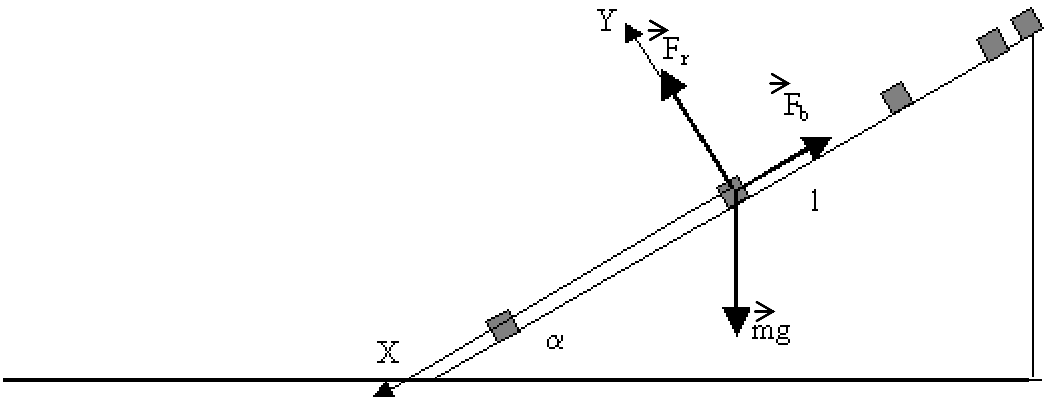
10. klase

1. uzdevuma risinājums

A. Dēļa garums $l \approx 4{,}5$ m. $\sin\alpha = h/l = 2{,}25/4{,}5 = 0{,}5$ $\alpha = 30^0$. (2 punkti)



B. $v_o = 0$ m/s. Tādēļ $s = at^2/2$ un $a = 2s/t^2$

Ja izvēlas t = 2s, veiktais ceļš s = 4m. $a = 2 \cdot 4/2^2 = 2$ m/s^2. (2 punkti)

C. $t = \sqrt{2l/a} = \sqrt{2.4{,}5/2} = 2{,}12$ s. Kastes ātrums $v = at = 2 \cdot 2{,}12 = 4{,}24$ m/s. (2 punkti)

D. Kustības sākumā kastītei ir potenciālā enerģija $W_p = mgh = 20.2{,}25 = 45$ J.

Noslīdot no dēļa kastītei paliek kinētiskā enerģija W_k= $\mathbf{W_k} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{v}^2}{2} = \frac{2 \cdot 4{,}24^2}{2}$ =18 J.

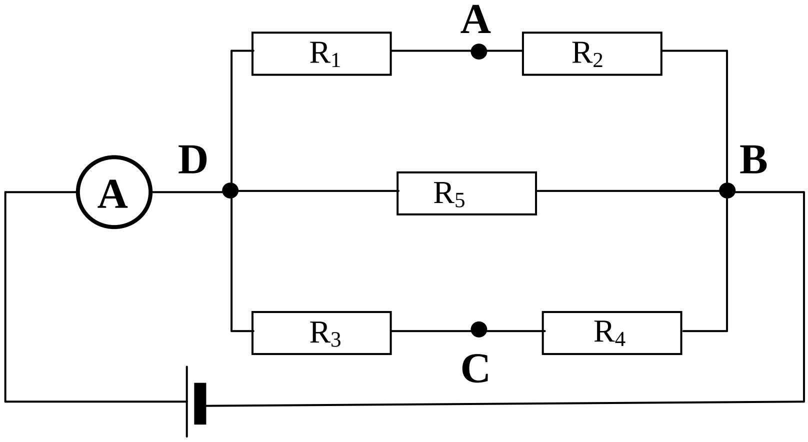
(2 punkti)

E. Kaste apstājas, ja $v_2 = 0$ m/s. Attālums horizontālā virzienā $\mathbf{s} = \frac{\mathbf{v}^2}{2 \cdot \mathbf{a}_2} = \frac{4{,}24^2}{2 \cdot 4}$ = 2,25 m.

(2punkti)

2. uzdevuma risinājums

A. Slēgums simetrisks. Punktiem A un C potenciāli ir vienādi, tāpēc diagonālē AC strāva neplūst un slēgumu var pārzīmēt:



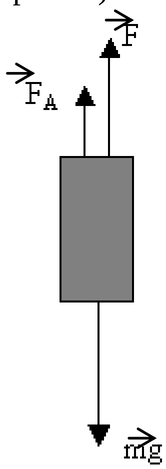
Pretestības $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = \frac{\boldsymbol{\rho} \cdot \mathbf{l}}{\mathbf{S}} = \frac{1{,}1 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}0}{1{,}1 \cdot 10^{-6}}$ = 1,0 Ω. Pretestība $R_5 = 1{,}6$ Ω. Kopējā slēguma pretestība R = 0,615 Ω. Strāvas stiprums I = U/R = 5,2 A (6 punkti)

B. $I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 1{,}6$ A, $I_5 = 2$ A. (2 punkti)

C. Visvairāk sasilst romba posms DB (R_5) caur kuru plūst vislielākā strāva. (2 punkti)

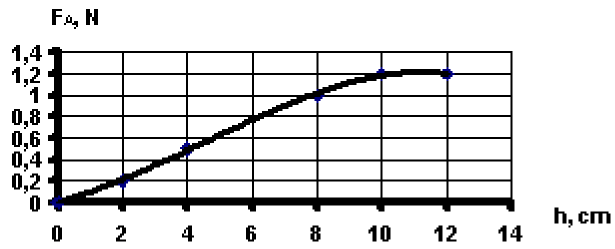
3.uzdevuma risinājums

A. Uz ūdenī iegremdētu ķermeni darbojas spēki: *mg* – smaguma spēks, F_A – Arhimēda spēks un F – spēks, kuru uzrāda dinamometrs. (1 punkts)



B. Ja ķermenis nav iegremdēts ūdenī (h=0) dinamometrs rāda smaguma spēku F = mg = 3,4 N un m = 0,34 kg. (2 punkti)

C. F_A = mg - F. (3 punkti)



D. $F_A=\rho_{\bar{u}d}Vg$ $V=1{,}2.10^{-4}$ m^3. $\rho=m/V$; $\rho\approx2833$ kg/m^3. (2 punkts)

E. $A=F_{vid}h$; F_{vid}=2,8 N; A=0,28 J. (2 punkti)

4. uzdevuma atrisinājums.

Saskaņā ar Arhimēda likumu, peldošs ķermenis izspiež tik daudz ūdens, cik pats sver, tātad, konkrētajā gadījumā – m_0 = 1,0 kg, jeb V= m_0/ρ = 1,0 litrs. (2p)

Ūdens līmeņa augstums $h = (V_0+V)/S$=20 cm. (1p)

Ja lodītes masu apzīmē ar m, tad ledus masa būs m_0-m , m_0= 1.0 kg, ūdens masa - $m_{\bar{u}}$= 2.0 kg. Var uzrakstīt siltuma bilances vienādojumus.

$Q_{piev}=cm_{\bar{u}}(T_1-T_3)$ (1p)

$Q_{atd}=\lambda(m_0-m)+c(m_0-m)(T_3-T_2)+c_{sv}m(T_3-T_2)$ (1p)

Pielīdzinot $Q_{piev}=Q_{atd}$, var izteikt m. m = 0,100 kg (1p)

Ūdens tilpums, kas atrodas traukā, tagad ir $V_{\bar{u}}=V_0+(m_0-m)/\rho$=2,9 l (1p)

Svina lodītes tilpums ir $V_{sv}=m/\rho_{sv}$= 0,0088 l (1p)

Tilpuma izmaiņa $\Delta V = V_o + V - V_{\bar{u}} - V_{sv}$ = 0,0912 litri

Ūdens līmenis būs izmainījies par

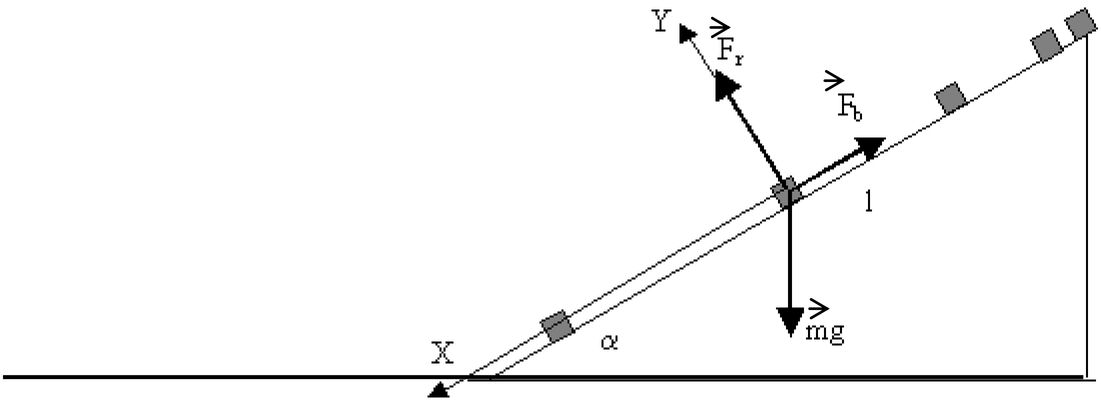
$h=\Delta V/S=(V_0+V-V_0-(m_0-m)/\rho- m/\rho_{sv})/S$ = 0,6 cm (2p)

(Tas ir samazinājies)

11. klase

1. uzdevuma risinājums

A. Dēļa garums $l \approx 4{,}5$ m. $\sin\alpha = h/l = 2{,}25/4{,}5 = 0{,}5$ $\alpha = 30^0$. (1 punkts)



B. $s = at^2/2$ $a = 2s/t^2$

Ja izvēlas t=2s, veiktais ceļš s=4m.

$a = 2\cdot 4/2^2 = 2$ m/s^2. (2 punkti)

C. $t = \sqrt{2l/a} = \sqrt{2.4{,}5/2} = 2{,}12$ s. Kastes ātrums $v = at = 2\cdot 2{,}12 = 4{,}24$ m/s. (2 punkti)

D. Kustības sākumā kastītei ir potenciālā enerģija W_p= mgh = 20.2,25 = 45 J.

Noslīdot no dēļa kastītei paliek kinētiskā enerģija W_k= $\mathbf{W_k} = \frac{\mathbf{m}\cdot\mathbf{v}^2}{2} = \frac{2\cdot 4{,}24^2}{2}$ =18 J.

(1 punkts)

E. $mg_x - \mu mg_y = ma$ (otrais Ņūtona likums).

$mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma$, no kurienes

$\mu = (g\sin\alpha - a)/(g\cos\alpha)$

$\mu = (10.0{,}5-2)/(10.0{,}866) = 0{,}346$. (2 punkti)

F. Uz horizontālās virsmas. Berzes spēks $F_{b2} = \mu_2 . F_{r2} = \mu mg$ piešķir bremzējošo paātrinājumu $a_2 = \mu_2 g = 0{,}2\cdot 10 = 2$ m/s^2. Kastes veiktais attālums horizontālā virzienā

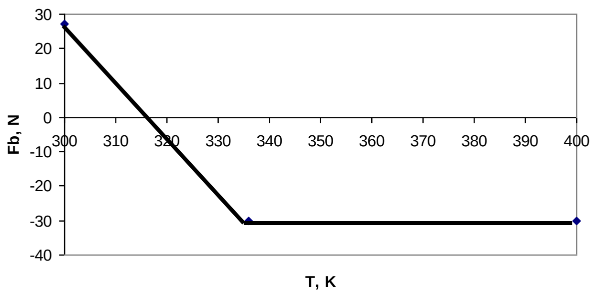
$\mathbf{s} = \frac{\mathbf{v}^2}{2\cdot\mathbf{a}_2} = \frac{4{,}24^2}{2\cdot 2} = 4{,}5$ m (2 punkti)

2. uzdevuma risinājums

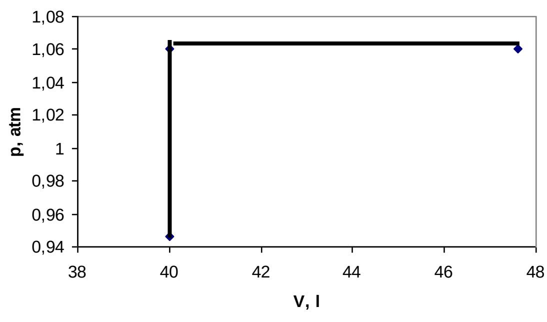
A. Mendeļejeva – Klapeirona vienādojums $pV = mRT/M$. Gaisa tilpums cilindrā $V_1 = S\cdot L$ = $= 0{,}040$ m^3 = 40 litri. Spiediens cilindrā $p_1 = mRT/(MV) = 9{,}46\cdot 10^4$ Pa. $P_1 < p_o$. Atmosfēra spiež virzuli ar lielāku spēku nekā gaiss. Berzes spēks $F_{b1} = (p_o - p_1)S = 27$ N vērsts x ass virzienā.(2p)

B. Lai virzulis sāktu slīdēt, spiedienam cilindrā jākļūst $p_2 = p_o + F_b\cdot S = 1{,}06\cdot 10^5$ Pa. Tas ir izohorisks process – $p_1/T_1 = p_2/T_2$. Izsakot $T_2 = p_2 T_1/p_1 = 336$ K. (1p)

C. (2p)



D. (2p)



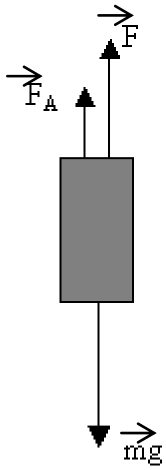
Sildot no 336 K līdz 400 K izobārisks process $V_2/T_2 = V_3/T_3$. Tilpums V3 = 47,6 litri.
E. $A = A_1 + A_2$. $A_1 = 0$ J – izohorisks process. $A_2 = p_2(V_3 - V_2) = mR(T_3 - T_2)/M = 807$ J. (1p)

F. Pirmais termodinamikas likums $Q = \Delta U + A$. $\Delta U = \frac{5}{2}\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{M}}\mathbf{R}(\mathbf{T}_3 - \mathbf{T}_1)$ = 3,15 kJ. Pievadītais siltuma daudzums Q = 3,15 + 0,81 = 3,96 kJ. (2p)

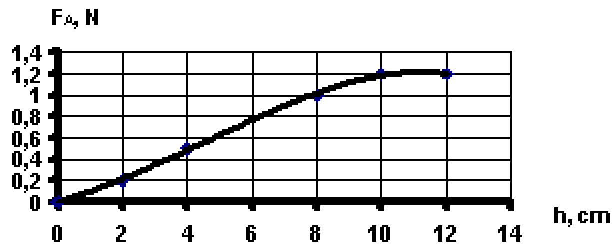
3. uzdevuma risinājums

A. Pēc impulsa saglabāšanas likuma $mv_0 = (m+M)v$ v = 2 m/s. (2p)
B. $Q_1 = mv_0^2/2 - (m+M)v^2/2$ $Q_1 = 31{,}2$ J. (1p)
C. Pēc otrā Ņūtona likuma $F = (M+m)a$, kur $F = \mu(M+m)g$, no šejienes kastītes paātrinājums $a = \mu g$. $a = 2$ m/s^2. $v_1 = v - at$ un $l = v_1t - at^2/2$. t = 0,135 s un $v_1 = 1{,}73$ m/s. (2p)
D. $s = v_1t_1$ un $H = gt_1^2/2$ $t_1 = 0{,}4$ s un s = 0,69 m. (2p)
E. Pēc enerģijas saglabāšanas likuma $Mv_2^2/2 = Mv_1^2/2 + MgH$ $v_2 = 4{,}36$ m/s.
$v_1/v_2 = \cos\alpha$ $\cos\alpha = 1{,}73/4{,}36$ $\alpha = 67^0$. (3p)

4. uzdevuma risinājums
A. Uz ūdenī iegremdētu ķermeni darbojas spēki: *mg* – smaguma spēks, F_A – Arhimēda spēks un F – spēks, kuru uzrāda dinamometrs.



Ja ķermenis nav iegremdēts ūdenī (h=0) dinamometrs rāda smaguma spēku F = mg = 3,4 N un m = 0,34 kg. (2 punkti)
B. $F_A = mg - F$. (3 punkti)



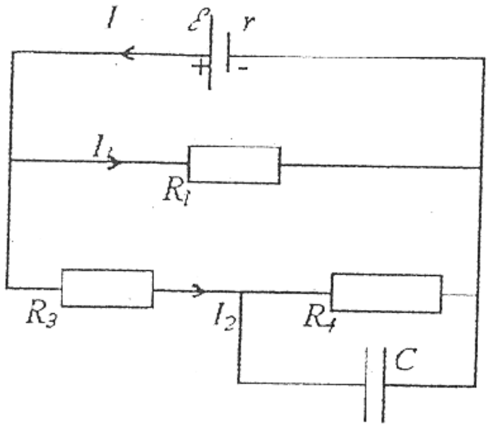
C. $F_A = \rho_{ūd}Vg$ $V = 1{,}2.10^{-4}$ m^3. $\rho = m/V$; $\rho \approx 2833$ kg/m^3. (2 punkti)
D. $A = F_{vid}h$; $F_{vid} = 2{,}8$ N; A = 0,28 J. (2 punkti)
E. $a = F/m = (mg - F_A)/m$; $a \approx 6{,}5$ m/s^2. (1 punkti)

12. klase

2. uzdevuma atrisinājums

1. gadījums – slēdzi ciet.

Pēc kondensatora uzlādēšanās jāaplūko šāda ķēde:



Ķēdes ārējā pretestība $R_a = \dfrac{(\mathbf{R}_3 + \mathbf{R}_4) \cdot \mathbf{R}_1}{\mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_3 + \mathbf{R}_4} = 60\ \Omega$

Pēc Oma likuma

$$I = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{R_a} + \mathbf{r}} = \frac{21}{60 + 10} = 0{,}3\mathbf{A}$$

$$\begin{cases} \mathbf{I} = \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 \\ \mathbf{I}_1 = 1{,}5\mathbf{I}_2 \end{cases}$$

Tādēļ $\boldsymbol{I_2}$ **= 0,12 A**

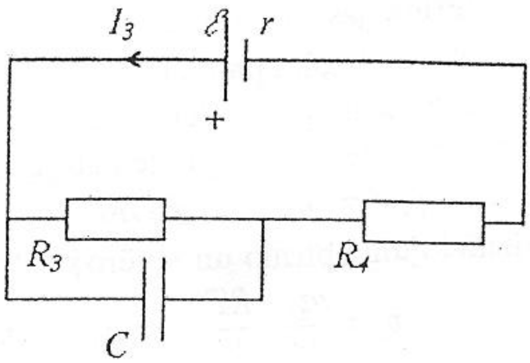
un $\boldsymbol{U_4 = I_2 R_4} = 12\text{V}$. $U_C = U_4$.

Kondensatora lādiņš

$q_1 = CU_4 = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 12 = 12$ mC.

2.gadījums – slēdzis vaļā.

Pēc kondensatora uzlādēšanās aplūkojama šāda ķēde:



Ķēdes ārējā pretestība $R_v = R_3 + R_4 = 150\ \Omega$, bet ķēdē plūstošās strāvas stiprums:

$\mathbf{I}_3 = \dfrac{\mathbf{E}}{\mathbf{R}_v + \mathbf{r}} = \dfrac{21}{150 + 10} = 0{,}13$ A. Spriegums $U_C = U_3 = I_3 \cdot R_3 = 0{,}13 \cdot 50 = 6{,}5$ V.

Kondensatora lādiņš:

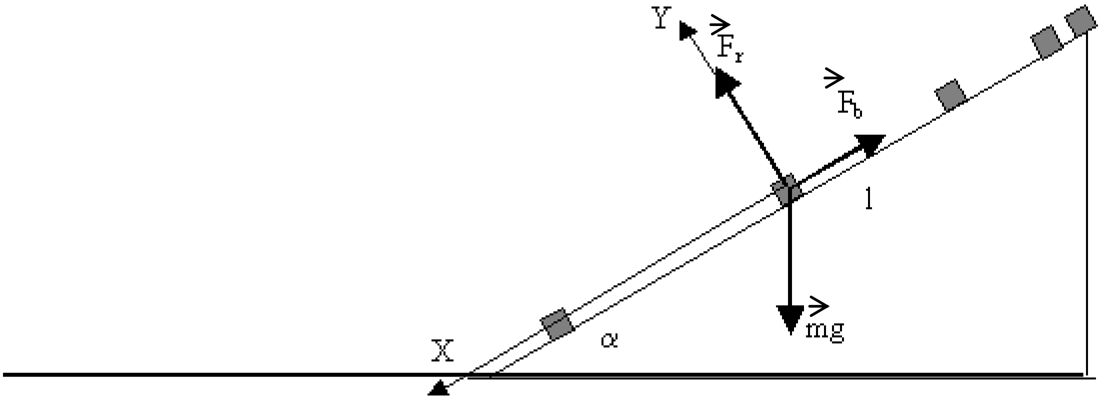
$q_2 = C \cdot U_3 = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 6{,}5 = 6{,}5$ mC.

Jāievēro, ka kondensatora polaritāte ir mainījusies.

$q = q_1 + q_2 = 12 + 6{,}5 = 18{,}5$ mC.

2. uzdevuma risinājums

A. Dēļa garums $l \approx 4,5$ m. $\sin\alpha = h/l = 2,25/4,5 = 0,5$ $\alpha = 30^0$. (1 punkts)



B. $s = at^2/2$ $a = 2s/t^2$
Ja izvēlas t=2s, veiktais ceļš s=4m.
$A = 2\cdot4/2^2 = 2$ m/s^2. (2 punkti)

C. $t = \sqrt{2l/a} = \sqrt{2.4,5/2} = 2,12$ s. Kastes ātrums $v = at = 2\cdot2,12 = 4,24$ m/s. (2 punkti)

D. Kustības sākumā kastītei ir potenciālā enerģija $W_p = mgh = 20.2,25 = 45$ J.

Noslīdot no dēļa kastītei paliek kinētiskā enerģija W_k= $\mathbf{W_k} = \frac{\mathbf{m}\cdot\mathbf{v}^2}{2} = \frac{2\cdot4,24^2}{2}$ =18 J.

(1 punkts)
E. $mg_x - \mu mg_y = ma$ (otrais Ņūtona likums).
$mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma$, no kurienes
$\mu = (g\sin\alpha - a)/(g\cos\alpha)$
$\mu = (10.0,5-2)/(10.0,866) = 0,346$. (2 punkti)

F. Uz horizontālās virsmas. Berzes spēks $F_{b2} = \mu_2 \cdot F_{r2} = \mu mg$ piešķir bremzējošo paātrinājumu $a_2 = \mu_2 g = 0,2\cdot10 = 2$ m/s^2. Kastes veiktais attālums horizontālā virzienā

$$\mathbf{s} = \frac{\mathbf{v}^2}{2\cdot\mathbf{a}_2} = \frac{4,24^2}{2\cdot2} = 4,5 \text{ m} \qquad \text{(2 punkti)}$$

3. uzdevuma risinājums

A. Elektriskais lauks veic darbu $A = q\cdot U$ un piešķir lādētai daļiņai kinētisko enerģiju $\mathbf{W_k} = \frac{\mathbf{mv}^2}{2}$.

Potenciālu starpība, kas paātrina lādēto daļiņu $U = \frac{\mathbf{mv}^2}{2\mathbf{q}}$. Elektronu paātrina $U_e = 2,8$ V, bet protonu - $U_p = 5,2$ kV.

B. Magnētiskajā laukā daļiņa ielido ar ātrumu v. Lorenca spēka $F_L = qvB$ iedarbībā daļiņa sāk kustēties pa riņķa līniju, kuras rādiuss R. Tā kā Lorenca spēks piešķir centrtieces paātrinājumu, tad $qvB = mv^2/R$, no kurienes $\mathbf{R} = \frac{\mathbf{mv}}{\mathbf{qB}}$. Elektrona trajektorijas liekuma rādiuss $R_e = 5,7\cdot10^{-4}$ m.

Protona trajektorijas liekuma rādiuss $R_p = 1,04$ m.

a) $R_e << L$, tāpēc elektrons veiks pusriņķi magnētiskajā laukā laikā $t_1 = \pi R_e/v = 1.8\cdot10^{-9}$ s = =1,8 ns. Elektriskā lauka spēks $F = qE$ iedarbībā elektrons iegūst paātrinājumu $a = qE/m = 1{,}76\cdot10^{12}$ m/s^2. Elektriskajā laukā elektrons kustās palēnināti laika intervālā $t_2 = \dfrac{\mathbf{v}}{\mathbf{a}} = 5{,}7\cdot10^{-7}$ s, apstājas un sāk paātrinātu kustību magnētiskā lauka virzienā un sasniedz magnētisko lauku ar sākotnējo ātrumu 1 Mm/s. Pēc tam aplūkotais process atkārtojas. Šī procesa ilgums $t_o = 2t_2 + t_1 =$ 1,14 μs.

b) $R_p > L$, tādēļ protons veiks loku magnētiskajā laukā un izlidos. $\sin\alpha = L/R_p = 0{,}6$. Protona nolieces leņķis $\alpha = 37^o = 0{,}643$ rad. Protons nolidos loku, kura garums $l = \alpha\cdot R = 0{,}64$ m. Protona kustības laiks magnētiskajā laukā $t = l/v = 0{,}64$ μs.

C. a) Elektrons b) Protons

4. uzdevuma atrisinājums.

Svārstības ir harmoniskas, ja atgriezējspēks ir proporcionāls novirzei. (1p)
Parādīsim, ka šajā gadījumā tas tiešām tā ir.
Kamēr pludiņš atrodas līdzsvarā, tā smaguma spēku kompensē Arhimēda spēks. Pludiņam novirzoties vertikāli par attālumu x, Arhimēda spēks izmainās par lielumu $F = \rho g\Delta V = \rho gSx$, (2p)
kas arī mēģina atgriezt pludiņu stacionārajā stāvoklī un no 2. Ņutona likuma $ma + \rho gsh = 0$. Viegli redzēt, ka spēks patiešām ir proporcionāls novirzei ar proporcionalitātes koeficientu $k = \rho gS$ (S – pludiņa šķērsgriezuma laukums). (1p)
Pludiņa svārstību periodu viegli aprēķināt pēc formulas

$\mathbf{T} = 2\cdot\boldsymbol{\pi}\cdot\sqrt{\dfrac{\mathbf{m}}{\mathbf{k}}} = 2\boldsymbol{\pi}\sqrt{\dfrac{\mathbf{m}}{\boldsymbol{\rho}\cdot\mathbf{S}\cdot\mathbf{g}}} = 2\boldsymbol{\pi}\sqrt{\dfrac{\boldsymbol{\rho}_\mathbf{p}\mathbf{Sh}}{\boldsymbol{\rho}_\mathbf{u}\mathbf{Sg}}} = 2\boldsymbol{\pi}\sqrt{\dfrac{\boldsymbol{\rho}_\mathbf{p}\mathbf{h}}{\boldsymbol{\rho}_\mathbf{u}\mathbf{g}}} \approx 0{,}3$ s. Lai pludiņš būtu stabils, tā smaguma centram jāatrodas zem ūdens līnijas. $\rho_p \geq 0{,}5\rho_u$. (2p)

Viļņu izplatīšanās ātrums ūdenī: $v = \dfrac{\lambda}{T} = 1\dfrac{m}{s}$ (2p)
Ja pludiņš būtu lodveida, tad svārstības **nebūtu harmoniskas**, jo atgriezējspēks nebūtu proporcionāls novirzei: $\dfrac{F}{x} = \rho g\dfrac{\Delta V}{x} \neq const$ (2p)