

50. FIZIKALNO TEKMOVANJE SREDNJEŠOLCEV SLOVENIJE

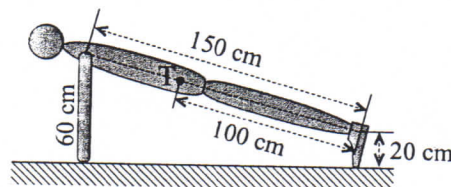
Regijsko tekmovanje, 23. 3. 2012

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.

- S kolikšno silo delujejo roke na podlago?
- 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 . Šafeta je predana, ko prvi tekmovalec dohiti drugega. Največja hitrost kateregakoli tekmovalca je 10 m/s .

- Kolikšna je hitrost drugega tekmovalca na koncu območja L ?
- Pri kolikšni razdalji med tekmovalcema naj začne drugi tekmovalec pospeševati, da bo med predajo izgubljenega kar najmanj časa?
- 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.

- S kolikšno hitrostjo se giblje dijak, ki je prvi podal žogo?
- 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.

- S kolikšno hitrostjo se giblje po metu medicinke dijak, ki je prvi vrgel žogo?
- 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 $9,8 \text{ m/s}^2$.

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

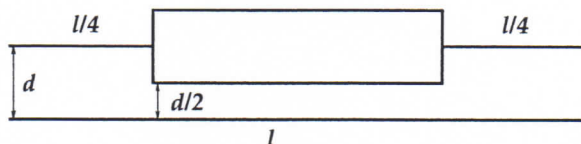
- a) Kolikšna je masa sonde z utežmi, da sonda in z zrakom napolnjena blazina lebdi tik pod vodno gladino?
b) Potapljač se s sondo in blazino potopi na globino 30 m in z zrakom iz svoje jeklenke ponovno napolni blazino. Kolikšno maso uteži mora dodati ali odvzeti, da sonda lebdi v tej globini?

Gostota vode je 1000 kg/m^3 , temperatura vode na gladini je $20 \text{ }^\circ\text{C}$, na globini 30 m pa $15 \text{ }^\circ\text{C}$. 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.

2. 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.

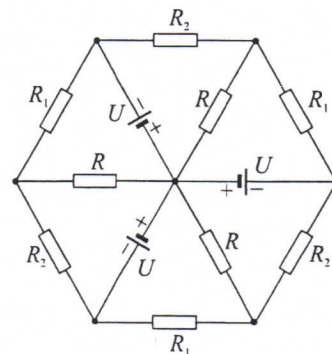
- a) S kolikšno silo privlači spodnja žica zgornjo? Indukcijska konstanta je $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$.
b) Zgornjo žico preoblikujemo tako, kot kaže slika (osnovnica okvira je dolga $l/2$, višina pa d). Presek vseh žic je enak. Kolikšna je sedaj sila spodnje žice na zgornje vezje (okvir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

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 $U = 9 \text{ V}$ 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.



- 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 $9,8 \text{ m/s}^2$.

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 $7 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Kolikšna rezultanta sil deluje na lampijon pri tleh?
- 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.

- 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.
- 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.

- 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.
- 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 $\varphi \approx \sin \varphi \approx \tan \varphi$.

