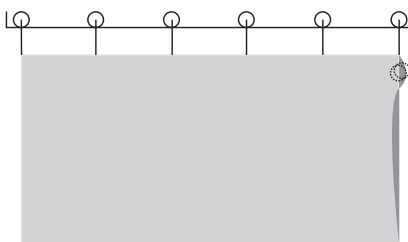


NALOGE Z REGIJSKEGA FIZIKALNEGA TEKMOVANJA SREDNJEŠOLCEV
SLOVENIJE V ŠOLSKEM LETU 2009/10

Skupina I

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

1. Zaveso z maso 15 kg obesimo na stropno karniso z 10 kolesci. Vsako kolesce je prišito na zaveso z nitjo. Kolesca so prišita enakomerno po dolžini zavesa, prvo na enem koncu zavesa, zadnje na drugem koncu, in gladko drsijo v karnisi. Največja obremenitev, ki jo prenese posamezna nit, je 70 N .
 - a) S kolikšno silo je napeta nit pod zadnjim kolescem?
 - b) Zaveso na eni strani počasi potegnemo iz karnise. Koliko kolesc smemo še iztakniti, da zavesa ne bo padla na tla? Zavesa je dovolj gibka, da prosto viseči konec zavesa visi le pod zadnjim kolescem, ki je še ostalo v karnisi.



2. Terenski avtomobil pospešuje na vodoravni cesti s pospeškom 4 m/s^2 . Med pospeševanjem pade na sprednje navpično vetrobransko steklo majhen vlažen košček zemlje z maso 3 g .
 - a) S kolikšno silo deluje vetrobransko steklo na košček zemlje v smeri pospeševanja?
 - b) Koeficient trenja med steklom in koščkom zemlje je $0,6$. V kolikšnem času po tem, ko pade na steklo, zdrsne košček zemlje po steklu za 50 cm ?
 - c) Kolikšen bi moral biti pospešek, da košček zemlje ne bi drsel?

Pri računanju zanemarimo silo zračnega upora.

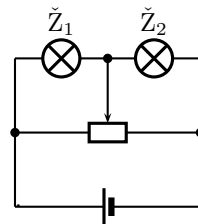
3. Kaskader z maso 80 kg skače *bungee jumping* (kaskader je privezan na eno krajišče prožne vrvi in se spušča z mostu, drugo krajišče vrvi pa je pripeto na most). Dolžina neraztegnjene bungee vrvi je 12 m , prožnostni koeficient vrvi pa je 400 N/m .
 - a) Kolikšna je oddaljenost od mostu do najnižje točke, ki jo doseže pri spustu?
 - b) Kaskader se ponovno spusti v paru z drugim kaskaderjem. Drugi kaskader z maso 70 kg se z rokami drži prvega in ni privezan na vrv. Na globini, ki jo je dosegel prvi kaskader pri samostojnem spustu, prvi kaskader odrine drugega. Kolikšno hitrost padanja mora imeti drugi kaskader takoj po tem odzivu, da se bo prvi ob povratku na višini mostu ravno ustavil?

Ves čas, ko je vrv raztegnjena, velja Hookov zakon.

Skupina II

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

1. Žarnici, narejeni za napetost 12 V , prva troši pri tej napetosti (nazivno) moč 24 W in druga 18 W , sta priključeni preko linearnega potenciometra na baterijo z gonilno napetostjo 24 V in zanemarljivim notranjim uporom. Priključitev kaže skica. Določi delilno razmerje potenciometra tako, da bo vsaka od žarnic svetila s svojo nazivno močjo. Upor potenciometra je 20Ω .



2. Iz valjaste plastenke s premerom 5 cm in višino 15 cm izčrpamo zrak in nalijemo 15 g tekočega dušika s temperaturo vrelišča. Temperatura vrelišča se s tlakom spreminja; zaradi enostavnosti vzamemo, da je konstantna in enaka 87 K . Platenko neprodušno zapremo. Debelina platenkinih sten je 1 mm , koeficient toplotne prevodnosti snovi, iz katere je narejena platenka, pa $0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. V okolici platenke je zrak s temperaturo 300 K in tlakom 101 kPa . Platenka prenese tlačno razliko $10,0 \text{ bara}$.

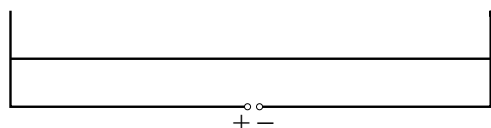
- a) Po kolikšnem času od nalitja platenko raznese?
- b) Po kolikšnem času pa, če namesto 15 g nalijemo v platenko 100 g tekočega dušika?

Gostota tekočega dušika je pri vrelišču $808,6 \text{ kg/m}^3$ in je mnogo večja od gostote v plinastem stanju, specifična izparilna toplota pa 200 kJ/kg .

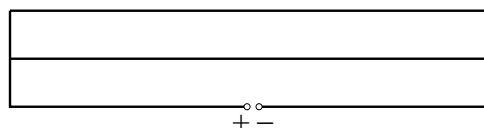
3. Iz bakrenih žic s presekom 1 mm^2 sestavimo okvir na sliki. Prečni stranici sta vodoravni in merita po 1 m . Zgornja žica se lahko brez trenja giblje po dveh navpičnih; pri tem ostaja ves čas vzporedna s spodnjo stranico. V spodnjo stranico večemo izvir.

Gostota bakra je $8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Indukcijska konstanta je $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$.

- a) Pri kolikšnem toku bo zgornja žica mirovala na višini 1 cm nad spodnjo žico?
- b) V okvir pričvrstimo vzporedno s prečnima stranicama še tretjo bakreno žico z enakim presekom na višini 2 cm nad spodnjo stranico. Pri kolikšnem toku izvira se ravnovesna lega prečnične žice ne spremeni?
- c) Če po žicah teče velik tok dalj časa, se prično segrevati in se lahko stalijo. Kolikšna je ravnovesna višina v primerih a) in b) na sliki, če pazimo, da gostota toka v žicah ne preseže predpisane vrednosti za neizolirano žico, 6 A/mm^2 ? Je poskus pri tem pogoju še izvedljiv?



a)



b)

Skupina III

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

1. Kaskaderja sta se odločila, da demonstrirata nevarnost skakanja v dvojce pri športu *bungee jumping* (kaskader je privezan na eno krajišče prožne vrvi in se spušča z mostu, drugo krajišče je pripeto na most). Vrv je privezana na kaskaderja z maso 80 kg , drugi kaskader z maso 70 kg pa se drži prvega in na vrv ni privezan. Dolžina neraztegnjene bungee vrvi je 12 m , prožnostni koeficient vrvi pa je 400 N/m . Ves čas, ko je vrv raztegnjena, velja Hookov zakon.

- a) Kaskaderja se spustita z dovolj visokega mostu. Kolikšna je oddaljenost od mostu do najnižje točke, ki jo dosežeta pri spustu?
- b) V najnižji točki, ki jo dosežeta, se drugi kaskader spusti in pristane v vodi, tako da se k mostu vrne le še prvi. Kolikšno hitrost ima prvi kaskader na višini mostu?

2. Obravnavajmo preprost model potresnih valov. Zemeljsko skorjo sestavljajo tri vodoravne plasti, ki se razlikujejo po hitrosti potresnih valov. Žarišče potresa (točkast izvir) je v vrhnji plasti z debelino 30 km na globini 10 km . Hitrost valovanja v vrhnji plasti je $1,2 \text{ km/s}$, v drugi plasti $1,5 \text{ km/s}$, v tretji pa $1,7 \text{ km/s}$. Opazovalnica je od epicentra (točke na površju nad žariščem) oddaljena 100 km .

V opazovalnici zaznajo direktni potresni val iz žarišča potresa (val 1), val, ki se je enkrat odbil na meji med vrhno plastjo in drugo plastjo (val 2), ter val, ki se je enkrat odbil na meji med drugo in tretjo plastjo (val 3).

- a) V kolikšnem času po potresu dospe do opazovalnice direktni val in v kolikšnem času odbiti val 2?
 - b) Kolikšna naj bo največ debelina druge plasti, da se bo val 3 ravno še totalno odbil na meji med drugo in tretjo plastjo?
 - c) V kolikšnem času po potresu dospe do opazovalnice val 3 v primeru b)?
3. Fizik najde v laboratoriju jeklenko z neznanim plinom. Da bi ugotovil, kateri plin je našel, izvede naslednji eksperiment. $1,28 \text{ g}$ plina zapre v dolgo vodoravno valjasto posodo dolžine 10 m , ki je s pomičnim batom z maso $0,5 \text{ kg}$ razdeljena na dva enaka dela tako, da je v vsakem delu $0,64 \text{ g}$ plina. Nato bat izmakne za zelo majhno razdaljo iz ravnovesne lege in izmeri, da niha z nihajnim časom $2,5 \text{ s}$. Predpostavi, da je temperatura plina ves čas 25°C . Splošna plinska konstanta je 8314 J/kmol K . Trenje med batom in posodo lahko zanemariš. Upoštevaj, da je za majhne x , torej $|x| \ll 1$, $\frac{1}{1 \pm x} \approx 1 \mp x$.

- a) Kolikšna je kilomolska masa neznanega plina?

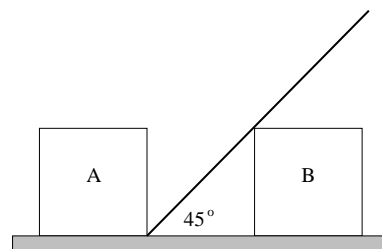
Sedaj pa si zamislimo, da med batom in steno posode deluje sila trenja $0,15 \text{ N}$. Bat izmaknemo iz ravnovesne lege za 10 cm .

- b) V kateri oddaljenosti od ravnovesne lege je hitrost bata največja?
- c) Kolikšna je ta hitrost?

Skupina I

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

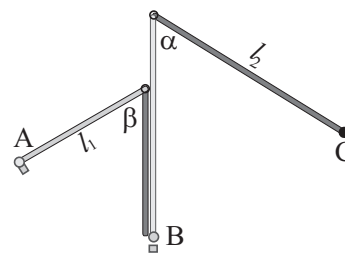
1. Na vodoravni podlagi stojita dva enaka kockasta zaboja s stranico a . Med njiju postavimo tanko togo letev z dolžino $3a$, ki je proti vodoravnici nagnjena za kot 45° (glej sliko). Desni rob zaboja A želimo privzdigniti tako, da potiskamo zgornje krajišče letve v smeri pravokotno na letev. Pri tem naj nobeden od zabojev ne zdrsne. Najmanj kolikšen mora biti koeficient lepenja med zabojema in podlago, da bo to mogoče? Sila letve na zaboj A in na zaboj B je pravokotna na letev.



2. Med vožnjo z avtobusom mladi fizik opazuje podolgovat zaslon iz svetlečih diod. Zaslon je pravokotna mreža svetlečih diod. V navpični smeri ima 7 diod, torej 7 vrstic, v vodoravni smeri pa je v eni vrstici 233 diod. Razdalja med sosednjima diodama v vodoravni smeri in med sosednjima diodama v navpični smeri je enaka. Slika na zaslonu se osvežuje po vrsticah svetlečih diod, in sicer tako, da v vsakem trenutku gorijo le svetleče diode v eni vrstici zaslona. Vrstice se osvežujejo enakomerno od spodaj navzgor. Osvežitvi vrhne vrstice sledi spet vrstica na dnu zaslona. Znaki, s katerimi je zapisano besedilo, so pokončni (npr. črka "I" je navpična). Efekt premikanja dosežemo tako, da je po vsaki osvežitvi celotnega zaslona besedilo premaknjeno za določeno število stolpcev proti levi.

Zaslon prikazuje besedilo, ki zavzema celotno višino zaslona in se enakomerno premika z desne proti levi. Zaradi premikanja se besedilo zdi nagnjeno za 8° . Mladi fizik bi rad izračunal frekvenco osveževanja slike (to je vseh vrstic) na zaslonu. S štoparico izmeri čas, ki ga porabi določen znak besedila, da preide zaslon. Izmerjeni čas je 6,0 s. Kolikšna je frekvenca osveževanja slike na zaslonu?

3. Tarzan z maso 60 kg, ki drži skalo, se s prvo vrvjo z dolžino $l_1 = 8 \text{ m}$ spusti iz točke A v točko B. V točki B spusti prvo vrv, hkrati odvrže skalo tako, da prosto pada (navpično navzdol), in se oprime druge vrvi z dolžino $l_2 = 12 \text{ m}$. Koliko mora biti masa skale, da bo Tarzan ravno še prispel v točko C (glej sliko)? Vrvi sta lahki, neraztegljivi, ves čas napeti ter pravokotni na smer gibanja Tarzana. Kot $\alpha = \beta = 60^\circ$. Tarzana in skalo obravnavaj kot točkasti telesi.



4. Premer košarkarske žoge je 24 cm, notranji premer obroča koša meri 45 cm, obroč je na višini 3,05 m.
- a) Pod kolikšnim najmanjšim kotom proti vodoravnici lahko še prileteti žoga v koš, da se pri tem ne dodakne obroča?
- b) Pod kolikšnim najmanjšim kotom mora vreči košarkar žogo na koš, da doseže koš, ne da bi se pri tem žoga dotaknila obroča? Ko žoga zapusti košarkarjeve roke je na višini 2,35 m, njena hitrost je 10 m/s.
- c) Kako daleč od koša je košarkar v primeru b)? (Meče seveda tako, da gre žoga skozi koš z zgornje strani obroča.)

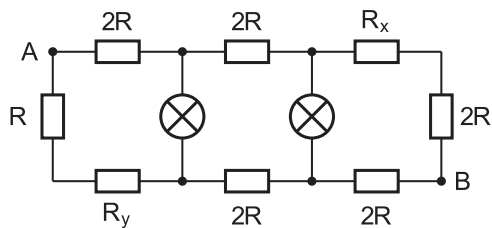
Koristiti ti utegne zveza $1/\cos^2 \alpha = \tan^2 \alpha + 1$.

Skupina II

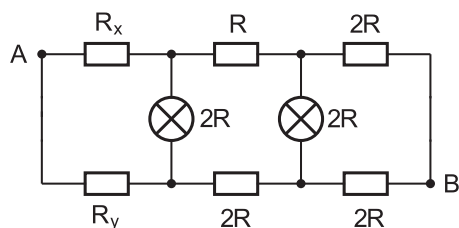
Kjer je potrebno, vzemi za težni pospešek vrednost $9,8 \text{ m/s}^2$.

1. Z uporniki in dvema žarnicama sestavimo vezji. Upor R je 3Ω , R_x in R_y pa sta neznan. Med točki A in B priključimo baterijo z gonilno napetostjo 36 V in zanemarljivim notranjim uporom.

- a) Določi vrednosti uporov R_x in R_y v vezju na sliki a) tako, da skozi žarnici ne teče tok. (Nalogo lahko rešiš tudi s premislekom, brez računanja.)
- b) Določi vrednosti uporov R_x in R_y v vezju na sliki b) tako, da bo na levi žarnici napetost 6 V , skozi desno pa ne bo tekel tok. Upor posamezne žarnice je $2R$.



a)



b)

2. Zamislimo si tehtnico kot ploščati kondenzator s ploščino plošč po 1 m^2 in razmikom med ploščama 5 cm , ki je nabit z nabojem $0,74 \mu\text{As}$. Plošči sta postavljeni vodoravno, prostor med ploščama je zapolnjen s snovjo z dielektričnostjo $\varepsilon = 500$ in Youngovim prožnostnim modulom 1200 N/m^2 .

Tehtnica deluje tako, da fizik položi breme na zgornjo ploščo in izmeri spremembo napetosti na kondenzatorju. Za koliko se spremeni napetost na kondenzatorju, če položi na zgornjo ploščo breme z maso 1 kg ?

Če je v kondenzatorju snov z dielektričnostjo ε , se kapaciteta kondenzatorja poveča za faktor ε v primerjavi s praznim kondenzatorjem. Influenčna konstanta je $\varepsilon_0 = 8,9 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$.

3. Gospodinja je na kuhinjski pult nenavadno previdno položila pokrovko in pri tem nehote ujela $0,1 \text{ g}$ vodne pare in nekaj zraka pri vrelišču vode 100°C . Prostornina med pokrovko in pultom je 1 dm^3 , vodoraven presek pokrovke je 3 dm^2 . Kilomolska masa vode je 18 kg/kmol . Tlak v prostoru je 1 bar .

- a) Kolikšen je delni tlak zraka?

Zmes se ohlaja do sobne temperature. Privzamemo, da se bo vsa vodna para kondenzirala.

- b) S kolikšno večjo silo od *teže* same pokrovke bi morala gospodinja dvigniti pokrovko potem, ko se temperatura zraka in vode izenačita s sobno temperaturo 25°C , če bi pokrovka popolnoma tesnila s pultom?

4. Iz izolirane žice naredimo dva obroča s polmerom $R = 50 \text{ cm}$. Izolirana žica je sestavljena iz tanke prevodne žičke, ki je obdana z neprevodno plastično izolacijo z debelino $r = 0,5 \text{ mm}$, tako da je premer izolirane žice 1 mm . Obroča sta postavljena vodoravno, tako da njuni osi ležita na isti navpični premici. Zgornji obroč visi na vzmeti s prožnostnim koeficientom $k = 0,04 \text{ N/m}$, spodnji obroč je pritrjen, da se ne more premikati. Ko skozi žički obroče ne teče električni tok, je razdalja med žičkama obeh obročev $h_0 = 1 \text{ cm}$. Žički obročev sta

priključeni na vir napetosti, tako da lahko skozi oba obroča teče v isti smeri enak električni tok I . Kadar teče po obročih električni tok, deluje med njima magnetna sila, ki jo zaradi majhne razdalje med obročema ($h_0 \ll R$) lahko zapišemo v enaki obliki kot silo med dvema ravnima vzporednima vodnikoma.

Najprej je tok enak nič, potem tok skozi žički obročev počasi povečujemo.

- a) Zapiši izraz za magnetno silo spodnjega obroča na zgornji obroč, ko je razdalja med žičkama obročev enaka h in po vsaki žički teče tok I .
- b) V istem grafu skiciraj odvisnost velikosti magnetne sile F_m in velikosti sile vzmeti F_v od razdalje h . Orientacijsko privzemi $I = 1$ A.
- c) Za tok $I = 1$ A poišči ravnovesne lege zgornjega obroča. Za vsako od ravnovesnih leg ugotovi, ali je stabilna ali labilna in pojasni, zakaj je takšna.
- d) Ko tok preseže neko kritično vrednost I_c , magnetna sila potegne zgornji obroč povsem do spodnjega, da se obroča dotikata. Izračunaj kritični tok I_c .

Indukcijska konstanta je $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am.

Skupina III

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

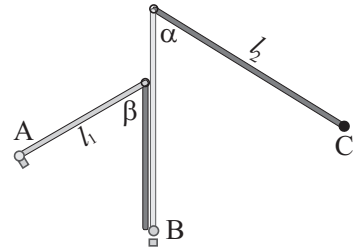
1. Fizik sedi $1,8 \text{ m}$ od prvega in $2,5 \text{ m}$ od drugega zvočnika. Zvočnika sta med seboj oddaljena 3 m in priključena na isti tonski generator.
 - a) Kolikšen je največji red ojačitve, ki jo bo fizik še slišal, če zvočnikoma povečujemo frekvenco oddajanja od neke $\nu_0 \ll \nu_{\max}$ do $\nu_{\max} = 20 \text{ kHz}$, ki je najvišja frekvenca, ki jo človeško uho še zazna?
 - b) Kolikšno frekvenco zvoka bi slišal fizik na mestu, kjer je prej sedel, če bi se peljal vzdolž pravokotnice na zveznico med zvočnikoma s hitrostjo 20 m/s proti zveznici in bi prvi zvočnik oddajal zvok s frekvenco 500 Hz , drugi pa bi bil ugasnjen? Pravokotnica poteka skozi točko, kjer je fizik prej sedel.

Hitrost zvoka v zraku je 340 m/s . Koristiti ti utegne kosinusni izrek $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$.

2. Gospodinja je na kuhinjski pult nenavadno previdno položila pokrovko in pri tem nehote ujela $0,1 \text{ g}$ vodne pare in nekaj zraka pri vrelišču vode 100°C . Prostornina med pokrovko in pultom je 1 dm^3 , vodoraven presek pokrovke je 3 dm^2 . Kilomolska masa vode je 18 kg/kmol . Tlak v prostoru je 1 bar .
 - a) Kolikšen je delni tlak zraka?

Zmes se ohlaja do sobne temperature. Privzamemo, da se bo vsa vodna para kondenzirala.

- b) S kolikšno večjo silo od *teže* same pokrovke bi morala gospodinja dvigniti pokrovko potem, ko se temperatura zraka in vode izenačita s sobno temperaturo 25°C , če bi pokrovka popolnoma tesnila s pultom?
3. Tarzan z maso 60 kg , ki drži skalo, se s prvo lijano z dolžino l_1 spusti iz točke A v točko B. V točki B spusti prvo lijano, hkrati odvrže skalo tako, da prosto pada (navpično navzdol), in se oprime druge lijane z dolžino l_2 . Koliko mora biti masa skale, da bo Tarzan ravno še prispel v točko C (glej sliko)? Masa prve lijane je zanemarljivo majhna, dolžina $l_1 = 8 \text{ m}$, masa druge lijane je 24 kg , dolžina pa $l_2 = 12 \text{ m}$. Lijani sta neraztegljivi, ves čas napeti (lahko ju obravnavamo kot togi telesi) ter pravokotni na smer gibanja Tarzana. Kot $\alpha = \beta = 60^\circ$. Tarzana in skalo obravnavaj kot točkasti telesi. Vztrajnostni moment palice okrog težišča je $\frac{1}{12}ml^2$.
 4. Iz izolirane žice naredimo dva obroča s polmerom $R = 50 \text{ cm}$. Izolirana žica je sestavljena iz tanke prevodne žičke, ki je obdana z neprevodno plastično izolacijo z debelino $r = 0,5 \text{ mm}$, tako da je premer izolirane žice 1 mm . Obroča sta postavljena vodoravno, tako da njuni osi ležita na isti navpični premici. Zgornji obroč visi na vzmeti s prožnostnim koeficientom $k = 0,04 \text{ N/m}$, spodnji obroč je pritrjen, da se ne more premikati. Ko skozi žički obroče ne teče električni tok, je razdalja med žičkama obeh obročev $h_0 = 1 \text{ cm}$. Žički obroče sta



priključeni na vir napetosti, tako da lahko skozi oba obroča teče v isti smeri enak električni tok I . Kadar teče po obročih električni tok, deluje med njima magnetna sila, ki jo zaradi majhne razdalje med obročema ($h_0 \ll R$) lahko zapišemo v enaki obliki kot silo med dvema ravnima vzporednima vodnikoma.

Najprej je tok enak nič, potem tok skozi žički obročev počasi povečujemo.

- Zapiši izraz za magnetno silo spodnjega obroča na zgornji obroč, ko je razdalja med žičkama obročev enaka h in po vsaki žički teče tok I .
- V istem grafu skiciraj odvisnost velikosti magnetne sile F_m in velikosti sile vzmeti F_v od razdalje h . Orientacijsko privzemi $I = 1$ A.
- Za tok $I = 1$ A poišči ravnovesne lege zgornjega obroča. Za vsako od ravnovesnih leg ugotovi, ali je stabilna ali labilna in pojasni, zakaj je takšna.
- Ko tok preseže neko kritično vrednost I_c , magnetna sila potegne zgornji obroč povsem do spodnjega, da se obroča dotikata. Izračunaj kritični tok I_c .
- Recimo, da smo presegli kritično vrednost toka $I > I_c$. Zdaj začnemo tok počasi zmanjševati. Pri kolikšnem toku I_1 se zgornji obroč ne dotika več spodnjega?

Indukcijska konstanta je $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am.

Rezultati nalog

Regijsko tekmovanje

- [I/1] a) 8,17 N, b) 3
[I/2] a) 12 mN, b) 0,37 s, c) 16,3 m/s²
[I/3] a) 21 m, b) 29,8 m/s

[II/1] 3 : 2
[II/2] a) 11 s, b) 6 s
[II/3] a) 66 A, b) 76 A, c) 0,08 mm; 0,04 mm; ne

[III/1] a) 52,8 m, b) 21 m/s
[III/2] a) 93,2 s, b) 13,4 km, c) 96,8 s
[III/3] a) 40,0 kg/kmol, b) 4,7 cm, c) 0,13 m/s

Državno tekmovanje

- [I/1] 1
[I/2] 39 Hz
[I/3] 13,5 kg
[I/4] a) 32,2°, b) 38,2°, c) 8,9 m

[II/1] a) $R_y = R$; $R_x = 0$, b) $R_y = 4R/3$; $R_x = 6R$
[II/2] -0,068 V
[II/3] a) 0,83 bar, b) 1000 N
[II/4] a) $\frac{\mu_0 I^2 R}{h}$, b) -, c) 0,80 cm (stabilna); 0,20 cm (labilna) d) 1,26 A

[III/1] a) 41, b) 524 Hz
[III/2] a) 0,83 bar, b) 1000 N
[III/3] 25,7 kg
[III/4] a) $\frac{\mu_0 I^2 R}{h}$, b) -, c) 0,80 cm (stabilna); 0,20 cm (labilna), d) 1,26 A, d) 0,76 A