

**Društvo matematikov, fizikov
in astronomov Slovenije**

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

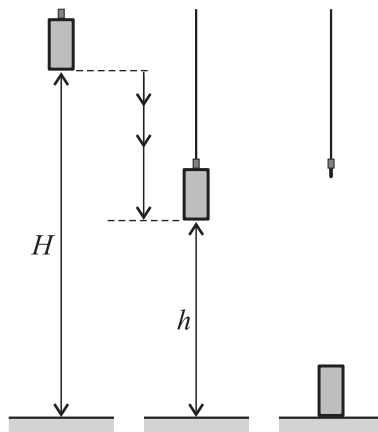
Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije dovoljuje shranitev v elektronski obliki, natis, kopiranje in uporabo gradiva v tem dokumentu za potrebe učiteljev pri pouku, šolskih krožkih in drugih aktivnostih na šoli, povezanimi s tekmovanji v organizaciji DMFA Slovenije. Vsakršno drugačno reproduciranje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

Skupina I

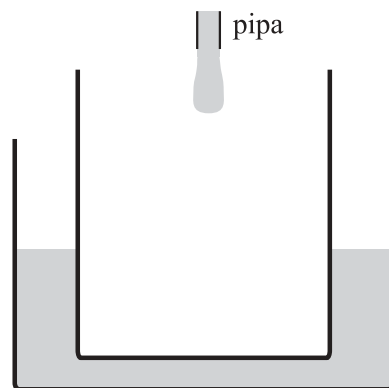
1. Na višini $H = 1,50$ m nad tlemi (glej sliko) držimo prenosni telefon z maso $m = 200$ g. V telefon je vključen kabel za slušalke. V nekem trenutku nam telefon zdrsne iz rok. Padec telefona poskušamo preprečiti tako, da zagrabimo kabel za slušalke. Ko se kabel popolnoma iztegne, sunkovito ustavi padanje telefona. Zanimari maso slušalk in kabla.

- S kolikošno hitrostjo v_1 prileti telefon na tla, če padanja ne zaustavimo?
- Sunek sile, ki je potreben, da se slušalke iztaknejo iz telefona, je $F\Delta t = 0,84$ Ns. Nad katero višino h nad tlemi mora kabel ustaviti telefon, da telefon obvisi na kablu in ne pade na tla?
- Kabel zagrabimo tako, da se telefon na kablu popolnoma zaustavi na mejni višini h nad tlemi, a se slušalke iztaknejo. S kolikošno hitrostjo v_2 prileti telefon na tla v tem primeru?



2. Imamo prazna večji in manjši lonec. V večji lonec s ploščino dna $S_1 = 5,0$ dm² in z višino $h_1 = 20$ cm postavimo manjši lonec s ploščino dna $S_2 = 2,0$ dm², z višino $h_2 = 25$ cm in z maso $m_2 = 1,0$ kg. V manjši lonec začnemo iz pipe natakati vodo s prostorninskim tokom $\Phi_V = 0,050$ L/s. Zanimari prostornino sten in dna manjšega lonca. Zanimari silo vodnega curka na manjši lonec.

- Po kolikošnjem času od začetka natakanja vode v manjši lonec začne voda teči iz večjega lonca?
- Po kolikošnjem času od začetka natakanja vode v manjši lonec začne voda teči iz večjega lonca, če pred tem v veliki lonec natočimo $V = 7$ L vode, kot kaže slika?
- Skiciraj graf $t(V)$, ki kaže, kako je čas t natakanja vode v manjši lonec do trenutka, ko začne voda iztekati iz večjega lonca, odvisen od začetne prostornine vode V v večjem loncu. Na grafu nedvoumno označi značilne točke in zapiši pripadajoče vrednosti prostornine V in časa $t(V)$.



3. Galileo Galilei vrže kamen z vrha poševnega stolpa v Pisi v vodoravni smeri s hitrostjo $v_1 = 10$ m/s. Galileov študent Vincenzo Viviani vrže kamen v istem trenutku s tal navpično navzgor z začetno hitrostjo $v_2 = 20$ m/s. Vincenzo stoji natanko pod Galileom. Galileo je $h = 56$ m nad njim.

- Koliko časa letita kamna do trenutka, ko sta na enaki višini?
- Ob katerih časih med letom je razdalja med kamnoma $d = 30$ m?
- Kolikšna je med letom najmanjša razdalja $d_{\min}$ med kamnoma?

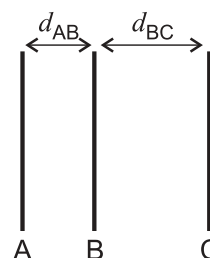
Skupina II

1. Tri enake kovinske plošče s ploščino $S = 10 \text{ dm}^2$ postavimo vzporedno eno za drugo, kot v pogledu od strani kaže slika. Razdalja med prvo in drugo ploščo je $d_{AB} = 1,0 \text{ cm}$, razdalja med drugo in tretjo ploščo je $d_{BC} = 1,6 \text{ cm}$. S ploščami naredimo štiri poskuse, pri katerih na plošče vsakič prenesemo različne naboje, po vrsti:

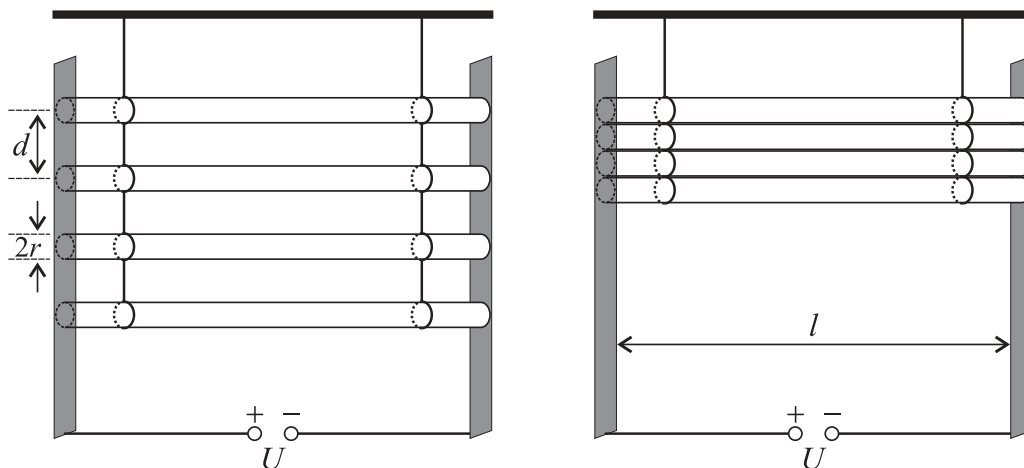
1. poskus: $e_A = -e$, $e_B = 0$, $e_C = e$; 2. poskus: $e_A = -e$, $e_B = 2e$, $e_C = -e$;
3. poskus: $e_A = -e$, $e_B = -e$, $e_C = 2e$; 4. poskus: $e_A = -e$, $e_B = -e$, $e_C = e$;

kjer je $e = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ As}$.

- a) Kolikšna je napetost U_{AC} med ploščama A in C v 1. poskusu?
b) Kolikšna je napetost U_{AC} med ploščama A in C v 2. poskusu?
c) Kolikšna je napetost U_{AB} med ploščama A in B v 2. poskusu?
č) Kolikšna je napetost U_{AC} med ploščama A in C v 3. poskusu?
d) Kolikšna je napetost U_{AC} med ploščama A in C v 4. poskusu?



2. Štiri bakrene žice so zvezane v "senčilo", kot kaže slika. Senčilo na levi sliki je *spuščeno*, na desni pa *dvignjeno*. Ko je senčilo spuščeno, največjo razdaljo med žicami določata lahki neprevodni neraztegljivi vrvici, s katerima so žice povezane med seboj in zgornja pritrjena na strop. Žice so ves čas vodoravne, dolžina posamezne je $l = 5,0 \text{ dm}$, polmer žic je $r = 0,50 \text{ mm}$. Žice so na obeh krajiščih v dobrem električnem stiku z navpičnima drsnima vodiloma (na sliki sivo), po katerih lahko drsijo brez trenja. Upor drsnih vodil je zanemarljiv, na drsni vodili priključimo vir napetosti. Razdalja med simetrijskima osema dveh sosednjih žic v spuščeni stanju je $d = 5,0 \text{ mm}$. Specifični upor bakra je $\zeta = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$, gostota bakra je $\rho = 8,94 \text{ kg/dm}^3$.

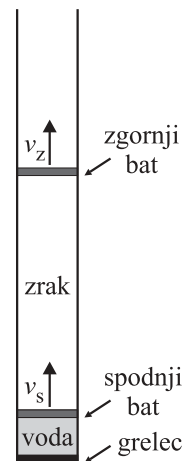


- a) Najmanj kolikšna mora biti napetost U_a , da se spuščeno senčilo začne dvigati?
b) Najmanj kolikšna mora biti napetost U_b , da v celoti dvignjeno senčilo ostane dvignjeno?

Prosim, obrni list, na drugi strani je še ena naloga.

3. Dolga navpično postavljena toplotno izolirana cev s presekom $S = 300 \text{ cm}^2$ ima na spodnjem zaprtem krajišču vgrajen grelec, zgoraj je cev odprta. V spodnjem delu cevi je $V_1 = 20 \text{ mL}$ vode, ki jo zapira spodnji lahek bat, ki dobro prevaja toploto. Nad spodnjim batom je $V_2 = 20 \text{ L}$ zraka, ki ga zgoraj zapira zgornji lahek bat iz toplotno izolativne snovi, ki ne prevaja toplote. Oba bata dobro tesnita in lahko po cevi drsita brez trenja. Voda in v cev ujeti zrak sta ves čas v toplotnem ravnovesju. Kilomolska masa vode je $M = 18 \text{ kg/kmol}$, specifična izparilna toplota vode je $q_i = 2,3 \text{ MJ/kg}$, specifična toplota vodne pare pri konstantnem tlaku je $c_p = 2,0 \text{ kJ/kg K}$, specifična toplota zraka pri konstantnem tlaku je $c_z = 1,0 \text{ kJ/kg K}$.

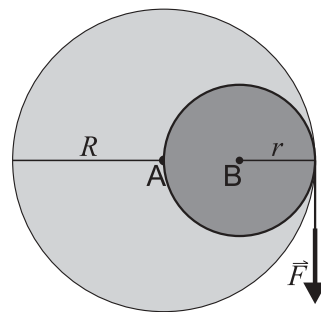
Začetna temperatura vode in zraka v cevi je enaka $T_0 = 20^\circ\text{C}$. Tlak zraka v cevi je na začetku enak zunanjemu zračnemu tlaku $p_0 = 1,0 \text{ bar}$. Opomba: pri teh začetnih pogojih je voda v kapljevinastem agregatnem stanju. Ko vključimo grelec, se zgornji bat začne dvigati s hitrostjo $v_z = 1,0 \text{ mm/s}$.



- Kolikšna je moč grelca na spodnjem krajišču cevi?
- Skiciraj graf odvisnosti temperature zraka v cevi od časa, $T(t)$, za prvih 25 minut segrevanja.
- Skiciraj graf odvisnosti hitrosti spodnjega $v_s(t)$ in zgornjega bata $v_z(t)$ od časa za isti časovni interval.

Skupina III

1. Homogen disk z maso $M = 4,0$ kg in s polmerom $R = 2,0$ dm leži v vodoravni ravnini in je vrtljivo vpet okoli navpične simetrijske osi A skozi težišče. Na ta disk je v točki B okoli svoje navpične simetrijske osi skozi težišče vrtljivo vpet zgornji homogen disk z maso $m = 1,0$ kg in s polmerom $r = 1,0$ dm. Os zgornjega diska je fiksno vpeta v spodnjega v točki B. Razdalja med točkama A in B je r . Vrtenje posameznega diska okoli svoje osi lahko onemogočimo. Med diskoma ni trenja. Oba diska na začetku mirujeta. Po obodu zgornjega diska je navita lahka neraztegljiva vrvica, ki jo v nekem trenutku začnemo vleči v vodoravni smeri s silo $F = 1,0$ N, kot kaže slika v pogledu od zgoraj. Izračunaj pospešek roke, ki vleče vrvico, na začetku vlečenja za tri različne primere:

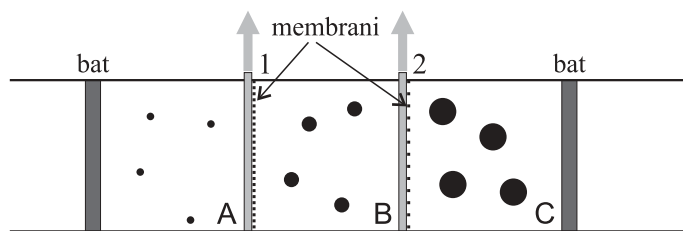


- Vrtenje spodnjega diska je onemogočeno, zgornji je prosto vrtljiv.
- Vrtenje zgornjega diska je onemogočeno, spodnji je prosto vrtljiv.
- Oba diska sta prosto vrtljiva.

2. Tri enake zbiralne leče z goriščno razdaljo $f = 10$ cm sestavimo v sistem leč tako, da jih postavimo eno za drugo na skupno optično os in je razdalja med sosednjima lečama $d = 3f = 30$ cm. Ko je predmet P z višino $p = 5,0$ cm pred prvo lečo sistema na razdalji $a = 20$ cm od prve leče, nastane slika predmeta S za zadnjo lečo sistema na razdalji b od zadnje leče.

- Izračunaj razdaljo b in velikost slike s . Napiši tudi, ali je slika pokončna ali obrnjena, realna ali navidezna.
- Celoten sistem leč premaknemo vzdolž optične osi za x . Poišči vse premike x , za katere se predmet P preslika na isto mesto kot pri a).

3. V valjasti cevi so med dvema brez trenja gibljivima batoma (temno sivo na skici), ki dobro tesnita, trije prekat, v katerih so različni idealni plini A, B in C. Vsak prekat ima na začetku prostornino $V_0 = 1,0$ L, tlak in temperatura v vseh sta na začetku enaka zunanjemu tlaku $p_0 = 1,0$ bar in stalni zunanji temperaturi $T = 20^\circ\text{C}$. Začetno stanje je shematsko prikazano na skici. V nekem trenutku odpremo zapori, da med prekat ostane le na cev pritrjeni polprepustni membrani 1 in 2 (na skici označeni s pikčastima črtama), tako da ima srednji prekat ves čas stalno prostornino V_0 . Membrana 1 prepušča samo molekule plina A, membrana 2 prepušča molekule plina A in B.



- Kolikšni so tlaki v posameznem prekatu po dolgem času v primeru, da gibanje batov onemogočimo in ostanejo prostornine prekatov V_0 ?
- Kolikšni so tlaki in prostornine prekatov po dolgem času v primeru, da sta bata prosto gibljiva? Če se katerikoli bat premakne do membrane, ga membrana zaustavi.
- Koliko toplote sistem izmenja z okolico v primeru b)?