

**Društvo matematikov, fizikov
in astronomov Slovenije**

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije dovoljuje shranitev v elektronski obliki, natis, kopiranje in uporabo gradiva v tem dokumentu za potrebe učiteljev pri pouku, šolskih krožkih in drugih aktivnostih na šoli, povezanimi s tekmovanji v organizaciji DMFA Slovenije. Vsakršno drugačno reproduciranje ali distribuiranje gradiva v tem dokumentu, vključno s tiskanjem, kopiranjem ali shranitvijo v elektronski obliki je prepovedano.

Referenčna koda datoteke je zapisana ob vsaki strani tega dokumenta.

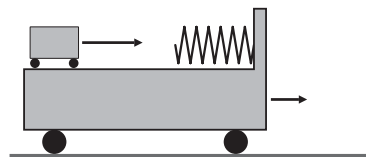
Naloge za skupino I

Čas reševanja: 120 minut.

N1. Žoga z maso 1,0 kg in prostornino 4,0 L plava na vodni gladini.

- 3 točke Kolikšna je prostornina potopljenega dela žoge?
- 4 točke S kolikšno silo in v kateri smeri moramo delovati na žogo, da bo potopljena točno do polovice?
- 3 točke Kolikšna mora biti prostornina uteži iz aluminija z gostoto 2,7 kg/L, ki jo z lahko tanko vrstico privežemo na žogo, da bo žoga potopljena točno do polovice?

N2. Po vodoravnih tleh se v desno s hitrostjo 2,0 m/s giblje voziček, ki ima na sprednji strani pritrjeno vzmet s prožnostnim koeficientom 3,0 N/cm, kot kaže slika. Masa vozička skupaj z vzmetjo je 800 g. Po zgornji vodoravni ploskvi vozička se v isto smer kot voziček giblje avtomobilček z maso 400 g. Hitrost avtomobilčka glede na tla je 3,5 m/s. Avtomobilček se zaleti v vzmet, ki avtomobilček odbije nazaj proti zadnji strani vozička.



- 3 točke Kolikšna je hitrost vozička, ko je vzmet najbolj skrčena?
- 3 točke Kolikšen je največji skrček vzmeti?
- 4 točke Kolikšna je hitrost vozička po odboju avtomobilčka?

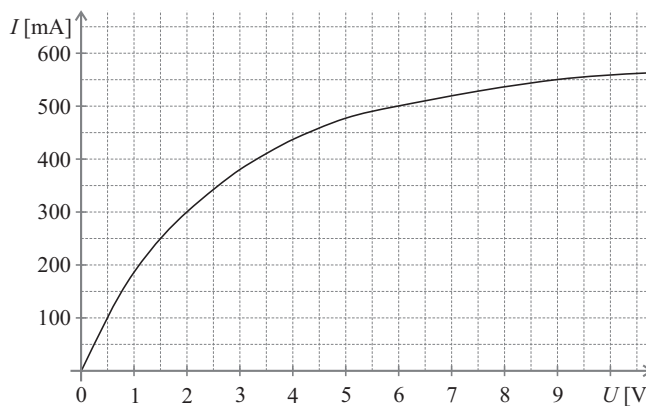
N3. V semaforiziranem križišču velja, da voznik ne sme zapeljati mimo semaforja pri rdeči luči. Mimo semaforja sme zapeljati pri rumeni luči, za katero vemo, da sveti 2,0 s. Omejitev hitrosti pred semaforjem je 60 km/h. Semaforju, na katerem gori zelena luč, se približuje motorist, ki ne ve, kdaj se bo prižgala rumena luč. Motorist lahko zavira z največjim pojemkom 3,0 m/s² in vozi v vsakem trenutku z največjo hitrostjo, pri kateri ve, da ne bo prekršil prometnih predpisov. V primeru, da motorist ugotovi, da zagotovo lahko pripelje mimo semaforja, nadaljuje vožnjo s konstantno hitrostjo.

- 4 točke Na kateri najmanjši oddaljenosti od semaforja mora začeti zavirati?
- 6 točk V kolikšnem času prevozi zadnjih 60 m pred semaforjem, če mu ni bilo treba ustaviti?

Naloge za skupino II

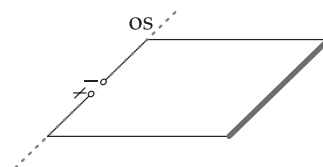
Čas reševanja: 120 minut.

N1. Na sliki je graf tok I v odvisnosti od napetosti za žarnico. Take žarnice na različne načine vezemo na vir napetosti z gonilno napetostjo $9,0\text{ V}$ in zanemarljivim notranjim uporom.



- 4 točke** Kolikšen je upor žarnice in kolikšno električno moč prejema pri napetosti $9,0\text{ V}$?
- 2 točki** Kolikšen tok teče skozi vir, ko dve žarnici vezemo na vir vzporedno?
- 2 točki** Kolikšen tok teče skozi vir, ko dve žarnici vezemo na vir zaporedno?
- 2 točki** Kolikšno električno moč prejema vsaka od zaporedno vezanih žarnic?

N2. Kvadratno zanko s stranico 20 cm sestavljajo tri tanke žice z zanemarljivo maso in debelejša žica z maso 10 g . Upor celotne zanke je $0,10\ \Omega$. Vir z gonilno napetostjo $4,5\text{ V}$ in notranjim uporom $1,0\ \Omega$ je vezan v stranico nasproti debelejši žice. Zanka je prosto vrtljiva okoli osi, kot kaže slika.



- 2 točki** Nariši skico, na kateri nedvoumno označi, kako mora biti usmerjeno magnetno polje, da je gostota magnetnega polja, ki je potrebno, da zanka miruje v vodoravni legi, najmanjša.
- 4 točke** Kolikšna je gostota magnetnega polja iz dela (a), pri kateri zanka miruje v vodoravni ravnini?
- 4 točke** Okvir miruje v magnetnem polju iz vprašanja (b). S kolikšnim začetnim pospeškom in kam se premakne debela žica okvirja, ko napetost vira povečamo na $6,0\text{ V}$?

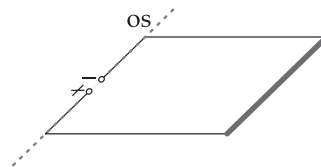
N3. Plastenke s prostornino $1,0\text{ L}$ napolnimo s 500 mL vode s temperaturo $0,0^\circ\text{C}$. Plastenke zapremo ob vznožju gore, na katero se začnemo vzpenjati s konstantno vertikalno hitrostjo $6,0\text{ m/min}$. Temperatura okolice je ves čas $-5,0^\circ\text{C}$. Temperatura vsebine plastenke je ves čas po celotni plastenki enaka. Plastenka v obliki valja z višino $12,5\text{ cm}$ in ploščino osnovne ploskve 80 cm^2 se ne razteza. Koeficient toplotne prevodnosti $1,0\text{ mm}$ debelih osnovnih ploskev in plašča plastenke je $0,040\text{ W/m K}$. Led ima gostoto 910 g/L in specifično talilno toploto 334 kJ/kg . Spreminjanje tlaka z višino opiše enačba $p(z) = p_0(1 - \frac{z}{z_0})$, kjer je $z_0 = 7,8\text{ km}$ in z pomeni višino nad vznožjem gore, kjer je zračni tlak $p_0 = 94\text{ kPa}$.

- 8 točk** Čez koliko časa bo plastenki odneslo zamašek, če ta zdrži razliko tlakov 25 kPa ?
- 2 točki** Kolikšna je masa ledu v plastenki, ko plastenki odnese zamašek?

Naloge za skupino III

Čas reševanja: 120 minut.

N1. Kvadratno zanko s stranico 20 cm sestavljajo tri tanke žice z zanemarljivo maso in debelejša žica z maso 10 g. Upor celotne zanke je $0,10\ \Omega$. Vir z gonilno napetostjo 4,5 V in notranjim uporom $1,0\ \Omega$ je vezan v stranico nasproti debelejši žici. Zanka je prosto vrtljiva okoli osi, kot kaže slika.



- (a) **2 točki** Nariši skico, na kateri nedvoumno označi, kako mora biti usmerjeno magnetno polje, da je gostota magnetnega polja, ki je potrebno, da zanka miruje v vodoravni legi, najmanjša.
- (b) **3 točke** Kolikšna je gostota magnetnega polja iz dela (a), da zanka miruje v vodoravni ravnini?
- (c) **5 točk** V kateri legi po dolgem času obmiruje zanka, če ima polje iz dela (a) gostoto 200 mT? S kolikšno frekvenco niha, ko jo rahlo sunemo iz te lege?

N2. Plastenko s prostornino 1,0 L napolnimo s 500 mL vode s temperaturo $0,0\ ^\circ\text{C}$. Plastenke zapremo ob vznožju gore, na katero se začnemo vzpenjati s konstantno vertikalno hitrostjo $6,0\ \text{m/min}$. Temperatura okolice je ves čas $-5,0\ ^\circ\text{C}$. Temperatura vsebine plastenke je ves čas po celotni platenki enaka. Platenka v obliki valja z višino 12,5 cm in ploščino osnovne ploskve $80\ \text{cm}^2$ se ne razteza. Koeficient toplotne prevodnosti 1,0 mm debelih osnovnih ploskev in plašča plastenke je $0,040\ \text{W/m K}$. Led ima gostoto $910\ \text{g/L}$ in specifično talilno toploto $334\ \text{kJ/kg}$. Spreminjanje tlaka z višino opiše enačba $p(z) = p_0(1 - \frac{z}{z_0})$, kjer je $z_0 = 7,8\ \text{km}$ in z pomeni višino nad vznožjem gore, kjer je zračni tlak $p_0 = 94\ \text{kPa}$.

- (a) **8 točk** Čez koliko časa bo platenki odneslo zamašek, če ta zdrži razliko tlakov 25 kPa?
- (b) **2 točki** Kolikšna je masa ledu v platenki, ko platenki odnese zamašek?

N3. V veliki cilindrični vakuumski komori je palica iz ogljikovih vlaken s prečnim presekom $15\ \text{dm}^2$ in z dolžino 100 m. Na sredini je palica vpeta na vodoravno os motorja, ki jo vrti v navpični ravnini. Na enem krajišču palice je utež, na drugem sonda, vsaka z maso 9,0 ton. Gostota ogljikovih vlaken je $1,75\ \text{kg/L}$. Tehnološko je z napravo – centrifugo – dosegljiva največja obodna hitrost sonde $2,0\ \text{km/s}$. Pri tej hitrosti se sočasno odklopita sonda in utež: sonda odleti navpično navzgor, utež pa navzdol v globok jašek. Centrifugo motor najprej poganja s konstantnim kotnim pospeškom do obodne hitrosti sonde $550\ \text{m/s}$. Motor od tega trenutka naprej deluje s konstantno največjo močjo. V naslednjih 55 minutah sonda doseže končno obodno hitrost $2,0\ \text{km/s}$.

- (a) **4 točke** Kolikšna je največja moč motorja?
- (b) **3 točke** Kolikšen je kotni pospešek centrifuge tik pred izstrelitvijo?
- (c) **3 točke** S kolikšno največjo silo sonda deluje na palico v smeri pravokotno na palico?