

IZBIRNO TEKMOVANJE ZA OLIMPIJSKI EKIPI
Ljubljana, 19. 4. 2019

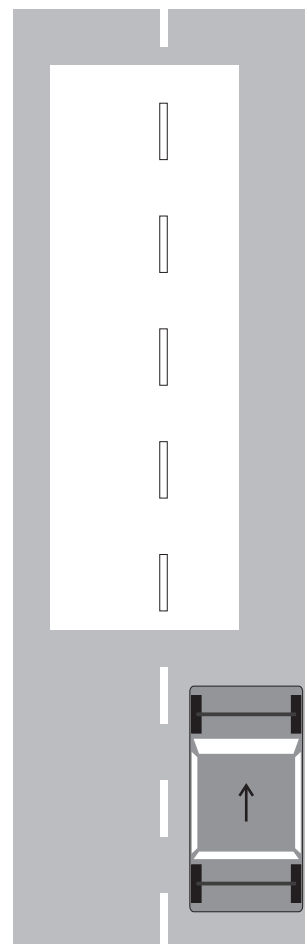
Na listu so štiri naloge, čas reševanja nalog je 120 minut.

1. Avtomobil vozi rally po ravnem vodoravnem odseku ceste s hitrostjo 150 km/h. Avtomobil ima pogon na vsa štiri kolesa, voznik drži volan tako, da so vsa štiri kolesa poravnana med seboj in avtomobil vozi naravnost. Za avtomobil velja kvadratni zakon upora $F = Cv^2$, kjer je F sila upora, $C = 0,7 \text{ N s}^2/\text{m}^2$ in v hitrost avtomobila. Druge zaviiralne sile so pri tej hitrosti majhne in jih zanemarimo. Razdalja med središčema koles na isti osi avtomobila je 1,8 m, razdalja med sprednjo in zadnjo osjo, na katerih sta kolesi, je 2,5 m. Masa avtomobila z voznikom in sovoznikom je 1400 kg in je enakomerno razporejena na vsa štiri kolesa. Koeficient lepenja med gumo na kolesu in suho cesto je 0,1.

- a) S kolikšno silo lepenja deluje vsako kolo na cesto? [2 točki]
b) S kolikšno največjo hitrostjo pa bi lahko vozil ta avtomobil? [1 točka]

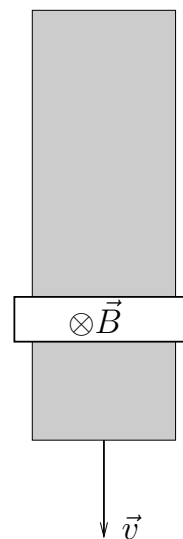
Avtomobil se nenadoma znajde z obema levima kolesoma na poledenem delu ceste. Tako lepenje in trenje med gumami in ledom je zanemarljivo. Na sliki je poledeneli del ceste bele barve. Desni kolesi avtomobila sta še vedno na suhem delu ceste. Privzemi, da se avtomobil medtem, ko je na poledeneli cesti le prvo levo kolo, pelje naravnost in z enako hitrostjo kot po suhi cesti. Privzemi tudi, da ostane takoj potem, ko sta obe levi kolesi na poledenem delu ceste, tista komponenta sile lepenja med vsakim kolesom in cesto, ki je vzporedna prvotni smeri vožnje, enaka kot takrat, ko je avtomobil z vsemi štirimi kolesi vozil po suhi cesti.

Če voznik potem, ko sta obe levi kolesi na poledenem delu ceste, ohrani vsa štiri kolesa poravnana enako kot prej, se začne avtomobil vrteti okoli navpične osi skozi težišče.



- c) Kolikšna je vsota navorov na avtomobil okoli navpične osi skozi težišče v trenutku, ko se z obema levima kolesoma znajde na poledenem delu ceste? V katero smer prične vsota navorov vrteti avtomobil? [2 točki]
d) S kolikšnim pojmom se giblje avtomobil v tem trenutku? [1 točka]
e) S kolikšno največjo hitrostjo bi smel voznik zapeljati na poledeneli del ceste s poravnanimi kolesi, da se avtomobil ne bi začel vrteti okoli navpične osi? [4 točke]
2. Med dve enaki vzmeti vpnemo majhno utež in vse skupaj položimo na gladko vodoravno mizo. Vzmeti nato potegnemo za prosta krajišča v vodoravni smeri in ju pritrdimo med dva nosilca na mizi, da sta vzmeti napeti in utež miruje na sredini med nosilcema. Razmerje nihajnega časa nihanja uteži v prečni smeri in nihanja uteži v vzdolžni smeri je enako 4. Utež obakrat niha v vodoravni ravnini mize z majhnimi odmiki. Ko vsako vzmet raztegnemo za dodatnih 2,1 cm, je razmerje nihajnega časa nihanja uteži v prečni smeri in nihanja uteži v vzdolžni smeri enako 3. Kolikšna je dolžina posamezne neraztegnjene vzmeti in kolikšen je bil začetni raztezek vsake vzmeti? [5 točk]

3. Načrtujemo poskus, pri katerem opazujemo magnetno dušenje pri spuščanju kovinskih ploščic v obliki pravokotnika z višino h , širino l in debelino d skozi rezo magneta. Reza ima pravokotni presek z višino a in širino b . Kot ilustrira beli pravokotnik na sliki, je širina reže večja od širine ploščice, $b > l$. Magnetno polje je homogeno po vsem preseku reže; privzemimo, da zunaj reže ni magnetnega polja. Ploščico postavimo s spodnjim robom tik nad rezo in jo spustimo, da prosto pada. Zaradi induciranih tokov v ploščici se pojavi magnetna sila na ploščico, ki zavira padanje.



- a) Izrazi končno hitrost ploščice z geometrijskimi podatki o ploščici in reži, s specifičnim uporom ζ in gostoto ρ kovine ter z gostoto magnetnega polja B v reži. Zapiši predpostavke in približke, ki si jih uporabil. [3 točke]
 - b) Oцени čas, po katerem se ploščica enakomerno giblje s končno hitrostjo (oziroma se ji znatno približa), če na začetku miruje? [3 točke]
 - c) Oцени, najmanj kolikšna mora biti gostota magnetnega polja, da bo možno izmeriti končno hitrost aluminijaste ploščice z gostoto $\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$ in specifičnim uporom $\zeta = 2,65 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$. [2 točki]
4. Satelit v obliki krogle s polmerom 240 cm in maso 900 kg kroži v visoki orbiti. Satelit napaja radioizotopski termoelektrični generator, katerega vir je 10 kg plutonijevega izotopa z atomskim številom 238. Pri radioaktivnem razpadu se sprošča moč 0,568 W na vsak gram plutonija. Satelit kroži tako, da je ves čas obsijan s sončno svetlobo in se hkrati vrti okoli svoje osi, zato je obsijan z vseh strani približno enako in je temperatura vseh delov površja enaka. Gostota energijskega toka s Sonca je 1400 W/m^2 . Površje satelita je črno.
- a) Kolikšna je ravnovesna temperatura satelita? [2 točki]
 - b) Satelit zaščitimo pred kozmičnimi žarki s tanko reflektivno lupino, ki ni v stiku s površjem satelita. Lupina je iz snovi, ki odbija 40 % vpadnega sevanja. Med lupino in površjem satelita je vakuum; razdalja med lupino in površjem je mnogo manjša od polmera satelita. Kolikšna je sedaj ravnovesna temperatura površja satelita in kolikšna ravnovesna temperatura lupine satelita? [4 točke]
 - c) Plutonij ima razpolovni čas 87,7 let. Kdaj bo satelit prenehal delovati, če za delovanje potrebuje vsaj 80 % moči, ki jo je radioizotopski generator oddajal v času opazovanja? [1 točka]