zaprtim padalom pada proti tlom, so sile nanjo v ravnovesju. Ko odpre padalo, se v kratkem času zelo poveča sila zračnega upora nanjo in na njeno padalo. Hitrost, s katero pada proti Zemlji, se zmanjša; med odpiranjem padala se Irena giblje pojemajoče. Rezultanta sil nanjo je nasprotna smeri njenega gibanja. Največji sili, ki nanjo delujeta, sta nasprotno usmerjeni teža in sila vrvi padala. Rezultanta je v smeri vrvi padala, ki je med odpiranjem padala večja od teže. (Ko se hitrost Ireninega padanja z odprtim padalom ustali, so sile nanjo spet v ravnovesju.)

A3 Oblika sence je take oblike kot predmet in ni odvisna od oblike svetila, ki je navidez majhno.

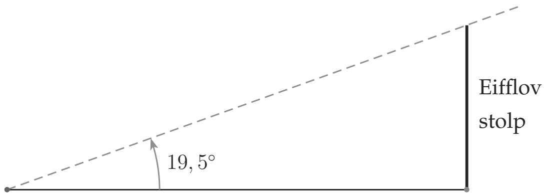
A4 Velja: 1 sodček = 163,7 l = 36 galon = 36 · 4 kvarti = 36 · 4 · 2 pinta = 288 pintov, torej je 1 pint piva = $\frac{163{,}7\,\mathrm{l}}{288}$ = 0,57 litrov ≈ 1 veliko pivo.

A5 Dokler traja polarni dan, je Sonce na severnem polu ves čas nad obzorjem. Njegova višina se v 24 urah ne spremeni opazno, še najmanj pa 21. junija. Pred 21. junijem višina Sonca nad obzorjem narašča, po 21. juniju pa se zmanjšuje.

B1 (a) Čas, v katerem Pierre prikolesari s hitrostjo $v = 18\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ po $s = 900$ m dolgih Marsovih poljanah do Eifflovega stolpa, je

$$t = \frac{s}{v} = \frac{900\,\text{m}\cdot\text{s}}{5\,\text{m}} = 180\,\text{s} = 3\,\text{min}\,.$$

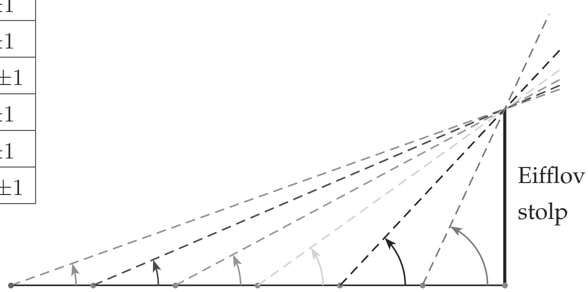
(b) Povežemo Pierrovo izhodišče z vrhom Eifflovega stolpa in izmerimo kot med to črto – zveznico – in vodoravnico, dobimo $19{,}5^\circ \pm 1^\circ$. (Višina Pierrovih oči nad tlemi ne vpliva bistveno na kot, ker je majhna v primerjavi z višino stolpa.)



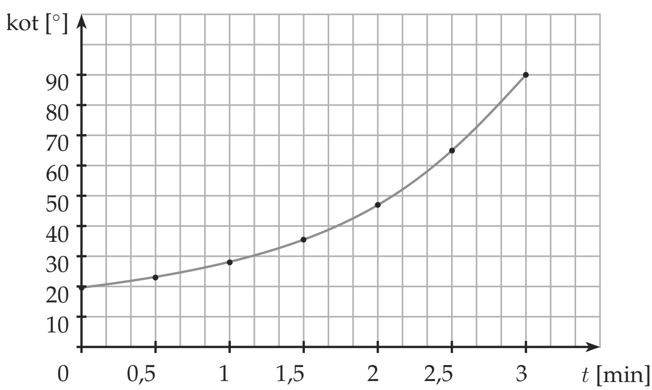
Pierre na začetku poti

(c) Pierre opravi celotno pot 900 m v 3 minutah, kar pomeni, da opravi 150 m v pol minute, 300 m v 1 minuti ... Na sliki označimo razdalje, zapisane v tabeli. Od vsake lege narišemo ravno črto do vrha Eifflovega stolpa in izmerimo kote. Izračunane čase in izmerjene kote vnesemo v graf. Skozi točke narišemo gladko krivuljo.

razdalja od stolpa [m]	čas [min]	kot [°]
0	3	90
150	2,5	65 ±1
300	2	47 ±1
450	1,5	35,5 ±1
600	1	28 ±1
750	0,5	23 ±1
900	0	19,5 ±1

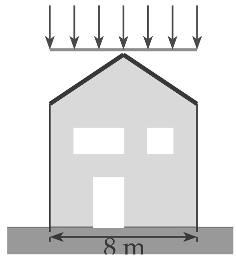


Pierre na začetku poti



B2 (a) S slike ugotovimo merilo, v katerem je narisana sprednja stran hiše: dolžini stranice tlorisa 8 m ustreza na sliki dolžina 4 cm, kar pomeni, da je dolžina 1 m prikazana kot 0,5 cm dolga daljica. Nato izmerimo skupno dolžino poševnega roba strehe in dobimo 2 · (2,4 cm ± 1 mm) = 4,8 cm ± 2 mm, kar ustreza dolžini poševnega roba strehe 9,6 m ± 0,4 m. Drugi rob strehe je dolg toliko kot druga stranica tlorisa hiše, 10 m. Površina strehe je torej (9,6 m ± 0,4 m) · 10 m = 96 m^2 ± 4 m^2.

(b) Naklon strehe na količino dežja, ki nanjo pade, ne vpliva. Količina vode, ki jo zbere zbiralnik, je odvisna od ploščine tlorisa strehe (ploščine projekcije strehe na vodoravno ravnino), ki je pravokotna na smer padavin. Ta je enaka ploščini tlorisa hiše, 8 m · 10 m = 80 m^2.
Med nalivom pade na vsak m^2 tlorisa 10,8 litrov dežja, na celo streho pa 80 · 10,8 litrov = 864 litrov. Toliko vode vsebuje pokrit zbiralnik po nalivu.



(c) Prostornina vode v zbiralniku je V = 864 litrov = 0,864 m^3 in je enaka zmnožku ploščine osnovne ploskve zbiralnika a^2 ter višine vode v njem h,

$$V = 0{,}864\,\mathrm{m}^3 = a^2 \cdot h = (1{,}2\,\mathrm{m})^2 \cdot h = 1{,}44\,\mathrm{m}^2 \cdot h\,,$$

kjer je a = 1,2 m dolžina roba osnovne ploskve zbiralnika. Od tod dobimo h = 0,6 m.

(d) Zbiralnik ima obliko kocke z robom, dolgim 1,2 m. Po nalivu je poln do polovice. Da bi bil poln do vrha, bi morala biti ploščina tlorisa hiše dvakrat tolikšna, kot je. Tloris hiše bi moral biti večji za 80 m^2.

(e) Črpalka vsako sekundo prečrpa 0,8 litra vode, torej prečrpa 864 litrov vode v času

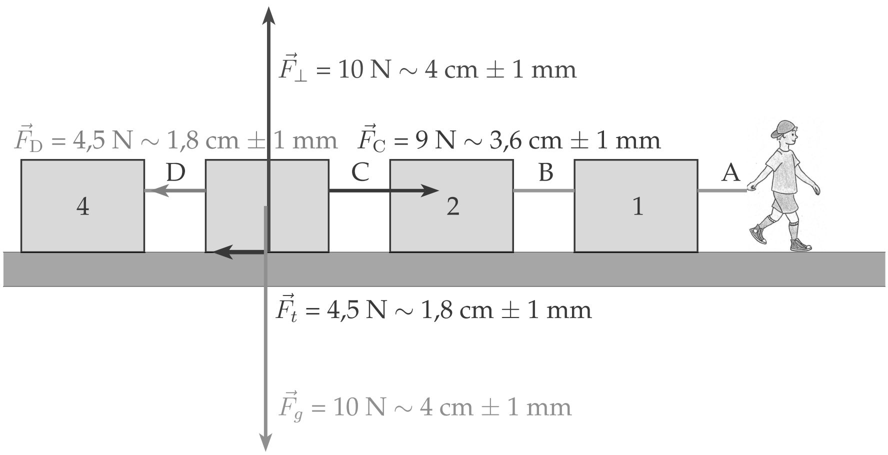
$$t_0 = \frac{864\,\text{litrov} \cdot \mathrm{s}}{0{,}8\,\text{litrov}} = 1080\,\mathrm{s} = 18\,\mathrm{min}\,.$$

(f) Graf, ki kaže, kako se je višina gladine vode v zbiralniku spreminjala s časom.

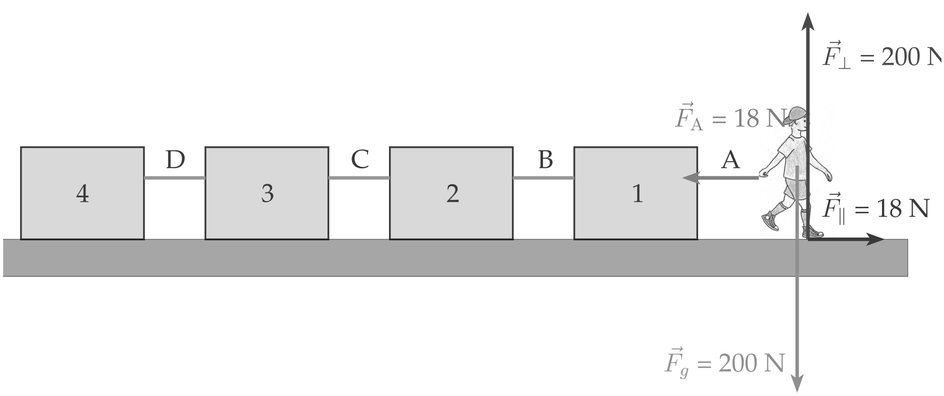
B3 (a) Kompozicija škatel se giblje s stalno hitrostjo, torej so sile na kompozicijo škatel v ravnovesju. Sili, s katero Mihec vleče elastično vrv (A), nasprotuje po velikosti enaka skupna sila trenja na škatle, ki meri 18 N.

(b) Škatle so med seboj enake, so na isti podlagi. Sile trenja na vsako posamezno škatlo so med seboj enake, skupaj merijo 18 N. Sila trenja na posamezno škatlo je enaka četrtini te sile, torej meri 4,5 N.

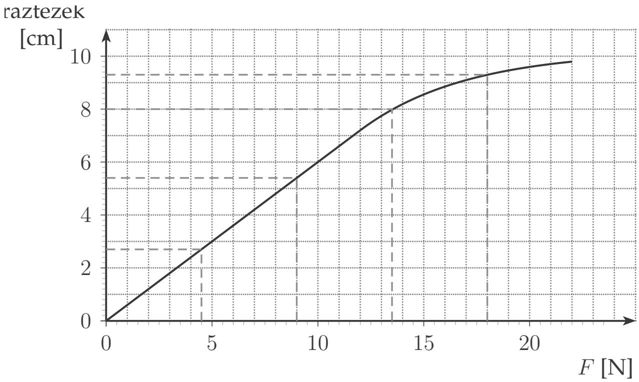
(c) Sile na 3. škatlo, ki se giblje premo enakomerno, so v ravnovesju. Na 3. škatlo deluje 5 sil: teža $\vec{F}_g$ (meri 10 N), pravokotna sila podlage $\vec{F}_\perp$ (meri 10 N), trenje $\vec{F}_t$ (meri 4,5 N), sila vrvi C – $\vec{F}_\mathrm{C}$ in sila vrvi D – $\vec{F}_\mathrm{D}$. Sila vrvi $\vec{F}_\mathrm{D}$ na škatlo 3 je po velikosti enaka sili, s katero ista vrv (D) deluje tudi na škatlo 4, ta pa ravno uravnovesi trenje na škatlo 4. Sila $\vec{F}_\mathrm{D}$ torej meri 4,5 N. Sila vrvi $\vec{F}_\mathrm{C}$ pa uravnovesi sebi nasprotni sili $\vec{F}_\mathrm{D}$ in $\vec{F}_t$, ki sta po velikosti med seboj enaki. Sila $\vec{F}_\mathrm{C}$ meri 9 N.



(d) Sile na Mihca, ki se giblje premo enakomerno, so v ravnovesju. Na Mihca delujejo 4 sile: teža $\vec{F}_g$, pravokotna sila podlage $\vec{F}_\perp$, sila podlage $\vec{F}_\parallel$ (sila lepenja na podplat Mihčevega čevlja) in sila vrvi A – $\vec{F}_\mathrm{A}$. Velikosti sil so pripisane k silam, narisanim na sliki.



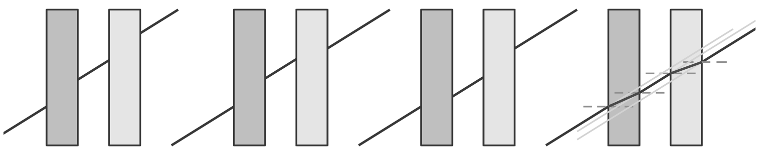
(e) Vrv A razteguje sila 18 N, vrv B razteguje sila 18 N – 4,5 N = 13,5 N, vrv C razteguje sila 13,5 N – 4,5 N = 9 N in vrv D razteguje sila 9 N – 4,5 N = 4,5 N. Raztezke pri teh silah razberemo iz grafa.



vrv	raztezek [cm]
A	$9{,}3 \pm 0{,}1$
B	$8{,}0 \pm 0{,}1$
C	$5{,}4 \pm 0{,}1$
D	$2{,}7 \pm 0{,}1$

8. razred – fleksibilni predmetnik

A2 Pri prehodu iz zraka v steklo ali prozorno plastiko se žarek lomi proti vpadni pravokotnici, pri prehodu nazaj v zrak pa stran od nje. Žarek, ki v vsako ploščico vstopa, je vzporeden žarku, ki iz nje izstopa. Temu ustreza prikaz na sliki (D).



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

B3 (a) Motorist pelje mimo Radovljice 2 minuti za avtobusom. V tem času avtobus, ki vozi s hitrostjo 60 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ = 1 $\frac{\text{km}}{\text{min}}$, prevozi 2 km.

(b) Avtobus vozi od Radovljice naprej 4 minute s hitrostjo 60 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ = 1 $\frac{\text{km}}{\text{min}}$. V 4 minutah prevozi 4 km. Naslednjih 8 minut vozi s hitrostjo 90 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ = 1,5 $\frac{\text{km}}{\text{min}}$, v tem času prevozi 8 · 1,5 km = 12 km. V 12 minutah opravi avtobus pot 4 km + 12 km = 16 km.

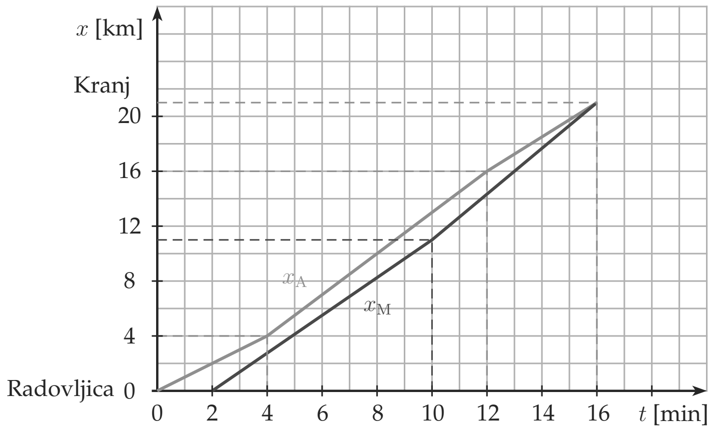
(c) Od konca 12. minute do konca 16. minute (v času 4 minute) vozi avtobus s hitrostjo 75 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ = 1,25 $\frac{\text{km}}{\text{min}}$. V 4 minutah prevozi še 4 · 1,25 km = 5 km. Od Radovljice do Kranja opravi avtobus v času 4 min + 8 min + 4 min = 16 min skupno pot 16 km + 5 km = 21 km. Na tem odseku je njegova povprečna hitrost

$$\bar{v}_{\mathrm{A}} = \frac{21\,\mathrm{km}}{16\,\mathrm{min}} = 1{,}31\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}} = 78{,}8\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}\,.$$

(d) Motorist prevozi prvih 11 km naprej od Radovljice s hitrostjo 82,5 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ = 1,375 $\frac{\text{km}}{\text{min}}$ v času

$$t = \frac{11\,\mathrm{km}\cdot\mathrm{min}}{1{,}375\,\mathrm{km}} = 8\,\mathrm{min}\,.$$

(e) Graf lege avtobusa v odvisnosti od časa $x_{\mathrm{A}}(t)$ in graf lege motorista v odvisnosti od časa $x_{\mathrm{M}}(t)$.



(f) Iz grafa preberemo (ali izračunamo), da motorist dohiti avtobus pri Kranju, kar je 16 minut zatem, ko je avtobus peljal mimo Radovljice.

9. razred

A1	A2	A3	A4	A5
C	D	A	C	A

A1 Velja: 1 sodček = 163,7 l = 36 galon = 36 · 4 kvarti = 36 · 4 · 2 pinta = 288 pintov, torej je 1 pint piva = $\frac{163{,}7\,\mathrm{l}}{288}$ = 0,57 litrov ≈ 1 veliko pivo.

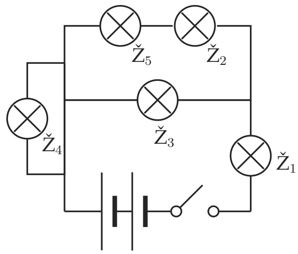
A2 Dokler traja polarni dan, je Sonce na severnem polu ves čas nad obzorjem. Njegova višina se v 24 urah ne spremeni opazno, še najmanj pa 21. junija. Pred 21. junijem višina Sonca nad obzorjem narašča, po 21. juniju pa se zmanjšuje.

A3 Na taljenje kocke ledu v različnih posodah najbolj vpliva toplotni stik med ledom in notranjo površino posode. Kocka ledu prejme v kovinski posodi v enakem času več toplote od posode kot kocki v drugih dveh posodah in se zato v kovinski posodi tali najhitreje. Kovinska obloga na zunanji strani posod na to ne vpliva.

A4 Do 6. sekunde pot narašča enakomerno (vsaki 2 s za 12 m). Od 6. sekunde do 12. sekunde so prirastki poti vedno manjši, kolesar se ustavlja – giblje se pojemajoče. Od 12. sekunde naprej se pot ne spreminja več, kolesar miruje.

A5 Ker lahko izgube energije zaradi trenja in upora zanemarimo, je med spustom po zaletišču vsota Robijeve kinetične in potencialne energije konstantna. Robijeva potencialna energija se z vodoravno oddaljenostjo od začetka zaletišča manjša natanko tako, kot se niža njegova višina. Graf $W_p(x)$ bi imel tako obliko, kot jo ima na sliki prikazan profil skakalnice. Ker je vsota $W_k + W_p$ neodvisna od vodoravne oddaljenosti x od zaletišča, se obenem na podoben način, le obrnjeno, veča Robijeva kinetična energija. Graf $W_k(x)$ ima tako obliko kot preko vodoravnice prezrcaljen profil skakalnice.

B1 (a) Učenci lahko narišejo na videz različne sheme vezja, ki so vse enake in pravilne (in seveda še več takih, ki so nepravilne). Na sliki je primer pravilne sheme.



Za pravilno narisano shemo velja:

- Žarnici Ž$_2$ in Ž$_5$ sta vezani zaporedno (veja A).
- Žarnica Ž$_3$ je vezana vzporedno z vejo A (Ž$_2$ in Ž$_3$), skupaj tvorijo člen B.
- Obe bateriji, stikalo, žarnica Ž$_1$ in člen B so vezani zaporedno.
- Oba priključka žarnice Ž$_4$ sta na istem potencialu (vmes ni baterij, žarnic in stikala – ničesar, razen žic).

(b) Bateriji 1 in 2 sta vezani zaporedno z žarnico Ž$_1$, skozi njiju teče isti tok kot skozi Ž$_1$. Velja $I_{\rm b1} = I_{\rm b2} = I_1 = 60$ mA.

(c) Žarnici Ž$_2$ in Ž$_5$ sta vezani zaporedno, skozi njiju teče isti tok I_2 = 20 mA. Priključka žarnice Ž$_4$ sta kratko sklenjena, skozi Ž$_4$ ne teče noben tok, $I_4 = 0$. Tok skozi žarnico Ž$_1$ je vsota tokov skozi vejo, v kateri je žarnica Ž$_3$, in vejo, v kateri sta žarnici Ž$_2$ in Ž$_5$, $I_1 = I_2 + I_3$. Od tod dobimo $I_3 = I_1 - I_2$ = 40 mA.

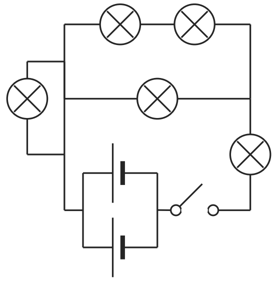
	Ž$_3$	Ž$_4$	Ž$_5$
I [mA]	40	0	20

(d) Nova baterija, skozi katero teče v prikazanem krogu stalni tok I_1, požene v svoji življenjski dobi t_1 naboj $e = I_1 \cdot t_1$ = 1200 mAh. Od tod izračunamo življenjsko dobo baterije (in čas, v katerem žarnice svetijo),

$$t_1 = \frac{e}{I_1} = \frac{1200\,\mathrm{mAh}}{60\,\mathrm{mA}} = 20\,\mathrm{h}\,.$$

(e) Ko sta bateriji med seboj vezani vzporedno, teče po zunanjem krogu manjši tok kot v primeru, ko bateriji po istem krogu ženeta tok vezani zaporedno. Skozi vsako od baterij pa teče le polovica tega (manjšega) toka, zato se iztrošita v daljšem času kot prej.

Na sliki je primer pravilno narisane sheme.



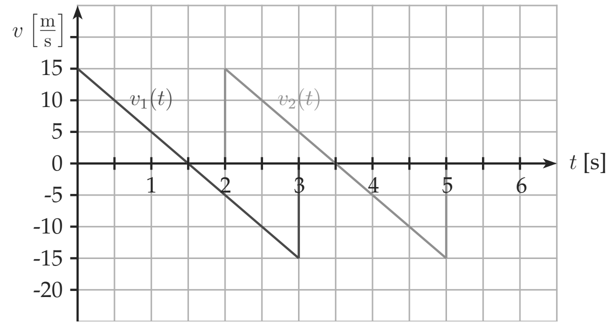
B2 (a) Če vržemo kroglico navpično navzgor z začetno hitrostjo $v_0 = 15\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, doseže kroglica največjo višino po času

$$t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{15\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{s}\cdot 10\,\mathrm{m}} = 1{,}5\,\mathrm{s}\,.$$

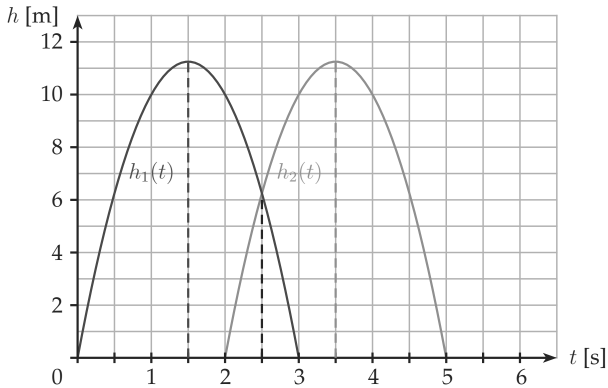
Nazaj prileti po času $t_2 = 2 \cdot t_1 = 3$ s. Vsaka od kroglic je v zraku 3 s.
Največja višina, ki jo kroglica doseže, je

$$h = \bar{v} \cdot t_1 = \frac{1}{2}\,v_0 \cdot t_1 = \frac{1}{2}\,15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 1{,}5\,\mathrm{s} = 11{,}25\,\mathrm{m}\,.$$

(b) Grafa hitrosti kroglic $v_1(t)$ in $v_2(t)$:



(c) Grafa višine kroglic $h_1(t)$ in $h_2(t)$:



(d) Tekmovalec lahko trenutek srečanja $t_3 = 2{,}5$ s prebere iz grafov $h_1(t)$ in $h_2(t)$ ali izračuna.

Prebrano iz grafov:

Ker imata kroglici enaki začetni hitrosti, kažeta oba grafa enako odvisnost višine od časa, le da sta v času zamaknjena eden glede na drugega. Vsak od njiju je simetričen glede na obrat časa okoli trenutka, ko kroglica doseže največjo višino (prekinjeni barvasti črti). Oba skupaj sta simetrična glede na obrat časa okoli trenutka srečanja (prekinjena črna črta), in ker vemo, da prvo kroglico vržemo navzgor ob času $t = 0$, druga pa prileti nazaj ob času $t = 5$ s, je srečanje lahko le na sredini tega časovnega intervala.

Račun:
Višina prve kroglice se s časom spreminja tako, kot opisuje $h_1(t)$,

$$h_1(t) = v_0 \cdot t - \frac{1}{2}\, g \cdot t^2 \,,$$

višina druge pa, kot opisuje $h_2(t)$,

$$h_2(t) = v_0 \cdot (t - t_0) - \frac{1}{2}\, g \cdot (t - t_0)^2 \,,$$

kjer je $t_0 = 2$ s čas, ki mine od meta prve do meta druge kroglice. V trenutku srečanja t_3 sta višini h_1 in h_2 enaki,

$$h_1(t = t_3) = h_2(t = t_3) \,,$$

$$v_0 \cdot t_3 - \frac{1}{2}\, g \cdot t_3^2 = v_0 \cdot (t_3 - t_0) - \frac{1}{2}\, g \cdot (t_3 - t_0)^2 \,,$$

in ko na obeh straneh odštejemo iste člene ter preostanek delimo s t_0, ostane enačba

$$0 = -v_0 + g \cdot t_3 - \frac{1}{2}\, g \cdot t_0 \,.$$

Od tod izrazimo neznani čas srečanja t_3,

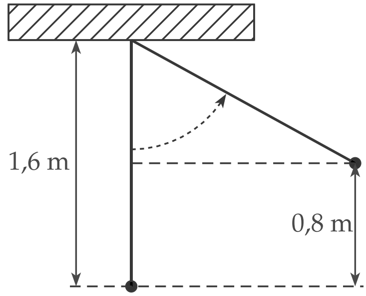
$$t_3 = \frac{2v_0 + g \cdot t_0}{2g} = \frac{v_0}{g} + \frac{1}{2}\, t_0 = \frac{15\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^2}{\mathrm{s} \cdot 10\,\mathrm{m}} + \frac{1}{2} \cdot 2\,\mathrm{s} = 1{,}5\,\mathrm{s} + 1\,\mathrm{s} = 2{,}5\,\mathrm{s} \,.$$

(e) Poznan trenutek srečanja t_3 vstavimo v $h_1(t)$ (ali pravilno zapisan $h_2(t)$) in dobimo višino, na kateri se kroglici srečata,

$$h_1(t = t_3) = v_0 \cdot t_3 - \frac{1}{2}\, g \cdot t_3^2 = 15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 2,5\,\mathrm{s} - \frac{1}{2}\, 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot (2{,}5\,\mathrm{s})^2 = 6{,}25\,\mathrm{m} \,.$$

(f) V trenutku, ko se kroglici srečata, sta hitrosti kroglic $v_1 = -10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (prva kroglica, giblje se navzdol) in $v_2 = 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (druga kroglica, giblje se navzgor).

B3 (a) Vrvica v začetni legi in vrvica v ravnovesni legi sta dve stranici enakostraničnega trikotnika. Vidimo, da je pri dolžini vrvice 1,6 m krogla v začetni legi $\Delta h = 0{,}8$ m višje kot v ravnovesni legi. V ravnovesni legi je potencialna energija krogle 0, v začetni legi pa $W_p = m \cdot g \cdot \Delta h = 1$ N $\cdot$ 0,8 m = 0,8 J, kjer je $m = 0,1$ kg masa krogle.



(b) Potencialna energija krogle se med nihanjem krogle pretvarja v kinetično in obratno. V začetni legi ima krogla le potencialno energijo $W_{p,z}$, v ravnovesni pa le kinetično $W_{k,r}$. Velja $W_{p,z} = W_{k,r}$ in

$$m \cdot g \cdot \Delta h = \frac{1}{2}\, m \cdot v_r^2\,,$$

kjer je v_r hitrost, s katero gre krogla skozi ravnovesno lego,

$$v_r = \sqrt{2g \cdot \Delta h} = \sqrt{2 \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}8\,\mathrm{m}} = 4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

(c) Če krogla v vsaki četrtini nihaja izgubi 7 % energije, ima po vsaki četrtini nihaja le še $(100\,\% - 7\,\%) = 93\,\% = \frac{93}{100}$ energije W_0, ki jo je imela na začetku te četrtine nihaja. Po dveh četrtinah je njena energija

$$93\,\%\,(93\,\%\,W_0) = \frac{93}{100} \cdot \frac{93}{100}\, W_0 = 0{,}93 \cdot 0{,}93 \cdot W_0 = (0{,}93)^2\, W_0 = 0{,}865 \cdot W_0$$

in po štirih četrtinah je njena energija le še

$$\begin{aligned} 93\,\%\,(93\,\%\,(93\,\%\,(93\,\%\,W_0))) &= \frac{93}{100} \cdot \frac{93}{100} \cdot \frac{93}{100} \cdot \frac{93}{100}\, W_0 = \\ = (0{,}93)^4\, W_0 &= 0{,}748 \cdot W_0 \approx 75\,\%\,W_0\,. \end{aligned}$$

Če krogli po enem nihaju ostane 75 % energije W_0, ki jo je imela na začetku nihaja, je v nihaju izgubila 25 % W_0.

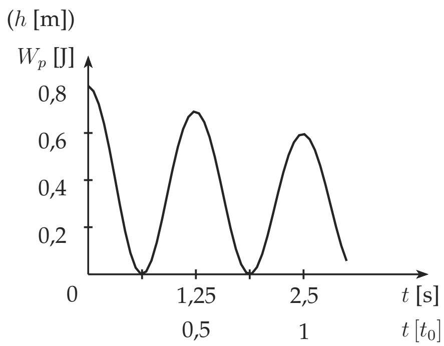
(d) V tabeli napisani časi so mnogokratniki nihajnega časa. Ob teh trenutkih je krogla v skrajnih legah po enem, dveh ... petih nihajih in ima samo potencialno energijo. Pri vsakem nihaju krogla izgubi 25 % energije, ki jo je imela na začetku nihaja, zato je W_p krogle po enem nihaju le $0{,}75 \cdot 0{,}8$ J = 0,6 J, po dveh nihajih le $0{,}75 \cdot 0{,}6$ J = 0,45 J, po treh nihajih le $0{,}75 \cdot 0{,}45$ J = 0,33 J, po štirih nihajih le $0{,}75 \cdot 0{,}33$ J = 0,25 J in po petih nihajih le $0{,}75 \cdot 0{,}25$ J = 0,19 J.

t [s]	W_p [J]
0	0,8
2,5	0,6
5	0,45
7,5	0,34
10	0,25
12,5	0,19

(e) Graf na sliki kaže, kako se

i. potencialna energija krogle spreminja s časom ali
ii. višina krogle nad ravnovesno lego spreminja s časom.

Obe možnosti sta prikazani na grafu. Enota na časovni osi je lahko tudi nihajni čas t_0 (ki je enak 2,5 s).



B1 (a) Škatle so med seboj enake, so na isti podlagi. Sile trenja na vsako posamezno škatlo so med seboj enake, skupaj merijo 19 N. Sila trenja na posamezno škatlo $\vec{F}_{t1}$ je enaka četrtini te sile, torej meri 4,75 N.

(b) Kompozicija škatel se giblje enakomerno pospešeno s pospeškom $a = 0{,}25\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, torej je rezultanta sil $\vec{F}_\mathrm{r}$ na kompozicijo škatel s skupno maso $m = 4 \cdot m_1 = 4 \cdot$ 1,0 kg = 4,0 kg v smeri gibanja in meri

$$F_\mathrm{r} = m \cdot a = 4{,}0\,\mathrm{kg} \cdot 0{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 1\,\mathrm{N}\,.$$

Masa m_1 je masa ene škatle. Sile, ki so pravokotne na smer gibanja in podlago – teža škatel in pravokotne sile podlage – so med seboj v ravnovesju. Sili, ki sta vzporedni s podlago in ki se seštejeta v rezultanto z velikostjo 1 N v smeri gibanja, sta trenje z velikostjo 19 N (nasprotno smeri gibanja) in sila Tončka na vrv (A) (v smeri gibanja). Da se lahko škatle gibljejo z danim pospeškom, mora biti sila, s katero Tonček vleče elastično vrv (A), za 1 N večja od skupne sile trenja na škatle. Sila Tončka na vrv (A) meri 20 N.

(c) Vrv (A) napenja sila 20 N. Sile, ki napenjajo ostale vrvi, izračunamo iz 2. Newtonovega zakona, ki ga zapišemo za posamezne škatle ali več povezanih škatel. Sile na posamezne škatle niso v ravnovesju (rezultanta sil na posamezno škatlo je različna od 0), zato se škatle gibljejo pospešeno.

Začnemo lahko s škatlo 4 (lahko bi začeli tudi s škatlo 1): škatla 4 se giblje enakomerno pospešeno s pospeškom $a = 0{,}25\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$. V smeri gibanja deluje nanjo sila vrvi D – $\vec{F}_\mathrm{D}$, v smeri, nasprotni smeri gibanja, pa trenje z velikostjo F_{t1} = 4,75 N. Za škatlo 4 se 2. Newtonov zakon zapiše kot

$$m_1 \cdot a = F_\mathrm{D} - F_{t1}\,.$$

Od tod dobimo

$$F_\mathrm{D} = m_1 \cdot a + F_{t1} = 1\,\mathrm{kg} \cdot 0{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} + 4{,}75\,\mathrm{N} = 5\,\mathrm{N}\,.$$

Nadaljujemo s skupino škatel 3 in 4. Škatli se gibljeta enakomerno pospešeno s pospeškom $a = 0{,}25\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$. V smeri gibanja deluje nanju sila vrvi C – $\vec{F}_\mathrm{C}$, v smeri, nasprotni smeri gibanja, pa trenje z velikostjo $2 \cdot F_{t1}$ = 9,5 N (na vsako škatlo deluje enako velika sila trenja). Za skupino škatel 3 in 4 se 2. Newtonov zakon zapiše kot

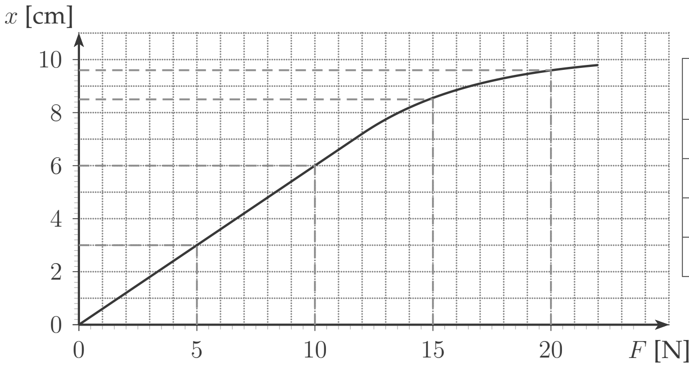
$$2 \cdot m_1 \cdot a = F_\mathrm{C} - 2 \cdot F_{t1}\,.$$

Od tod dobimo

$$F_\mathrm{C} = 2 \cdot m_1 \cdot a + 2 \cdot F_{t1} = 2 \cdot 1\,\mathrm{kg} \cdot 0{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} + 2 \cdot 4{,}75\,\mathrm{N} = 10\,\mathrm{N}\,.$$

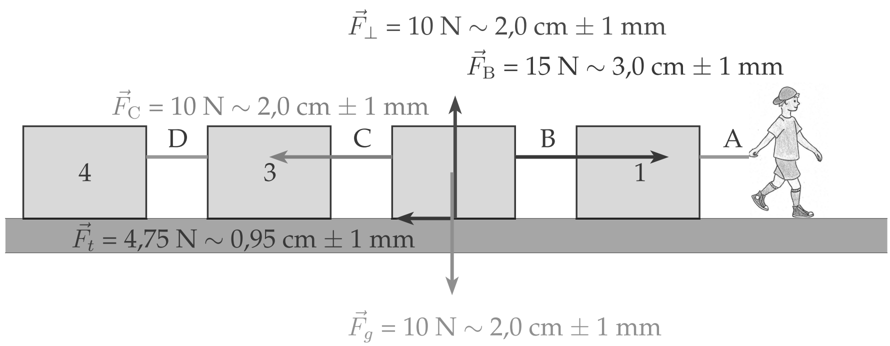
V zadnjem koraku zapišemo še 2. Newtonov zakon za skupino škatel 2, 3 in 4 ter dobimo $F_{\mathrm{B}} = 15\,\mathrm{N}$.

Raztezke pri teh silah razberemo iz grafa.



vrv	F [N]	x [cm]
A	20	$9{,}6 \pm 0{,}1$
B	15	$8{,}5 \pm 0{,}1$
C	10	$6{,}0 \pm 0{,}1$
D	5	$3{,}0 \pm 0{,}1$

(d) Sile na škatlo 2, ki se giblje enakomerno pospešeno, niso v ravnovesju. Na škatlo 2 deluje 5 sil: teža $\vec{F}_g$ (meri 10 N), pravokotna sila podlage $\vec{F}_\perp$ (meri 10 N), trenje $\vec{F}_{t1}$ (meri 4,75 N), sila vrvi B – $\vec{F}_{\mathrm{B}}$ (meri 15 N) in sila vrvi C – $\vec{F}_{\mathrm{C}}$ (meri 10 N).



(e) Sile na Tončka, ki se giblje enakomerno pospešeno, niso v ravnovesju. Na Tončka delujejo 4 sile: teža $\vec{F}_g$, pravokotna sila podlage $\vec{F}_\perp$, sila podlage $\vec{F}_\parallel$ (sila lepenja na podplat Tončkovega čevlja) in sila vrvi A – $\vec{F}_{\mathrm{A}}$. Za rezultanto sil na Tončka $\vec{F}$ lahko zapišemo 2. Newtonov zakon za Tončka,

$$m_{\mathrm{T}} \cdot a = F_{\mathrm{r}} = 20\,\mathrm{kg} \cdot 0{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 5\,\mathrm{N}\,.$$