Latvijas Skolēnu 62. fizikas olimpiādes III posms

Vērtēšanas kritēriji

Teorētiskā kārta
2012. gada 12. aprīlī

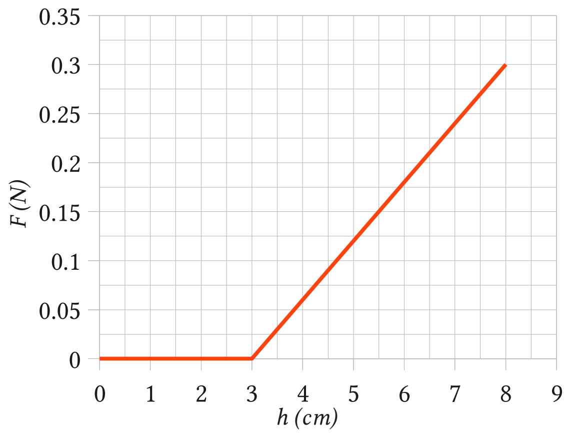
9. klase

1. Uzdevums

1. Caurplūdums, jeb ūdens tilpums, kas laika vienībā iztek caur šķērsgriezumu S ir
   $V_t = \frac{V}{\Delta t} = S\,v.$
2. Caurules šķērsgriezuma laukums $S = \frac{\pi d^2}{4}.$
3. Tātad ātrums ir $v = \frac{V_t}{S} = \frac{4 V_t}{\pi d^2} = 3.9789\ \mathrm{m/s}.$
4. Lietderības koeficientu ierobežos izmantotā enerģija turbīnas griešanai pret ūdens uzkrāto potenciālo enerģiju
   $$\eta = \frac{E_{\mathrm{pot}} - E_{\mathrm{kin,\,beigu}}}{E_{\mathrm{pot}}} = \frac{m g h - \frac{m v^2}{2}}{m g h} = \frac{g h - \frac{v^2}{2}}{g h} = 1 - \frac{v^2}{2 g h} = 0.90105.$$
5. Jauda $P = \eta \frac{E_{\mathrm{pot}}}{\Delta t} = \eta \frac{m g h}{\Delta t} = \eta \frac{\rho V g h}{\Delta t} = \left\langle \eta \rho \frac{\pi d^2}{4} v g h \right\rangle = 144.17\ \mathrm{kW}.$

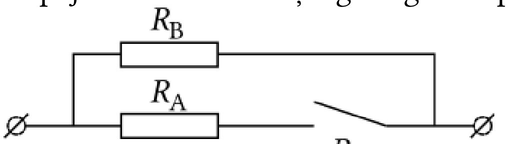
2. Uzdevums

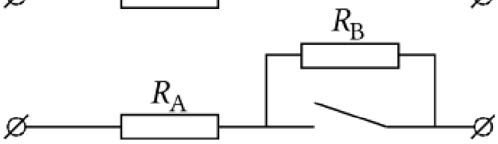
1. Kamēr ūdens līmenis h ir mazāks par $L/2$, ūdens uz tapu iedarbosies uz tapas sānu malām, kompensējoties no pretējiem virzieniem vērsto spēku iedarbībai. Ūdens radītais spēks ir 0 N.
2. Pārsniedzot $L/2$, uz tapu iedarbosies ūdens radītais spēks virzienā uz leju.
3. Spēka vērtība būs $F_{H_2O} = m_{H_2O}\, g = \rho_{H_2O} S \left(h - \frac{L}{2} \right) g.$
4. Zīmējums: asis, mērvienības, mērogs, pareizi līknes posmi.



5. Uz tapu darbosies smaguma spēks $F_{\mathrm{sm}} = m g = \rho_{\mathrm{korķa}} V_{\mathrm{korķa}}\, g = \rho_{\mathrm{korķa}} S L g$ virzienā uz leju.
6. Tapa nenoturēsies, kad $F_{\mathrm{berzes}} = F_{H_2O} + F_{\mathrm{sm}} = \rho_{H_2O} S \left(h - \frac{L}{2} \right) g + \rho_{\mathrm{korķa}} S L g.$
7. Tātad $h = \left(F_{\mathrm{berzes}} - \rho_{\mathrm{korķa}} S L g \right) \frac{1}{\rho_{H_2O} S g} + \frac{L}{2} = 0.0847\ \mathrm{cm}.$
8. Tapa izkritīs caur caurumu vertikāli uz leju.

3. Uzdevums

1. Lai pretestība varētu mainīties 2.7 reizes, kopējā slēguma pretestība nevar būt 0 vai bezgalība. Tātad vienam rezistoram ir jābūt paralēlai slēdzim, bet otram virknē. Ir iespējami divi šādi atšķirīgi slēgumi tipi.
2. 

3. 

4. Pirmajā gadījumā:
   1. Slēdzis ieslēgts: $R = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B}$.
   2. Slēdzis izslēgts: $R = R_B$.
5. Otrajā gadījumā:
   1. Slēdzis ieslēgts: $R = R_A$.
   2. Slēdzis izslēgts: $R = R_A + R_B$.
6. Pirmajam gadījumam $\frac{R_{ie}}{R_{iz}} = \frac{R_A}{R_A + R_B} = \frac{1}{\frac{R_B}{R_A} + 1} = \frac{1}{2.7}$. Tātad $\frac{R_B}{R_A} = 2.7 - 1 = 1.7$.

   Interesantā kārtā R_A un R_B vietām samainīt nevar.
7. Otrajā gadījumā viss kā pirmajā gadījumā.

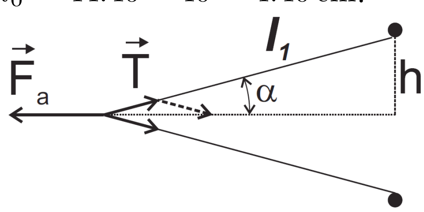
10. klase

1. Uzdevums

1. Visos jautājumos runa ir par smaguma spēka $m\vec{g}$ un pretestības spēka $\vec{F}_{pr}$ savstarpējām sakarībām. Pretestības spēks pieaug, palielinoties ātrumam.
2. Ātrums pārstāj pieaugt, kad ir iestājies smaguma spēka un pretestības spēka līdzsvars.
3. Ļoti īsu brīdi pēc kritiena sākuma bumbiņas ātrums ir neievērojams, tāpēc pretestības spēks daudzkārt mazāks par smaguma spēku. No $\vec{F}_{pr}+m\vec{g}=m\vec{a}$ seko $\vec{a}\approx\vec{g}$. Paātrinājums vērsts uz leju.
4. Ja bumbiņa krīt no pietiekoši liela augstuma (dotajā uzdevumā pietiek krist no augstceltnes jumta), tās krišanas ātrums nostabilizējas, sasniedz savu maksimālo vērtību, pie kuras pretestības spēks ir līdzsvarā ar smaguma spēku. No $\vec{F}_{pr}+m\vec{g}=m\vec{a}$ seko $\vec{F}_{pr}=-m\vec{g}$ un $\vec{a}=\vec{0}$. Paātrinājums ir nulle.
5. Uzreiz pēc sadursmes bumbiņa atlec ar to pašu ātrumu, ar kādu triecās pret zemi, tikai virziens ir pretējs. Tātad pretestības spēks ir tāds pats pēc moduļa, tikai pretēji vērsts: $\vec{F}_{pr}=m\vec{g}$. No $\vec{F}_{pr}+m\vec{g}=m\vec{a}$ seko $m\vec{g}+m\vec{g}=m\vec{a}$ un $\vec{a}=2\vec{g}$. Paātrinājums vērsts uz leju.
6. Sasniedzot trajektorijas maksimālo augstumu, ātrums vienāds ar nulli, pretestības spēks arī ir nulle. No $\vec{F}_{pr}+m\vec{g}=m\vec{a}$ seko $m\vec{g}=m\vec{a}$ un $\vec{a}=\vec{g}$. Paātrinājums vērsts uz leju.
7. Tā kā uz bumbiņu, tai kustoties, darbojas pretestības spēks, tad tad tā katrā nākošajā trajektorijā pēc kārtējā atsitiena pret zemi sasniedz stāvokli ar mazāku potenciālo enerģiju (mazāku augstumu). Augstums pēc otrā atsitiena ir mazāks, kā pēc pirmā.

2. Uzdevums

1. Ja 1.5 m garu gumijas lentu 10 kg atsvars izstiepj par Δl_{150} = 12 cm, tad 0.8 m garu gumijas lentu tas pats atsvars izstieps par $12\times\frac{0.8}{1.5}=6.4\,\mathrm{cm}$, savukārt 0.4 m garu gumijas lentu tas pats atsvars izstieps par $\Delta l_{40}=12\times\frac{0.4}{1.5}=3.2\,\mathrm{cm}$. Tātad 0.4 m garam gumijas lentas gabalam stinguma koeficients (analoģija ar atsperi) ir $k_{40}=\frac{F}{\Delta l_{40}}=\frac{M_0 g}{\Delta l_{40}}=\frac{10\times10}{0.032}=3125\,\mathrm{N/m}$.
2. Sākuma stāvoklī bumbiņa ir attālumā $x_0=\sqrt{l_0^2-h^2}=\sqrt{40^2-20^2}=20\sqrt{3}=34.64\,\mathrm{cm}$ no katapultas „dakšas plaknes" (līnijas starp gumijas stiprinājuma punktiem). Atvilktā stāvoklī attālums no gumijas stiprinājumu līnijas ir $x_1=x_0+\Delta x=34.64+5=39.64\,\mathrm{cm}$. Viena gumijas „nogriežņa" garums atvilktā stāvoklī ir $l_1=\sqrt{x_1^2+h^2}=\sqrt{39.64^2+20^2}=44.40\,\mathrm{cm}$. Viena gumijas „nogriežņa" pagarinājums ir $\Delta l=l_1-l_0=44.40-40=4.40\,\mathrm{cm}$. Tātad gumijas sastiepuma spēks pēc Huka likuma ir $T=k_{40}\Delta l=3125\times0.0440=138\,\mathrm{N}$. Satiepuma spēka projekcija uz šaušanas virzienu ir $F_{pr}=T\cos\alpha=T\frac{x_1}{l_1}=138\times\frac{39.64}{44.40}=123\,\mathrm{N}$.



3. Atvilkšanas spēks ir divreiz lielāks, jo jāspriego 2 gumijas „nogriežņi": $F_a=2F_{pr}=2\times123=246\,\mathrm{N}$.
4. Atvelkot uzkrātā potenciālā enerģija diviem gumijas nogriežņiem izsakās kā $W_p=\frac{2k_{40}\Delta l^2}{2}=3125\times0.0440^2=6.05\,\mathrm{J}$. Pilnībā pārejot bumbiņas kinētiskajā enerģijā $W_p=W_k=\frac{mv^2}{2}$, izsakām bumbiņas ātruma kvadrāta vērtību $v^2=\frac{2W_p}{m}=\frac{2\times6.05}{0.05}=242\,\mathrm{m^2/s^2}$ (var izteikt arī bumbiņas ātrumu , v = 15.6 m/s bet tas

nav nepieciešams).

5. Bumbiņai lidojot ar sākuma ātrumu leņķī β pret horizontu, ātruma vertikālā komponente ir $v\sin\beta$, horizontālā ir $v\cos\beta$. Bumbiņas lidojuma laiks ir divas reizes tās „pacelšanās" laiks $t_\mathrm{p} = \frac{v\sin\beta}{g}$. Tātad lidojuma tālums (sk. att.) izsakās kā $L = 2t_\mathrm{p}\cos\beta = 2\frac{v^2\sin\beta\cos\beta}{g} = \frac{v^2}{g}\sin 2\beta = \frac{242}{10}\times 1 = 24.2\,\mathrm{m}$. Te izmanto faktu, ka maksimālā $\sin 2\beta$vērtība ir pie $\beta = \frac{\pi}{2} = 45°$. Tad $\sin 2\beta = 1$.

3. Uzdevums

Šajā uzdevumā mēs salīdzināsim slīdēšanu ar ripošanu un noskaidrosim, kura no šīm kustībām ļauj ķermenim ātrāk nonākt lejā no slīpās plaknes.

I.

1. Otrais Ņūtona likums projekcijā uz slīpo plakni: $mg\mu\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma$. Nosacījums $a > g\mu(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) \Rightarrow \mathrm{tg}\alpha > \mu$.
2. Enerģijas saglabāšanas likums: $W_\mathrm{k} + A = W_0$, kur A ir berzes spēku pastrādātais darbs. Apzīmējos sākuma augstumu ar h, izsakām ceļu $S = h/\sin\alpha$, berzes spēks pēc moduļa ir $F_\mathrm{b} = \mu mg\cos\alpha$, līdz ar to $W_\mathrm{k} + \mu mgh\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = mgh$. Attiecība $\frac{W_\mathrm{k}}{W_0} = 1 - \frac{\mu}{\mathrm{tg}\,\alpha}$. Mēs redzam, ka $W_\mathrm{k} = 0$, ja $\mu = \mathrm{tg}\,\alpha$, kas saskan ar atbildi (a).

II.

1. Klucīša vietā aplūkosim gredzenu ar rādiusu *R*, kas izgatavots no tievas stieples (stieples šķērsgriezuma diametrs ir daudzkārt mazāks par *R*). Gredzena masa ir *m*.
2. $W_\mathrm{rk} = m\frac{\omega^2R^2}{2}$. Uzdevumu var risināt gan izmantojot inerces momentu un formulu $\frac{I\omega^2}{2}$, gan sadalot gredzenu mazos fragmentos un lietojot formulu $W_\mathrm{k} = \sum_i \frac{\Delta m_i v_i^2}{2}$.
3. $v = \omega R$, $W_\mathrm{k} = 2\times\frac{mv^2}{2} = mv^2$. Vienkārši $\frac{mv^2}{2}$ pieskaitīšana W_rk, kura nav izteikta caur v, punktus nedod.

III.

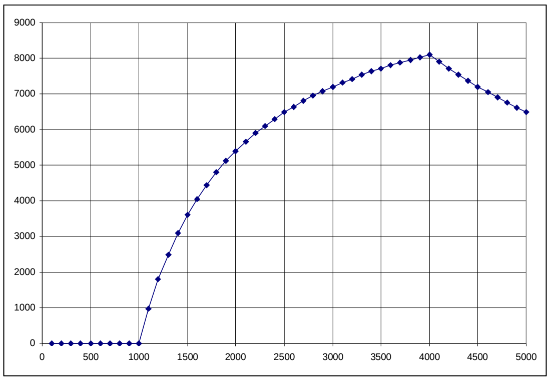
1. Tā kā nav disipācijas, no iepriekšējā punkta mēs secinām, ka $\frac{W_\mathrm{vk}}{W_0} = \frac{1}{2}$.
2. Abas kustības ir vienmērīgi paātrinātas, tādēļ vienlaicīga noripošana prasa vienādus virzes kustības ātrums, tātad arī vienādas $\frac{W_\mathrm{k}}{W_0}$ attiecības. Pielīdzinot II(b) un III(a) atbildes, izsaka atbildi $\mathrm{tg}\,\alpha_0 = 2\mu$.

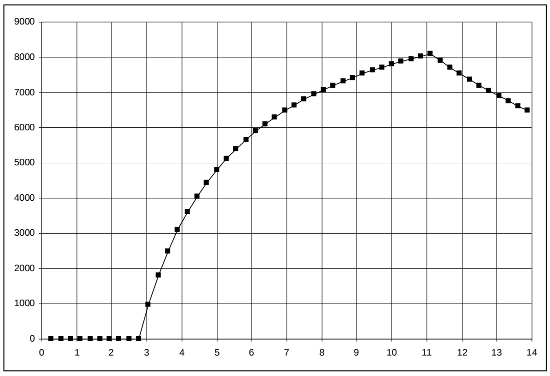
11. klase

1. Uzdevums

I.

1. $v = 20 \times \frac{1000}{3600} = 5.556\,{}^{\mathrm{m}}\!/\!{}_{\mathrm{s}}$ $\qquad f_{\mathrm{rit}} = \frac{v}{2\pi \times 0.3} = 2.947\,\mathrm{s}^{-1}$

   $f_{\mathrm{dzin}} = \frac{2000}{60} = 33.33\,\mathrm{s}^{-1}$ $\qquad \alpha = \frac{f_{\mathrm{dzin}}}{f_{\mathrm{rit}}} = 11.31$
2. $P_{2000} = 30\,\mathrm{kW}$
3. $F = \frac{P}{v} = 30 \times \frac{1000}{5.5556} = 5400\,\mathrm{N}$
4. $a = \frac{F}{m} = \frac{5400}{1500} = 3.6\,{}^{\mathrm{m}}\!/\!{}_{\mathrm{s^2}}$
5. 



   $F = \frac{P}{v}$
6. $v_{\mathrm{kr}} = 2.77777\,{}^{\mathrm{m}}\!/\!{}_{\mathrm{s}}$

II.

1. $F_{g\|} = 1500 \times 10 \sin 30^\circ = 7500\,\mathrm{N}$
2. $F_{\mathrm{dzen}} = 7500\,\mathrm{N}$
3. $f = 3200\,{}^{\mathrm{apgr}}\!/\!{}_{\mathrm{min}}$
4. $v = 9\,{}^{\mathrm{m}}\!/\!{}_{\mathrm{s}}$
5. $P = 7500 \times 9 = 67500\,\mathrm{W}$
6. Mazākam ātrumam atbilst mazāks kopējais riteņu virzošais spēks, tas būs mazāks par gravitācijas spēka komponenti, automobilis sāks palēnināties, samazināsies motora apgriezieni, vēl samazināsies dzenošais spēks, automobilis turpinās samazināt ātrumu.

III.

1. Lai dzinējs strādātu ar $2000\,{}^{\mathrm{apgr}}\!/\!{}_{\mathrm{min}}$, dodot maksimālo jaudu, dzinējs ir jānoslogo ar spēku $5400\,\mathrm{N}$, tātad, berzes spēkam ir jābūt $5400\,\mathrm{N}$.
2. Tas būs vienāds ar berzes spēku sajūgā, t.i. $5400\,\mathrm{N}$.
3. $a = \frac{F}{m} = \frac{5400}{1500} = 3.6\,{}^{\mathrm{m}}\!/\!{}_{\mathrm{s^2}}$
4. $v = 5.556\,{}^{\mathrm{m}}\!/\!{}_{\mathrm{s}}$
5. $t = \frac{5.5555}{3.6} = 1.543\,\mathrm{s}$
6. Nē, nebūs. Automašīna turpinās paātrināties, savukārt, pieaugot ātrumam, pieaugs dzinēja apgriezieni, pieaugs kopējais virzošais spēks, un savukārt turpinās pieaugt paātrinājums.

2. Uzdevums

I.

1. $m_{\ell 1} = \rho_\ell V_{\ell 1} = 600 \times 0.1 \times 0.001 = 0.06\,\mathrm{kg} = 60\,\mathrm{g}$
2. $p_1 = 207\,\mathrm{kPa}$
3. $m_{\mathrm{g}1} = \frac{pVM}{RT} = \frac{2.07 \times 10^5 \times 0.1 \times 10^{-3} \times 0.05812}{8.314 \times 293} = 0.494\,\mathrm{g}$

4. $p = \frac{m_{\ell 1} + m_{g1}}{VM} RT = \frac{0.06 + 0.000494}{0.2 \times 10^{-3} \times 0.05812} \times 8.314 \times 293 = 1.268 \times 10^7\,\mathrm{Pa} = 126.8\,\mathrm{atm}$

II.

1. Gāzei izplūstot notika šķidruma iztvaikošana, nepieciešamais iztvaikošanas siltums tika paņemts no šķidruma siltumietilpības, tāpēc šķidrums un gāze atdzisa. Atdziestot samazinājās piesātināta tvaiks spiediens, samazinājās spiedienu starpība starp spiedienu baloniņā un atmosfēras spiedienu.
2. Spiediens baloniņā ir vienāds ar atmosfēras spiedienu.
3. No piesātināta tvaika grafika nolasām temperatūru pie 1 atmosfēras, t. i. 0.1 MPa. Temperatūra ir 272 K.
4. $(m_{\ell 1} - m_{\ell 2})q = m_{\ell 1} c (T_1 - T_2)$, $m_{\ell 2} q = m_{\ell 1} q - m_{\ell 1} c (T_1 - T_2)$,
   $m_{\ell 2} = \frac{m_{\ell 1} q - m_{\ell 1} c (T_1 - T_2)}{q} = \frac{0.06 \times 32 \times 10^4 - 0.06 \times 2278 \times 21}{32 \times 10^4} = 51.03\,\mathrm{g}$,
   $m_{\mathrm{iztv}} = 60 - 51.03 = 8.79\,\mathrm{g}$.

III.

1. $V_{\ell 2} = \frac{m_{\ell 2}}{\rho_\ell} = \frac{0.05103}{600} = 85.05\,\mathrm{m}\ell$
2. $V_{g2} = V_0 - V_{\ell 2} = 200 - 85.05 = 114.95\,\mathrm{m}\ell$
3. $m_{g2} = \frac{p_2 V_{g2} M}{RT_2} = \frac{1.013 \times 10^5 \times 0.11495 \times 10^{-3} \times 0.05812}{8.314 \times 272} = 0.299\,\mathrm{g}$

IV.

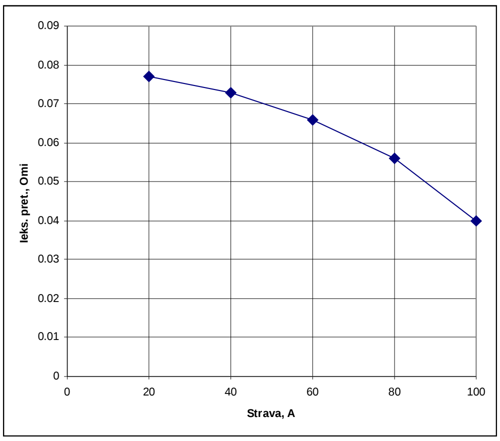
1. $p_3 = 207\,\mathrm{kPa}$
2. $m_{g3} = \frac{p_3 V_{g2} M}{RT_3} = \frac{2.07 \times 10^5 \times 0.11495 \times 10^{-3} \times 0.05812}{8.314 \times 293} = 0.5677\,\mathrm{g}$
3. $m_{\mathrm{iztv2}} = 0.5677 - 0.299 = 0.2687\,\mathrm{g}$
4. $Q = (m_{\ell 2} - m_{\mathrm{iztv2}}) c \times 21 + m_{\mathrm{iztv}} q$
   $Q = (51.03 - 0.2687) \times 10^{-3} \times 2278 \times 21 + 0.2687 \times 10^{-3} \times 32 \times 10^4$
   $Q = 2428.319 + 85.984 = 2514.303\,\mathrm{J}$

3. Uzdevums

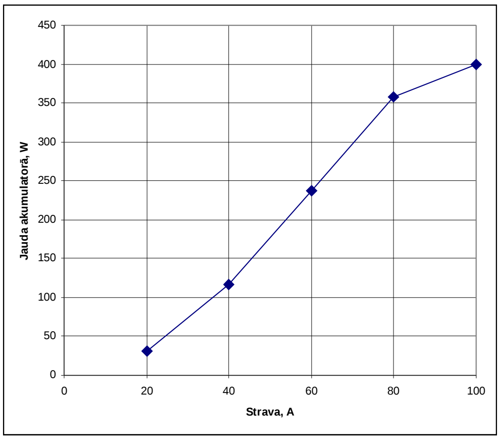
I.

1. $R = \frac{U}{I} = \frac{10.46}{20} = 0.523\,\Omega$
2. $r = \frac{\mathcal{E}}{I} - R = \frac{\mathcal{E} - U}{I} = \frac{12}{20} - 0.523 = 0.077\,\Omega$
3. $P_A = UI = 10.46 \times 20 = 209.2\,\mathrm{W}$
4. $P_I = I^2 r = 20^2 \times 0.077 = 30.8\,\mathrm{W}$

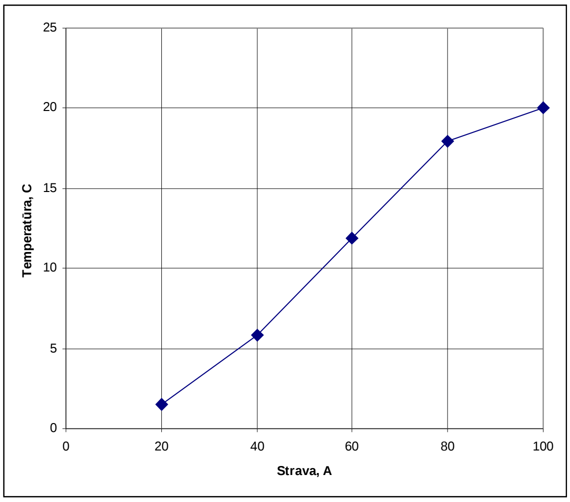
II.

1. 

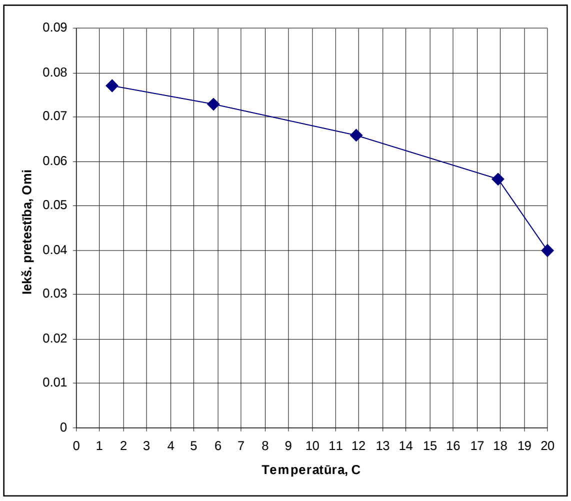
$r = \frac{\mathcal{E} - U}{I}$

2. 

$P_I = I^2 r$

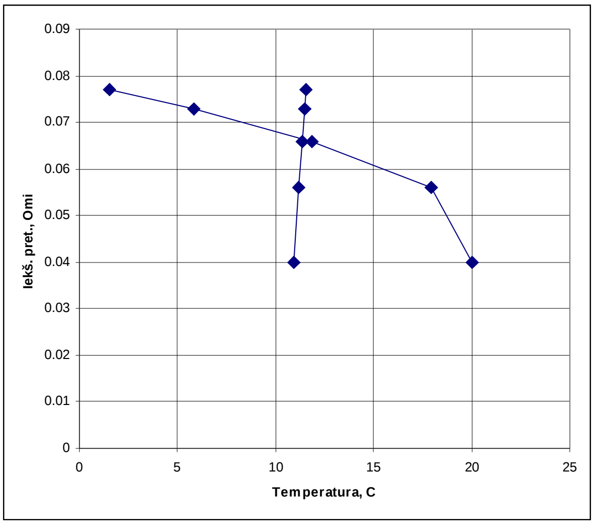
3. 

$P_I = P$, $rI^2 = K(t - t_A)$, $t = t_A + \frac{rI^2}{K}$

4. 

Izmanto $r(I)$ un $t(I)$ grafikus/tabulas un izveido atkarību $r(t)$

III.

1. 

$t = t_A + \frac{rI^2}{K}$, $I = \frac{\mathcal{E}}{r+R}$, $t = t_A + \frac{r\mathcal{E}^2}{(r+R)^2 K}$. No grafika nolasām, ka $r = 0.67\,\Omega$.

2. $I = \frac{\mathcal{E}}{r+R} = \frac{12}{0.067+0.523} = 20.34\,\mathrm{A}$.

12. klase

1. Uzdevums

(a)

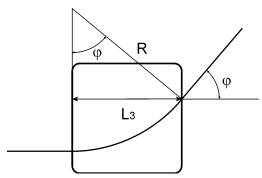
1. Šeit doti divi risinājuma veidi. Starprezultātu skaitliskās vērtības nav obligātas.
   1. Veicot posmu L_1 elektriskais lauks iedarbojoties uz elektronu veic darbu $A = qU_1$. Pēc enerģijas nezūdamības likuma tas pāriet elektrona kinētiskajā enerģijā, tātad $qU_1 = \frac{mv^2}{2} = 2.24 \times 10^{-17}$ J. Tātad $v = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}} = 7.01 \times 10^6\ \mathrm{m/s}$.
   2. Elektriskā lauka intensitāti L_1 saprātīgā tuvinājumā varam uzskatīt par homogēnu, tad $E = \frac{U_1}{L_1} = 7000\ \mathrm{V/m}$. Tāpēc uz elektronu darbojas spēks $F = qE = \frac{qU_1}{L_1} = 1.12 \times 10^{15}$ N. Spēks piešķir elektronam paātrinājumu $a = \frac{F}{m} = \frac{qU_1}{mL_1} = 1.23 \times 10^{15}\ \mathrm{m/s^2}$. Lai veiktu attālumu $L_1 = \frac{at^2}{2}$, nepieciešams laiks $t = \sqrt{\frac{2L_1}{a}} = \sqrt{\frac{2mL_1^2}{qU_1}} = 7.9 \times 10^{-9}$ s. Kā rezultātā $v = at = \sqrt{2L_1a} = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}} = 7.01 \times 10^6\ \mathrm{m/s}$.

(b)

2. Noliecošajā sistēmā uz elektronu iedarbojas magnētiskais Lorenca spēks, kurš darbojas perpendikulāri elektrona kustības virzienam un perpendikulāri magnētiskā lauka indukcijas virzienam un ir proporcionāls elektrona kustības ātrumam $F_L = qvB$. Tā kā Lorenca spēks neveic darbu, jo perpendikulārs kustības virzienam, tad elektrona ātruma absolūtā vērtība nemainās. Tātad arī spēka absolūtā vērtība nemainās. Elektrons tāpēc pārvietojas pa riņķa līnijas loku, jo tā ir kustība ar konstantu, kustības virzienam vienmēr perpendikulāru paātrinājumu. Pēc labās vai kreisās rokas likuma (kā nu kuram to māca), magnētiskās indukcijas vektors ir vērsts virzienā no zīmējuma uz skatītāja pusi.

(c)

3. Trajektorijas liekuma rādiusu atrod no nosacījuma, ka Lorenca spēks elektronam piešķir paātrinājumu, kas ir vienāds ar vienmērīgas kustības pa riņķa līniju paātrinājumu $\frac{v^2}{R} = \frac{F_L}{m} = \frac{qvB}{m}$ un $R = \frac{mv}{qB} = 3.99$ cm. Pēc konstrukcijas (sk. att.), var secināt, ka $\sin\varphi = \frac{L_3}{R}$ un $\varphi = \arcsin\frac{L_3}{R} \approx 30°$.



(d)

4. Ja pavisam godīgi, tad $L_5 = R(1-\cos\varphi) + L_4\tan\varphi = \left(R - \sqrt{R^2 - L_3^2}\right) + \frac{L_3L_4}{\sqrt{R^2-L_3^2}}$
   Ievietojot skaitļus, $L_5 = 0.5\ \mathrm{cm} + 17.3\ \mathrm{cm} = 17.8\ \mathrm{cm}$. Ja pirmo locekli atmet kā mazu, tad arī nav nepareizi.

2. Uzdevums

(a)

1. Galvenajai optiskajai asij paralēli stari pēc lūšanas savācējlēcā iet caur tās otru fokusu. Par pareizu zīmējumu.
2. Jebkurš uz izkliedētājlēcu krītošs stars pēc laušanas turpina savu ceļu it kā tas nāktu no punkta, kurā krītošajam staram paralēla optiskā blakusass priekšmeta pusē krusto fokālo plakni. Par pareizu zīmējumu.
3. Konstrukcija dota 1. att. Lai $F_1 = 6$, $F_2 = 2$ un $D_2 = 2.5$.

(b)

4. Lēca L_1 jānovieto tā, lai tās fokuss atrastos punktā, kurā sistēmas galveno optisko asi krusto no izkliedētājlēcas nākošā stara šķietamais turpinājums (pagarinājums atpakaļ).

Par pareizu zīmējumu.

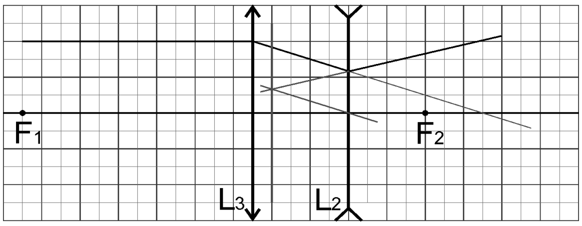
5. Konstrukcija dota 2. att. Iegūstam $D_1 = 1.33$.

(c)

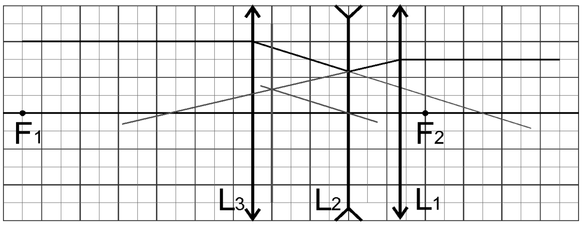
6. Viens no iespējamajiem risinājumiem ir sekojošs. Vispirms ieviesīsim divus leņķus α un β tā, lai $\tan\alpha = \frac{R_2}{F_1}$, $\tan\beta = \frac{R_1}{F_1}$ (sk. 2. att.). Tad ienākošā stara platumu R_2, izmantojot staru gaitas konstrukciju var izteikt kā $R_2 = D_2 \tan\alpha + F_2 \tan\beta + F_2 \tan\alpha$. Ievietojam šajā izteiksmē $\tan\alpha$ un $\tan\beta$ un iegūstam $R_2 = D_2 \frac{R_2}{F_1} + F_2 \frac{R_1}{F_1} + F_2 \frac{R_2}{F_1}$. Izdalām izteiksmes abas puses ar R_2: $1 = \frac{D_2}{F_1} + \frac{R_1}{R_2}\frac{F_2}{F_1} + \frac{F_2}{F_1}$, un izsakām meklēto $\frac{R_1}{R_2} = \frac{F_1}{F_2}\left(1 - \frac{D_2}{F_1} - \frac{F_2}{F_1}\right) = \frac{F_1 - D_2}{F_2} - 1$. Pēc konstrukcijas $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1.5}{2} = 0.75$, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{F_1 - D_2}{F_2} - 1 = \frac{6 - 2.5}{2} - 1 = 0.75$.

(d)

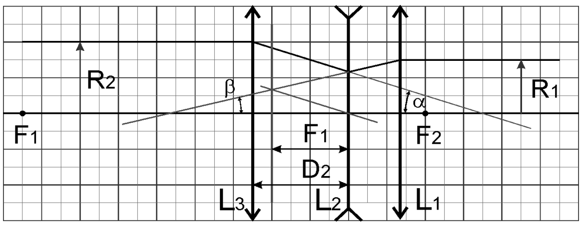
7. Lai $R_1/R_2 = g(D_2)$. Tad, apskatot staru gaitu optiskajā sistēmā no otras puses $R_2/R_1 = g(D_1)$. Tātad $\frac{R_2}{R_1} = \frac{F_1 - D_1}{F_2} - 1$. Pēc konstrukcijas $\frac{R_2}{R_1} = \frac{2}{1.5} = 1.333$ un $\frac{R_2}{R_1} = \frac{F_1 - D_1}{F_2} - 1 = \frac{6 - 1.33}{2} - 1 = 1.335$.



Attēls 3



Attēls 4



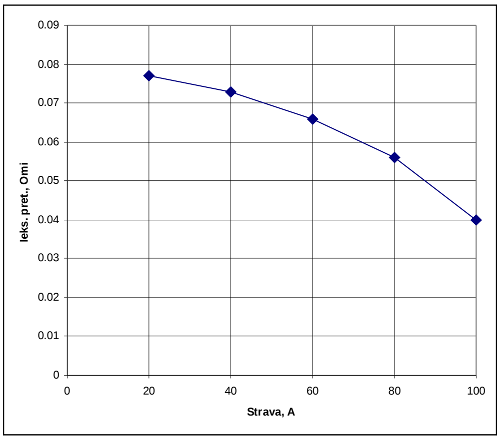
Attēls 5

3. Uzdevums

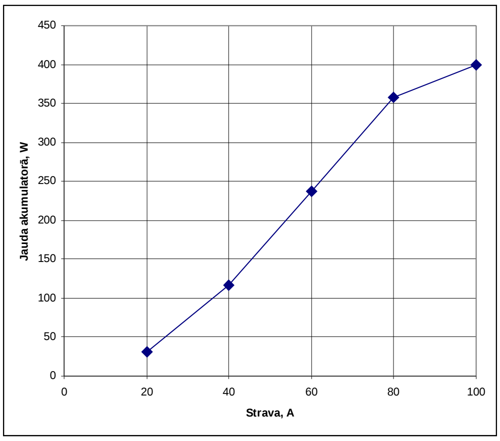
I.

1. $R = \frac{U}{I} = \frac{10.46}{20} = 0.523\,\Omega$
2. $r = \frac{\mathcal{E}}{I} - R = \frac{\mathcal{E}-U}{I} = \frac{12}{20} - 0.523 = 0.077\,\Omega$
3. $P_A = UI = 10.46 \times 20 = 209.2\,\mathrm{W}$
4. $P_I = I^2 r = 20^2 \times 0.077 = 30.8\,\mathrm{W}$

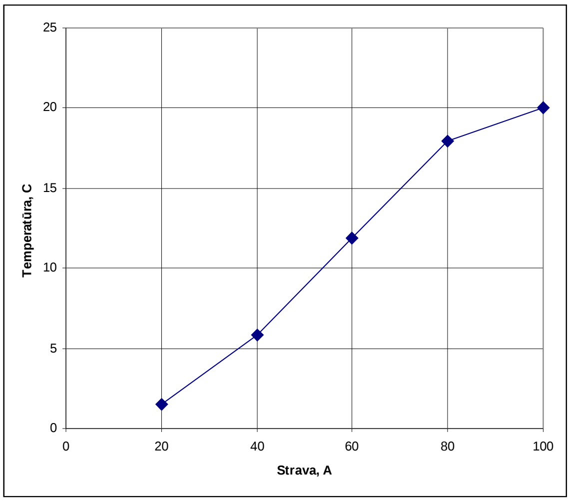
II.

1. 

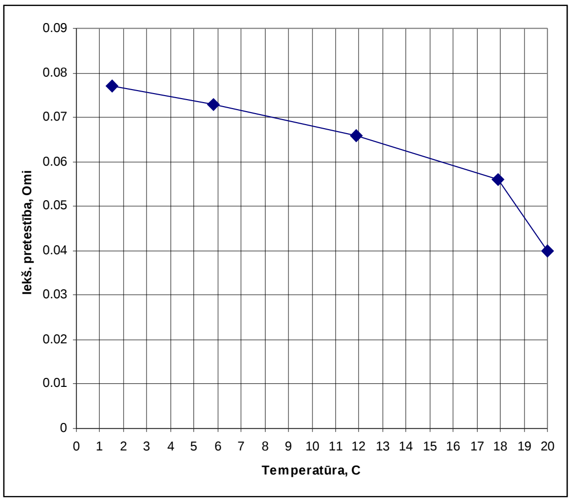
$r = \frac{\mathcal{E}-U}{I}$

2. 

$P_I = I^2 r$

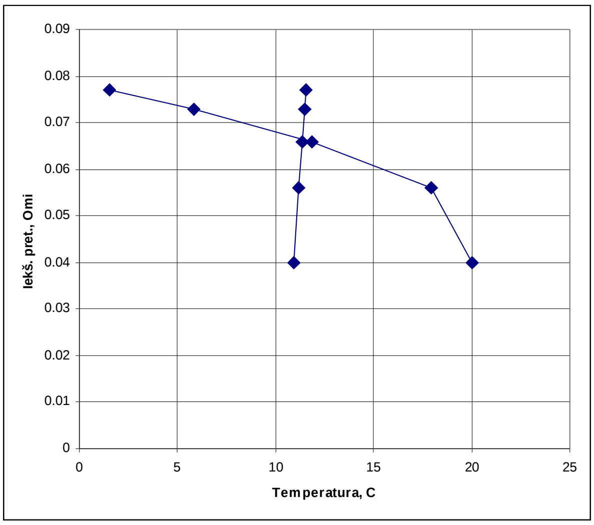
3. 

$P_I = P,\ rI^2 = K(t - t_A),\ t = t_A + \frac{rI^2}{K}$

4. 

Izmanto $r(I)$ un $t(I)$ grafikus/tabulas un izveido atkarību $r(t)$

III.

1. 

$t = t_A + \frac{rI^2}{K}$, $I = \frac{\mathcal{E}}{r+R}$, $t = t_A + \frac{r\mathcal{E}^2}{(r+R)^2K}$. No grafika nolasām, ka $r = 0.67\,\Omega$.

2. $I = \frac{\mathcal{E}}{r+R} = \frac{12}{0.067+0.523} = 20.34\,\mathrm{A}$.