

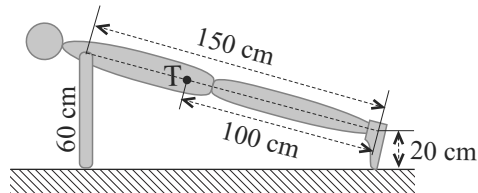
NALOGE Z REGIJSKEGA FIZIKALNEGA TEKMOVANJA SREDNJEŠOLCEV
SLOVENIJE V ŠOLSKEM LETU 2011/12

Skupina I

Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost $9,8 \text{ m/s}^2$.

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 $4 \times 100 \text{ m}$ 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 $9,8 \text{ m/s}^2$.

- 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 $2,25 \text{ kg}$, največja prostornina pa je lahko 200 dm^3 . Sonda ima prostornino 50 dm^3 , prostornina uteži pa je zanemarljivo majhna.

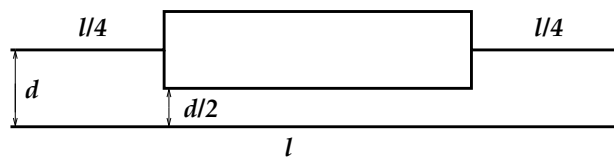
- Kolikšna je masa sonde z utežmi, da sonda in z zrakom napolnjena blazina lebdi tik pod vodno gladino?
- Potapljač se s sondo in blazino potopi na globino 30 m in z zrakom iz svoje jeklenke ponovno napolni blazino. Kolikšno maso uteži mora dodati ali odvzeti, da sonda lebdi v tej globini?

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 $101,3 \text{ kPa}$. 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.

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

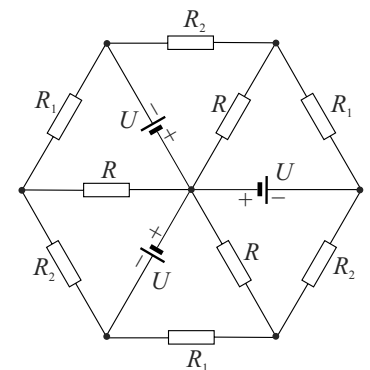
- S kolikšno silo privlači spodnja žica zgornjo? Indukcijska konstanta je $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$.
- Zgornjo žico preoblikujemo tako, kot kaže slika (osnovnica okvira je dolga $l/2$, višina pa d). Presek vseh žic je enak. Kolikšna je sedaj sila spodnje žice na zgornje vezje (okvir in oba odseka z dolžinama po $l/4$), če se tok v odsekih z dolžinama po $l/4$ ne spremeni?



- 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.

- V vezje na sliki so kot izvir priključene tri baterije, vse z enako gonilno napetostjo $U = 9 \text{ V}$ 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.



- Kolikšen tok teče skozi posamezno baterijo?
- Kolikšna moč se troši v tem vezju?

Skupina III

Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost $9,8 \text{ m/s}^2$.

1. Leteče lampijone so Kitajci poznali že 300 let pred našim štetjem. To so majhni baloni na topel zrak. Balon ima polmer $0,7 \text{ m}$ 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 $0,011 \text{ W/mK}$, debelina plašča pa $0,9 \text{ mm}$. 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.

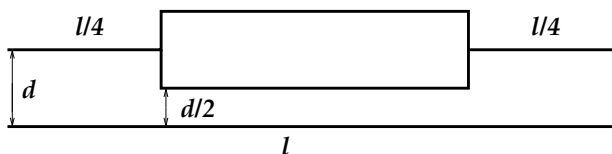
2. Vodoravno zapornico, ki zapira vhod na parkirišče, ponavadi dviga motor, ki ga napaja elektrika iz omrežja. Kaj lahko pa se zgodi, da kakšen dan pride do izpada elektrike – takrat mora zapornico lastnoročno odpirati in zapirati vratar.

- a) Avto je peljal mimo zapornice, ki je v navpičnem položaju. Vrtar 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. Po dveh vzporednih žicah z dolžino $l = 1 \text{ m}$ v razmiku $d = 2 \text{ cm}$, tečeta tokova $I = 30 \text{ A}$ v isto smer.

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



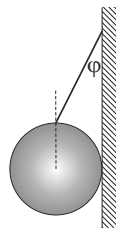
- c) Žice v pravokotniku zamenjamo z žicami iz enake kovine, tako da sta preseka žic v spodnji in zgornji veji različna. Kolikšno naj bo razmerje ploščin presekov žic, da bo sila spodnje žice enaka kot v primeru a). Katera, zgornja ali spodnja, žica naj bo debelejša? Tok se v odsekih z dolžinama po $l/4$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

Skupina I

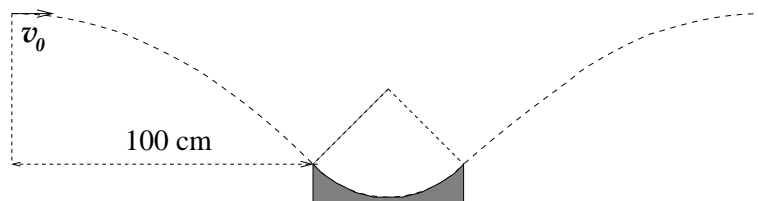
Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost $9,8 \text{ m/s}^2$.

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 $\varphi = 30^\circ$.

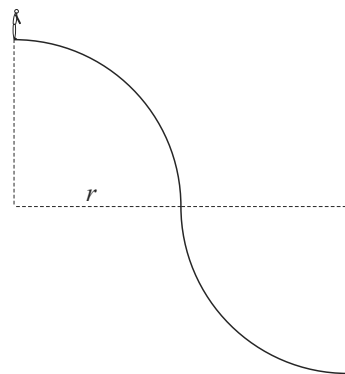


- a) Kolikšna je sila v vrvici?
- b) Kolikšen mora biti najmanj koeficient lepenja med steno in kroglo, da krogla miruje v opisani legi?

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



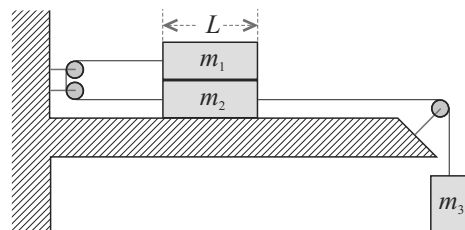
- a) S kolikšno začetno hitrostjo in na kolikšni višini, merjeno glede na rob žleba, moramo vreči telo, da bo vstopilo v žleb pod kotom 45° in nadaljevalo pot tako, kot kaže slika? Zračni upor seveda zanemarimo.
- b) Oцени, za koliko % se spremeni čas potovanja telesa do končne točke, v kateri telo ponovno 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 četrtekrogov z radijem $r = 4,0 \text{ m}$, kot prikazuje slika. Fantič počepne in prične počasi hoditi po klanecu navzdol. Pri določeni strmini mu zdrsne in zato po hrbtu oddrsi do dna klanca.



- a) V kolikšni višini nad dnem 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 $m_2 = 3 \text{ kg}$ je na vodoravni podlagi, na tej kladi pa je klada z maso $m_1 = 7 \text{ kg}$. Kladi imata enaki dolžini $L = 1 \text{ m}$ 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, $k = 0,5$.

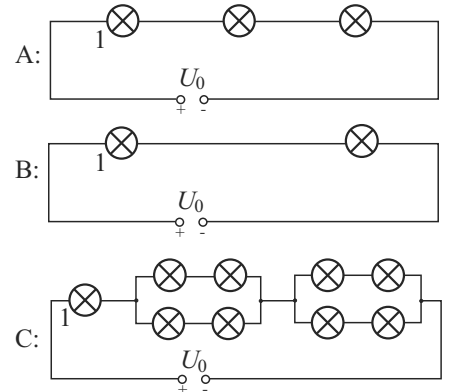


- a) Kolikšna je lahko največ masa m_3 , da sistem še miruje?
- b) Naj bo masa $m_3 = 20 \text{ kg}$. Po kolikšnem času od začetka gibanja se začne klada z maso m_1 nagibati? Prijemališče vrvice je na sredini klade.

Skupina II

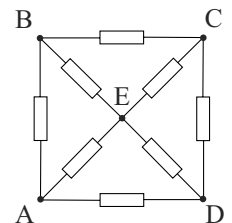
Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost $9,8 \text{ m/s}^2$.

- 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.

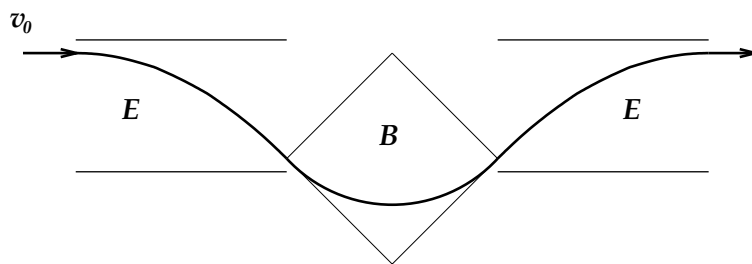


Na sliki so narisane in označene vse tri vezave žarnic, ki jih je naredila Urška. V vsaki vezavi je prva žarnica označena s številko 1.

- 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?
 - 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?
- 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 $1,2 \text{ W/mK}$, njihova debelina je 30 cm . Debelina mednadstropnih betonskih plošč je tudi 30 cm . Višina stropa je 275 cm , stanovanja imajo tlorisno mero $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$.
 - 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.
 - 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 ?
 - Vezje na sliki je sestavljeno iz štirih upornikov z uporom po 100Ω , ki tvorijo stranice kvadrata, in štirih upornikov z uporom po 200Ω , ki tvorijo njegovi diagonali. Na oglišči B in D priključimo baterijo z gonilno napetostjo 12 V in zanemarljivim notranjim uporom.
 - Kolikšen tok teče skozi posamezen upornik?
 - Kolikšen je nadomestni upor vezja?
 - Kolikšen tok teče skozi upornik med točkama B in C, če priključimo baterijo med točki A in D?
 - Tir elektronskega curka, ki ima začetno hitrost $v_0 = 6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$, 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.



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

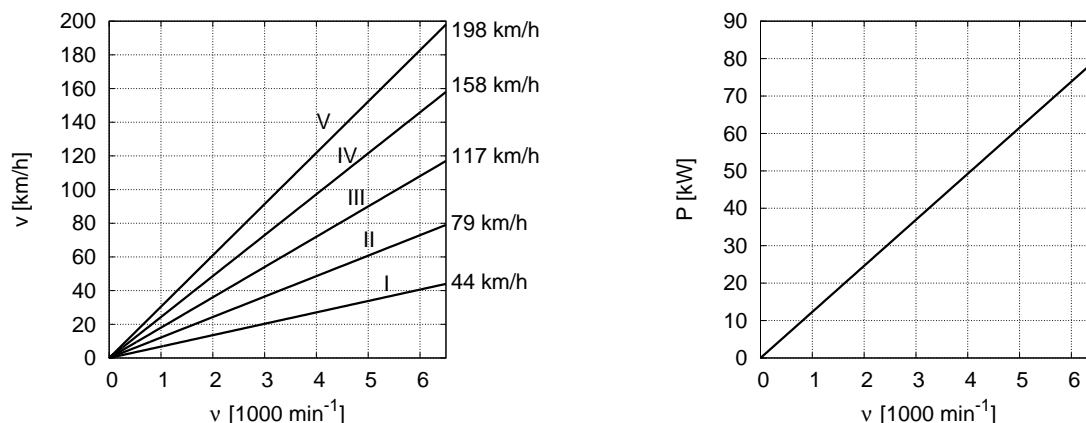
Podatki: Naboj elektrona je $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ As, masa $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg, dolžina pozameznega kondenzatorja je $l = 10$ cm, prav toliko tudi razmik med kondenzatorjema in širina magnetnega polja med kondenzatorjema. (Gravitacijska sila na elektron je seveda zanemarljiva.)

Skupina III

Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost $9,8 \text{ m/s}^2$.

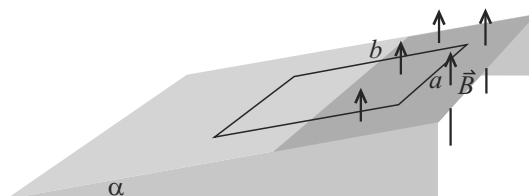
- Proizvajalec avtomobilov navaja v tehničnih podatkih vozila dva diagrama. Prvi (desno) prikazuje, kako je največja razpoložljiva moč motorja odvisna od frekvenca vrtenja motorne gredi, drugi (levo) pa prikazuje, kako je hitrost avtomobila na cesti odvisna od frekvenca vrtenja motorne gredi v različnih 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 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.



- S kolikšno močjo obratuje motor, ko po ravni cesti vozimo s hitrostjo 120 km/h v peti prestavi?
 - Natovorjen avtomobil s skupno maso 1600 kg se prične vzpenjati z dovolj veliko začetno hitrostjo v klanec z naklonskim kotom $5,7^\circ$. 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.
- Na gladko naklonsko ploskev klanca z naklonskim kotom $\alpha = 30^\circ$ 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 $0,5 \text{ T}$. 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 kg/m^3 , specifični upor pa $0,0175 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.



- 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 .
 - 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.
 - 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.

Rezultati nalog

Regijsko tekmovanje

- [I/1] a) 425 N, b) 57 W
- [I/2] a) 7,75 m/s, b) 15,8 m, c) 1,3 m od področja L
- [I/3] a) $-0,3$ m/s, b) 3,7 s, c) $-0,50$ m/s, d) 7,7 m/s
- [II/1] a) 247,5 kg, b) -720 g
- [II/2] a) 9 mN, b) 10,5 mN, c) 3, zgornja žica debelejša
- [II/3] a) 48,4 mA, b) 1,35 W
- [III/1] a) 79 mN, b) 36 m
- [III/2] a) $3,13$ s $^{-1}$, b) 15,6 Ns
- [III/3] a) 9 mN, b) 10,5 mN, c) 3, zgornja žica debelejša, d) 0,44 Hz

Državno tekmovanje

- [I/1] a) 36 N, b) 1
- [I/2] a) 3,1 m/s; 50 cm, b) $-4,3$ %, c) 4,65 m/s
- [I/3] a) 7,6 m, b) 12 m/s
- [I/4] a) 12 kg, b) 0,44 s
- [II/1] a) 4-krat, b) 8-krat; $U_0/2$
- [II/2] a) 140 W/m 2 , b) 11 °C; 186 W/m 2
- [II/3] a) $I_{\text{diagonala BD}} = 30$ mA; $I_{\text{stranice}} = 60$ mA; $I_{\text{diagonala AC}} = 0$, b) 80 Ω , c) 34 mA
- [II/4] a) \vec{E} navzgor, \vec{B} iz lista, b) 2,0 kV/m, c) 0,67 mT, d) $-7,2$ %
- [III/1] a) 36 kW, b) 112 km/h v tretji prestavi
- [III/2] 15 cm/s
- [III/3] a) $F = p_1 S \left(1 + \kappa \frac{x}{h}\right)$, b) $v_0 = F_0 \sqrt{\frac{h}{\kappa m p_1 S}}$
- [III/4] 0,28 m/s