Ziepju opera **6 punkti**

(1) Tā kā visās konstrukcijās burbuļi ir stabili, to iekšējam spiedienam ir jābūt vienādam ar atmosfēras spiedienu. Bet tā kā pastāv virsmas spraigums, pie iekšējā spiediena ir jāpieskaita vēl virsmas spraiguma radītais (Laplasa) spiediens **[2]**.

Ņemot vērā, ka burbulim ir divas brīvas virsmas, šis spiediens ir $p_\sigma = 4\sigma/r$ un **[1]**

$$p_N = p_{N-1} + \frac{4\sigma}{R_N}.$$

(2) Var pamanīt, ka ar katru jaunu N spiediens mazākajā burbulī palielinās par lielumu, kas ir k reizes mazāks par iepriekšējo. Šie lielumi veido bezgalīgi dilstošu ģeometrisko progresiju, kuras summa **[2]**

$$\begin{aligned}\Delta p_\infty &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{4\sigma}{k^n R_0} = \frac{4\sigma}{R_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{k^n} \\ &= \frac{4\sigma}{R_0} \frac{k}{k-1} = \frac{6\sigma}{R_0}.\end{aligned}$$

(3) Prasītā attiecība **[1]**

$$\frac{p_\infty}{p_0} = \frac{p_{\mathrm{atm}} + 6\sigma/R_0}{p_{\mathrm{atm}} + 4\sigma/R_0} = 1{,}000\,16.$$

Cilindriskā planēta 15 punkti

(a) Izvedums. Apskatīsim sfēriskās planētas gravitācijas lauku **[2]**.

$$g = G\frac{m}{R^2}, \quad R^2 g = Gm, \quad 4\pi R^2 g = 4\pi G m = \left[4\pi R^2 = S\right] = Sg.$$

Cilindra sānu virsmas laukums $S_{\text{cil.}} = 2\pi H L$ **[1]**.

Cilindra masa $m = V\rho = \pi R^2 L\rho$ **[1]**.

Apvienojot ar iepriekšējo un ņemot vērā, ka $H = R + H_0 = 80\,\text{km}$, sanāk **[2]**

$$4\pi G(\pi R^2 L\rho) = (2\pi H L)g,$$
$$g = \frac{2\pi G R^2\rho}{H} = 1{,}05 \times 10^{-2}\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

(b) Riņķveida orbītas nosacījums $v_\perp^2/H = g(H)$ **[1]**. Pielietojot to šajā gadījumā, iegūst **[1]**

$$\frac{v_\perp^2}{H} = \frac{2\pi G R^2\rho}{H},$$
$$v_\perp^2 = 2\pi G R^2\rho.$$

Tas nozīmē, ka ātrums kustībā ap planētu nav atkarīgs no orbītas augstuma **[2]**.

Tāpēc mēs varam palikt uz zemākās orbītas ($H = R$), un visu pārējo enerģiju patērēt, lai palielinātu ātruma komponenti $v_\parallel$ perpendikulārajā virzienā (t. i. paralēli planētas asij). Tādējādi kustības trajektorija būs spirāle **[3]**.

Pilnā kustības ātruma kvadrāts $v^2 = v_\perp^2 + v_\parallel^2$, pilnā enerģija $E = \frac{1}{2}mv^2$. Apriņķošanas „periods“ ir **[2]**

$$T = \frac{2\pi R}{v_\perp} = \frac{2\pi R}{R\sqrt{2\pi G\rho}} = \sqrt{\frac{2\pi}{G\rho}} = 4{,}34 \times 10^3\,\text{s}.$$

Perioda laikā kuģis veiks ceļu **[1]**

$$\begin{aligned} L_\parallel = Tv = \frac{2\pi R}{v_\perp} v &= 2\pi R\sqrt{\frac{2E}{m}\frac{1}{v_\perp^2}} \\ &= 2\pi R\sqrt{\frac{2E}{2\pi G R^2\rho m}} = 2\pi\sqrt{\frac{E}{\pi G\rho m}} \\ &= 275\,\text{km}. \end{aligned}$$

Starprezultāti:

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = 63{,}2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad v_\perp = R\sqrt{2\pi G\rho} = 29{,}0\,\frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad v_\parallel = \sqrt{v^2 - v_\perp^2} = 56{,}2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Melnā kaste **10 punkti**

(1) Pieslēdzot bateriju, strāva mainās eksponenciāli, tāpēc kastē jābūt vismaz vienam rezistoram kopā ar vismaz vienu kondensatoru vai spoli **[1]**.

(2) Sākuma brīdī strāva ir maksimālā un tad samazinās **vai** strāvas virziens pēc saslēgšanas uz īso mainās, tāpēc kastē ir kāda RC ķēde **[1]**.

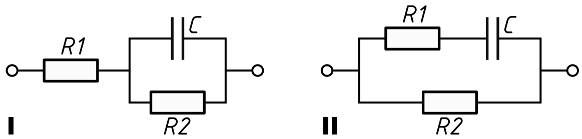
(3) Sākuma brīdī kondensators nav uzlādēts, tāpēc spriegums uz tā ir 0 un to var aizvietot ar vada gabalu. Slēguma ekvivalentā pretestība ir $R_\mathrm{A} = \mathcal{E}/i(0\,\mathrm{s}) = 90\,\mathrm{k\Omega}$ **[1]**.

(4) Īsi pirms baterijas atvienošanas kondensators ir (gandrīz) pilnīgi uzlādējies, strāva caur to vairs netek, un to var izņemt no ķēdes. Slēguma ekvivalentā pretestība ir $R_\mathrm{B} = \mathcal{E}/i(30\,\mathrm{s}) = 150\,\mathrm{k\Omega}$ **[1]**.

(5) Ņemot vērā iepriekšējos punktus, var secināt, ka kastē ir 2 rezistori un 1 kondensators **[1]**. Tiešām, ja būtu divi kondensatori un viena pretestība, tad vai nu strāva pirmā posma beigās būtu 0, vai arī uzlāde notiktu momentāni.

(6) No grafika nosaka laika konstanti $\tau = T_{1/2}/\ln 2 = 5/\ln 2 = 7{,}21\,\mathrm{s}$ **[1]**.

(7) Ir divi situācijai potenciāli atbilstoši slēgumu varianti **[1]**:



I variants

(8) Aprēķina pretestības **[1]**

$$R_1 = R_\mathrm{A} = 90\,\mathrm{k\Omega},$$
$$R_2 = R_\mathrm{B} - R_1 = 60\,\mathrm{k\Omega}.$$

(9) Izlādes laikā R1, R2 un C gali ir savienoti savā starpā, kas nozīmē, ka kondensators izlādējas caur R1 un R2 paralēlo slēgumu; tāpēc laika konstante **[1]**

$$\tau = C\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1}.$$

(10) Nosaka kapacitāti **[1]**

$$C = \tau\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = 200\,\mathrm{\mu F}.$$

(11) Pretestības aprēķinos var alternatīvi izmantot strāvu īsi pēc savienošanas uz īso:

$$U_{\mathrm{C,\,max}} = \mathcal{E}\frac{R_2}{R_1 + R_2}$$
$$i'(30\,\mathrm{s}) = \frac{U_{\mathrm{C,\,max}}}{R_1} = \mathcal{E}\frac{R_2}{R_1(R_1 + R_2)}.$$

II variants

(8) Aprēķina pretestības **[1]**

$$R_2 = R_\mathrm{B} = 150\,\mathrm{k\Omega},$$
$$R_1 = \frac{R_2 R_\mathrm{A}}{R_2 - R_\mathrm{A}} = 225\,\mathrm{k\Omega}.$$

(9) Izlādes laikā R2 gali ir savienoti uz īso, tāpēc tas nepiedalās izlādes procesā, tāpēc laika konstante $\tau = R_1 C$ **[1]**.

(10) Nosaka kapacitāti **[1]**

$$C = \frac{\tau}{R_1} = 32\,\mathrm{\mu F}.$$

(11) Pretestības aprēķinos var alternatīvi izmantot strāvu īsi pēc savienošanas uz īso:

$$U_{\mathrm{C,\,max}} = \mathcal{E}$$
$$R_1 = \frac{U_{\mathrm{C,\,max}}}{i'(30\,\mathrm{s})} = 225\,\mathrm{k\Omega}.$$

Kaiju stāsti **8 punkti**

(a) Gudrajai Kaijai visizdevīgākā trajektorija ir taisne. Lai noskaidrotu, cik tālu Zivtiņa nopeldēja, vispirms ir jānoskaidro, cik ilgi Gudrā Kaija lidoja pēc Zivtiņas. To var izdarīt, uzrakstot vienādojumu, kas apraksta kaijas nolidoto attālumu un nosakot t.

$$v_\mathrm{k} t = \sqrt{(l + v_\mathrm{z} t)^2 + H^2}, \qquad v_\mathrm{k}^2 t^2 = l^2 + 2 l v_\mathrm{z} t + v_\mathrm{z}^2 t^2 + H^2$$
$$t^2 - 160t - 500 = 0, \qquad t = 3{,}57\,\mathrm{s}$$
$$l_\mathrm{z} = v_\mathrm{z} t = 14{,}28\,\mathrm{m}.$$

(b) Visvieglākais veids, kā aprēķināt šo uzdevumu, ir iedvesmojoties no optikas. Var salīdzināt kaijas lidojumu ar gaismas ceļu caur divām vidēm, kurās gaismas ātrums ir dažāds. Ir zināms, ka $\sin\alpha / \sin\gamma = v_\mathrm{k}/v_\mathrm{ud}$, kur α ir krišanas leņķis, jeb ar kādu leņķi Gudrā Kaija ielido ūdenī attiecībā pret perpendikulu un γ ir laušanas leņķis, jeb leņķis attiecība pret perpendikulu, kādā Kaija peld. Zinot šo, var dotajā vienādojumā veikt pārveidojumus. Horizontālo attālumu, kuru Gudrā Kaija nolido pa gaisu var apzīmēt ar l_g.

$$\frac{v_\mathrm{k}}{v_\mathrm{ud}} = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{l_\mathrm{g}}{\sqrt{H^2 + l_\mathrm{g}^2}} \Bigg/ \frac{l - l_\mathrm{g}}{\sqrt{h^2 + (l - l_\mathrm{g})^2}},$$
$$\frac{v_\mathrm{k}^2}{v_\mathrm{ud}^2} = \frac{l_\mathrm{g}^2}{H^2 + l_\mathrm{g}^2} \Bigg/ \frac{l^2 - 2 l l_\mathrm{g} + l_\mathrm{g}^2}{h^2 + (l - l_\mathrm{g})^2},$$
$$(v_\mathrm{k}^2 - v_\mathrm{ud}^2) l_\mathrm{g}^4 - 2l(v_\mathrm{k}^2 - v_\mathrm{ud}^2) l_\mathrm{g}^3 + \left[(l^2 + H^2) v_\mathrm{k}^2 - (l^2 + h^2) v_\mathrm{ud}^2\right] l_\mathrm{g}^2 - 2 l H^2 v_\mathrm{k}^2 l_\mathrm{g} + H^2 l^2 v_\mathrm{k}^2 = 0,$$
$$96 l_\mathrm{g}^4 - 3840 l_\mathrm{g}^3 + 48300 l_\mathrm{g}^2 - 400000 l_\mathrm{g} + 4000000 = 0.$$

Grafiski atrisinot vienādojumu, var noteikt, ka tā atrisinājumi ir $l_\mathrm{g} = 20{,}917\,\mathrm{m}$ un $l_\mathrm{g} = 19{,}1\,\mathrm{m}$. Loģiski, var saprast, ka tas nebūtu izdevīgi palidot zivtiņai garām, tāpēc vienīgais derīgais atrisinājums ir $l_\mathrm{g} = 19{,}1\,\mathrm{m}$. Lidojuma laiku aprēķina, vienkārši izrēķinot ceļu, ko kaija veica pa gaisu un ko veica ūdenī un izdalot katru attālumu ar attiecīgo ātrumu.

$$t = \frac{\sqrt{l_\mathrm{g}^2 + H^2}}{v_\mathrm{k}} + \frac{\sqrt{(l - l_\mathrm{g})^2 + h^2}}{v_\mathrm{ud}} = 3{,}25\,\mathrm{s}.$$

(c) Tā kā paātrinājumi ir vienādi un arī lidojumu leņķi attiecībā pret zemi, tad vertikālais attālums starp kaijām ir konstants, jeb abu kaiju vertikālo kustību vienādojumi sakrīt. Tātad kaijas būs vistuvāk, kad to horizontālais attālums būs vienāds, kas ir 0 un tas ir, kad kaijas atrodas viena virs otras. Tātad, abas kaijas būs vistuvāk, kad būs nolidojušas pusi no lidojamā attāluma.

Monētiņa **10 punkti**

(1) Sāka ar to, ka uzzināsim, cik ilgi monētiņas masas centrs lidos līdz griestiem **[1]**.

$$h_0 = v_0 t - \frac{g}{2}t^2, \qquad t^2 - \frac{2v_0}{g}t + \frac{2h_0}{g} = 0,$$
$$t = \frac{v_0}{g} - \sqrt{\left(\frac{v_0}{g}\right)^2 - \frac{2h_0}{g}} = 0{,}0254\,\mathrm{s}.$$

(2) Kustība līdz griestiem monētai ir jāveic vesels pusapgriezienu skaits jeb jāpagriežas par leņķi $\varphi = \pi k$, kur $k \in \mathbb{Z}$. Attiecīgi, monētiņas griešanas leņķiskais ātrums **[2]**

$$\omega_0 = \frac{\varphi}{t} = \frac{\pi k}{t} = 123{,}7k.$$

(3) Bet ir skaidrs, ka pie liela leņķiskā ātruma monētiņa var aizķert griestus ar savu malu. Atradīsim maksimālo ω_0, pie kuras tas vēl nenotiks. Lai to izdarītu, apskatīsim ekvivalentu situāciju: monētiņa sākotnēji atrodas pie griestiem paralēli tiem un sāk krist uz leju ar masas centra ātrumu v (var arī iedomāties, ka pieskaršanas momentā laiks sāk iet pretējā virzienā). Monētiņas mala, kura rotācijas dēļ pārvietojas griestu virzienā, kustās attiecībā pret griestiem ar ātrumu $v_\mathrm{m} = v - \frac{d}{2}\omega_0$. Ja šis ātrums ir negatīvs, tad monētiņa ietrieksies griestos ar savu malu. Robežgadījumā monētas mala nekustās attiecībā pret griestiem, līdz ar to **[4]**

$$v - \frac{d}{2}\omega_\mathrm{max} = 0, \qquad \omega_\mathrm{max} = \frac{2v}{d}.$$

(4) Atliek aprēķināt monētiņas ātrumu pie griestiem un ievietot to ω_max izteiksmē **[1]**.

$$v = v_0 - gt = \sqrt{v_0^2 - 2gh},$$
$$\omega_\mathrm{max} = \frac{2v}{d} = \frac{2\sqrt{v_0^2 - 2gh}}{d} = 775\,\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}.$$

Līdz ar to maksimālais k un iespējamas ω_0 vērtības ir

$$k_\mathrm{max} = \left\lfloor \frac{\omega_\mathrm{max} t}{\pi} \right\rfloor = 6,$$
$$\omega_0 = 123{,}7k, \quad k = \overline{0;6}.$$

Šķidrums ar nogulsnēm **7 punkti**

(1) Siltumkustību var neņemt vērā, tāpēc dipoli orientējas gar lauka līnijām **[1]**.

I variants

(2) Pieņemsim, ka dipola negatīvais gals q_- atrodas augstumā z. Tad pozitīvais gals q_+ atradīsies augstumā $z + r$. Uz negatīvo galu darbosies Kulona spēks $F_- = qE(z)$, kas būs vērsts uz leju, bet uz pozitīvo galu — spēks $F_+ = qE(z + r)$, kas būs vērsts uz augšu **[1]**.

(3) Lauka intensitāte mainās ar augstumu, un $F_+ > F_-$. Tāpēc uz dipolu darbosies no nulles atšķirīgs Kulona kopspēks **[1]**

$$\begin{aligned} F &= F_+ - F_- \\ &= q\alpha\Big((z+r)\big[2-(z+r)\big] - z(2-z)\Big) \\ &= qr\alpha(2-2z-r) = p\alpha(2-2z-r). \end{aligned}$$

(4) Daļiņas ir mikroskopiskas, bet trauks ir makroskopisks, tāpēc $r \ll z$ un iekavās r var atmest. Sanāk, ka $F = 2p\alpha(1-z)$ **[1]**.

(5) Lai daļiņa paliktu suspendēta šķidrumā, Kulona spēkam ir jākompensē smaguma spēks, t. i. $2p\alpha(1-z) = mg$ **[1]**.

(6) Ņemot vērā, ka $0 < z < H$, iegūstam **[1]**, ka

$$\frac{2p\alpha(1-H)}{g} < m < \frac{2p\alpha}{g}.$$

(7) Skaitliski **[1]**

$$m \in \,]1{,}6; 3{,}2[\, \times 10^{-19}\,\mathrm{kg}.$$

II variants

(2) Dipola potenciālā enerģija elektriskajā laukā $W = -\boldsymbol{pE}$ **[1]**.

(3) Spēks, ko rada lauks, ir lauka potenciālās enerģijas negatīvais gradients, t. i. $\boldsymbol{F} = -\mathbf{grad}\, W$ **[1]**.

(4) Ievietojot un ņemot vērā, ka $\boldsymbol{p}$ un $\boldsymbol{E}$ ir vienādi vērsti, iegūst **[1]**

$$\boldsymbol{F} = \boldsymbol{p}\,\mathrm{div}\,\boldsymbol{E}$$
$$F_z = p\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}z} = 2p\alpha(1-z).$$

(5) Lai daļiņa paliktu suspendēta šķidrumā, lauka radītajam spēkam ir jākompensē smaguma spēks, t. i. $2p\alpha(1-z) = mg$ **[1]**.

(6) Ņemot vērā, ka $0 < z < H$, iegūstam **[1]**, ka

$$\frac{2p\alpha(1-H)}{g} < m < \frac{2p\alpha}{g}.$$

(7) Skaitliski **[1]**

$$m \in \,]1{,}6; 3{,}2[\, \times 10^{-19}\,\mathrm{kg}.$$

Viļņvads caurulē **7 punkti**

(a) Tā kā katrs stars, kas ieiet caurulē, iziet no tās tajā pašā attālumā h, kā ieiet, un nemaina savu virzienu, var secināt, ka vis gaismas stara potenciālie ceļi, kas atrodas tuvumā ir līdzvērtīgi (ar vienādiem iziešanas laikiem). Ja tā nebūtu, stars noliektos un neizietu paralēli **[3]**.

(b) Paņemsim vienu staru, kas iet attālumā h un staru, kas iet attālumā $h + \mathrm{d}r$, kur $h \gg \mathrm{d}r$. Šo staru ceļi ir līdzvērtīgi. No Fermā principa **[2]**,

$$n(h) \cdot \pi(R + h) = n(h + \mathrm{d}r) \cdot \pi(R + h + \mathrm{d}r).$$

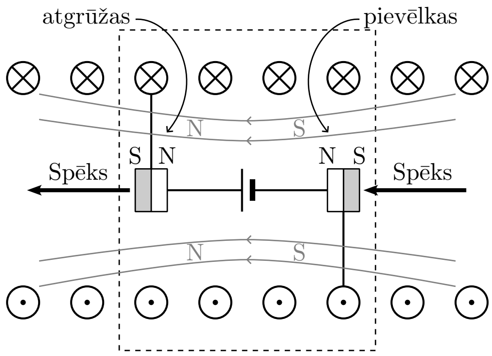
Ir vērts apskatīt tikai izliekuma zonu, kuras leņķis ir π, jo tikai tur var notikt laušana un stars var mainīt savu virzienu.

(c) Saliekot visu kopā, iegūst **[2]**

$$\begin{aligned}
\frac{n_0 \cdot \pi(R + h)}{1 + \varepsilon h} &= \frac{n_0 \cdot \pi(R + h + \mathrm{d}r)}{1 + \varepsilon(h + \mathrm{d}r)}, \\
(R + h)\big[1 + \varepsilon(h + \mathrm{d}r)\big] &= (R + h + \mathrm{d}r)(1 + \varepsilon h), \\
R\varepsilon \mathrm{d}r &= \mathrm{d}r, \\
R &= \frac{1}{\varepsilon}.
\end{aligned}$$

Demonstrējums: „Rail Baltica“ 10 punkti

(a) Vilciena principa pamatā ir elektromagnētiskās parādības. Tā kā magnēti saskaras ar strāvas avota spailēm un ir no metāla — tātad labi vada strāvu, — tad spolē, starp vilciena galiem, plūst strāva. Ja spolē plūst strāva, tad tā strādā kā elektriskais magnēts. Patstāvīgajiem magnētiem ir jābūt novietotiem tā, ka vienādi poli atrodas „ārmalās“, lai priekšējais magnēts pievilktos pie spoles radītā pretējā pola un attiecīgi aizmugurējais atgrūstos no elektromagnēta radītā tā paša pola.



(b) Ja samaina magnēta polus, tad vilciens nebrauc, jo patstāvīgo magnētu un spoles radītā magnētiskā lauka iedarbības atceļ viena otru. Tagad abus magnētus vai nu pievelk, vai arī atgrūž spoles magnētiskais lauks. Tā kā magnēti ir vienādi un spoles magnētiskais lauks abos galos ir vienāds, tad arī spēki starp magnētiem un spoles lauku ir vienādi, bet pretēji vērsti.

(c) Ja apgriež magnētus otrādi, spoles magnētiskais lauks paliek tāds pats, taču magnētu orientācijas ir pretējas. Līdz ar to arī visi spēki, kas darbojās uz magnētiem tagad darbojas uz otru pusi un tātad arī vilcieniņa kustība notiek pretējā virzienā.

(d) Ja magnēti tiks pagriezti horizontāli, vilcieniņš nebrauks, jo abu magnētu abi poli sāks vienādi mijiedarboties ar spoles magnētisko lauku, jo pie elektromagnēta galiem spoles iekšienē lauks ir homogēns, tātad spēki, ar kuriem magnētu poli mijiedarbojas ar spoles lauku ir vienādi. Spēki starp spoles inducēto lauku un viena magnēta poliem ir vienādi, bet pretēji, tātad tie atceļ viens otru. Līdz ar to kopspēks ir 0 un vilcieniņš nekustās.

(e) Ir zināms, ka magnētu mijiedarbības spēki ir atkarīgi no magnētiskā lauka indukcijas, kurai ir tieša sakarība ar magnētisko plūsmu. Inducēto magnētisko plūsmu var aprēķināt izmantojot formulu $\Phi = LI$, kur Φ ir magnētiskā plūsma, L ir spoles induktivitāte un I ir strāvas stiprums. Induktivitāte $L = \mu\mu_0 N^2 S/l$, kur N ir vijumu skaits, S ir spoles šķērsgriezuma laukums un l ir spoles garums. Spoles garums un šķērsgriezuma laukums nemainās, taču izmantotais vijumu skaits samazinās. Ja vijumu skaits samazinās n reižu, tad induktivitāte samazināsies n^2 reižu. Vēl mēs zinām, ka $I = U/R$, kur U ir spriegums, kas ir noteikts lielums baterijai, R ir pretestība. Pretestība vadam ir $R = \rho l/S$, kur ρ ir vada īpatnējā pretestība, kas nemainās, l ir vada garums un S ir vada šķērsgriezuma laukums, kas arī nemainās. Ja vijumu skaits samazinās n reižu, tad arī vada garums samazināsies n reizes, un līdz ar to arī pretestība samazināsies n reizes. Tātad strāvas stiprums I pieaugs n reižu, jo $I \sim 1/R$. Ja $B \sim \Phi = LI$, kur L samazinās n^2 reižu un I palielinās n reižu, tad B samazināsies n reizes.

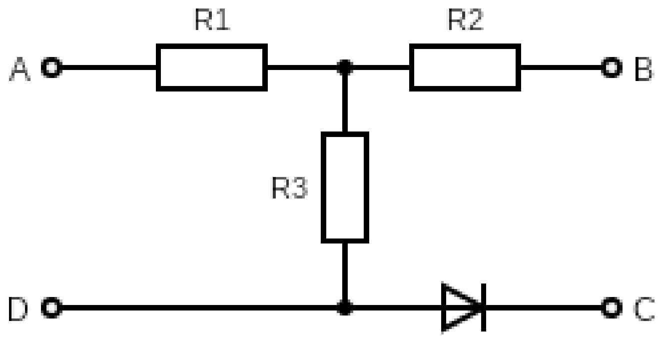
Eksperiments: Kas te...? Es te 40 punkti

A1 Pretestību izmēra, ieliekot multimetru ommetra režīmā, un abas spailes pieliekot pie abām rezistora pusēm. Rezistoru pretestība nav atkarīga no polaritātes.
Kļūdas ir atrodama multimetra instrukcijā. Katram mērījuma intervālam ir sava precizitāte.
A2 Diodes pretestības mērīšana ir funkcionāli identiska rezistoram, izņemot faktu, ka šoreiz jāņem vērā polaritāte. Kā arī jāatceras multimetru ielikt pareizajā pretestības diapazonā (skat. padomu 4). Multimetra COM spaile atbilst "Zemes" kontaktam.

A3 Temperatūras mērīšanai multimetrs jāieslēdz termometra režīmā, un spailes jānomaina uz iekļauto termopāra zondi. Kļūdu aprēķins tāds pats kā **A1** punktā.

A4 Uz kastes ir 4 kontakti, kopā 12 mērījumi (6 pāri, katram pārim abas polaritātes). Kļūdu aprēķins tāds pats kā **A1** punktā.

A5 Melnās kastes iekšējais slēgums ir sekojošs un sastāv no 3 rezistoriem un vienas diodes.



Veicot mērījumus uz DC spailēm, var izsecināt, ka starp D un C kontaktiem ir tikai diode. Tā kā starp spailēm A, B un C mērījumi nav atkarīgi no polaritātes, tad starp šiem kontaktiem vienīgās komponentes ir rezistori.
Izmērot pretestību starp AB, AD un DB spailēm, var uzrakstīt sekojošu vienādojumu sistēmu:

$$\begin{cases} R_{AB} = R_1 + R_2 \\ R_{AD} = R_1 + R_3 \\ R_{DB} = R_3 + R_3 \end{cases}$$

Ko atrisinot, iegūst sekojošas izteiksmes rezistoru pretestībām:

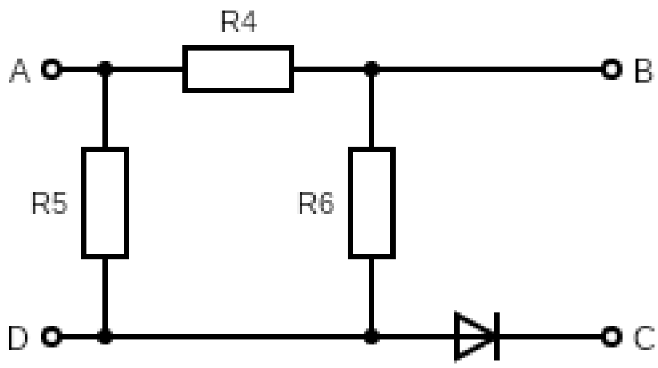
$$R_1 = \frac{R_{AB} + R_{DB} - R_{AD}}{2}$$
$$R_2 = \frac{R_{AD} + R_{AB} - R_{DB}}{2}$$
$$R_3 = \frac{R_{AD} + R_{DB} - R_{AB}}{2}$$

Pieņemot, ka mērījumu vidējās vērtības ir $R_{AB} = 10.13k\Omega$, $R_{AD} = 11.94k\Omega$ un $R_{DB} = 5.7k\Omega$, nonāk pie sekojošām rezistoru pretestību vērtībām:

$$R_1 = 8.14k\Omega$$
$$R_2 = 3.80k\Omega$$
$$R_3 = 1.99k\Omega$$

, kas atbilst uzdevuma nosacījumam, ka katram rezistoram jābūt mazākam par $9k\Omega$.

A6 Rezistori $R1$, $R2$ un $R3$ veido zvaigznes slēgumu. Zināms, ka katram zvaigznes slēgumam ir ekvivalents trijstūra slēgums.



Šiem slēgumiem ir sekojoša pretestību sakarība:

$$R_4 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3}{R_3}$$
$$R_5 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3}{R_2}$$
$$R_6 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3}{R_1}$$

Ievietojot punktā **A5** izmantotās vērtības, iegūst sekojošas pretestības alternatīvā slēguma rezistoriem:

$$R_4 = 27.48k\Omega$$
$$R_5 = 14.39k\Omega$$
$$R_6 = 67.20k\Omega$$

A7 Sekojošie E24 rindas rezistori atbilst punktā **A5** iegūtajām rezistoru vērtībām, ņemot vērā dotās pielaides.

$$R_1 = 8.2k\Omega$$
$$R_2 = 3.9k\Omega$$
$$R_3 = 2.0k\Omega$$