

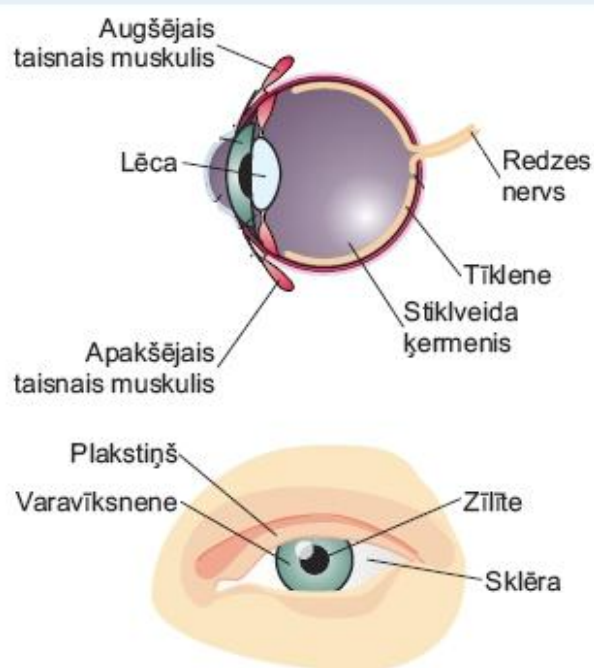
## Fizikas valsts 65. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 12. klasei

### 12 – 1 Acs optika

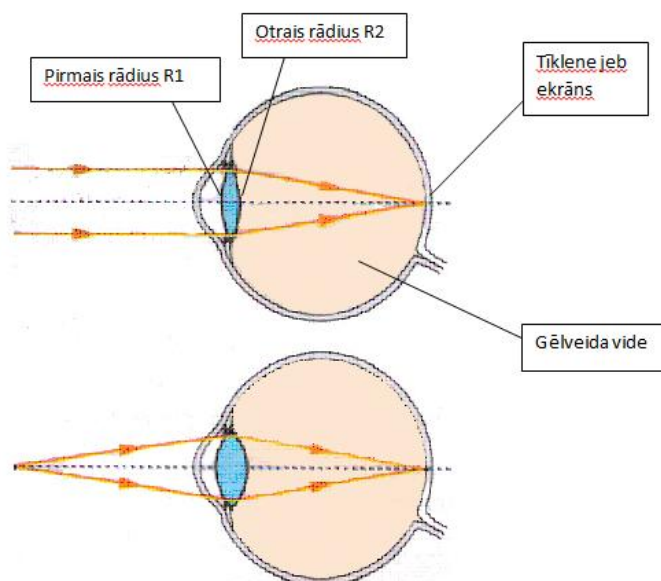
Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Acs uzbūve ir ļoti komplicēta un pat kvalitatīva acs fizikālo procesu aprakstīšana ir sarežģīta. Ieviešot vienkāršotus modeļus, var apskatīt acs darbības principus un noteikt dažādus raksturlielumus. Šajā uzdevumā izmantosim sekojošus faktus:

- Acs forma ir lodveida. Acs diametrs  $d \approx 2,4$  cm.
- Acs priekšpusē atrodas lēca (skat. attēlu), kas krītošo gaismu fokusē uz tīklenes acs iekšpusē.
- Lai acs spētu mainīt fokusa attālumu, tā ar muskuļu palīdzību izmaina lēcas rādusus.
- Zīlīte regulē acī krītošās gaismas daudzumu jeb apgaismojumu.
- Uz tīklenes atrodas gaismas fotoreceptori, kas spēj uztvert krītošo gaismu. Normālai redzei fokusa attālumam jābūt tādā, lai krītošā gaisma tiktu fokusēta uz tīklenes.
- Acs iekšpuse ir pildīta ar gēlveida jeb želejveida šķidrumu.
- Attālums no lēcas līdz tīklei acī  $L = 1,7$  cm.



Tālāk uzdevumā apskatīsim vienkāršotu modeli (skat. attēlu): lodveida formas acs ar diametru  $d$ , kurā ir viena lēca ar diviem liekuma rādiusiem ( $R1$  un  $R2$ ), tīklene jeb ekrāns, zīlīte.





Tad viņš paspēra soli pa kreisi (punktā B) un nolasīja mērījumu: viņš atrada to punktu uz skalas, kur to krustoja taisne, kas savienoja Pēteri un priekšmetu. Tad viņš paspēra soli uz priekšu (punkts C) un vēlreiz nolasīja mērījumu. Izrādījās, ka šo abu mērījumu attiecība ir tieši 3. Tādēļ priekšmets, kad Pēteris atradās punktā A, atradās  m attālumā no Pētera. (1 p)

7. Pieņemsim, ka acs gēlveida vides gaismas laušanas koeficients ir vienāds ar gaismas laušanas koeficientu gaisā ( $n = 1$ ). Acs fokusa attālums  $F = 1,7$  cm. Zināms, ka acs lēcas rādiusi  $R_1 = 6$  mm un  $R_2 = -8$  mm (mīnus zīme  $R_2$  priekšā nozīmē, ka otrās lēcas liekuma centrs atrodas pirms lēcas). Sakarība, kas apraksta lēcas optisko stiprumu  $D$  atkarībā no vides, kurā lēca atrodas, lēcas materiāla un liekuma rādiusiem ir sekojoša:

$$D = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

kur  $n_2$  - gaismas laušanas koeficients lēcā,  $n_1$  - gaismas laušanas koeficients vidē, kurā atrodas lēca.

Gaismas laušanas koeficients lēcā  $n_2 =$  . (1 p)

8. Pētera māsa Anna apgalvoja, ka ziemā viņa redzot labāk nekā vasarā un ziemā viņai nevajagot nēsāt brilles, jo viņa redzot izcili. Pēteris zināja, ka gaismas laušanas koeficients atkarībā no temperatūras mainās pavisam nedaudz. Tādēļ viņš iedomājās, ka šīs gaismas laušanas koeficienta izmaiņas varētu radīt lēcas saraušanās aukstajā laikā, t.i., acs lēcas liekuma rādiusu izmaiņas.

Pieņemsim, ka lēca saraujas tā, ka abi tās liekuma rādiusi samazinās  $k$  reižu. Lai lēcas optiskais stiprums palielinātos no 50 dioptrijām uz 53 dioptrijām, lēcas rādiusiem būtu jāsamazinās  $k =$   reižu. (1 p)

9. Zināms, ka lineārais termiskās izplešanās koeficients lēcas materiālam ir  $\alpha = 6,9 \times 10^{-5}$  1/K. Lai Annas acs lēcas optiskais stiprums, kura sākotnējā vērtība ir 50 dioptrijas, palielinātos par 0,50 dioptrijām (**šī vērtība nav saistīta ar iepriekšējā jautājumā aprēķinātajām vērtībām**), tad lēcas temperatūrai jāsamazinās par  $\Delta T =$   K. (1 p)

10. Vai temperatūras svārstības ir ticams pamatojums tam, ka Anna ziemā spēj labāk redzēt? (1 p)

- Jā, ir ticams
- Nē, nav ticams
- Nav iespējams pateikt no dotajiem lielumiem

## 12 – 2 Nosēšanās uz komētas

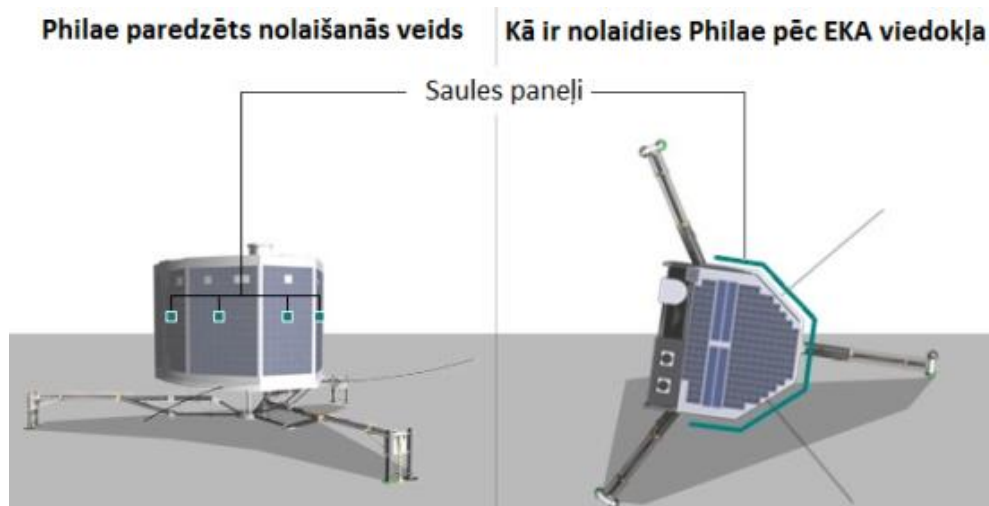
Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

2014. gada 12. novembrī Rosetta misijas ietvaros zonde "Rosetta", kas tika palaista 2003. gadā un nolidoja vairāk nekā 6 miljardus kilometru, pietuvojās komētai pietiekami tuvu, lai pirmo reizi cilvēces vēsturē nosēdinātu nolaižamo aparātu "Philae" uz komētas virsmas.

Nolaižamā aparāta masa  $m$  ir 100 kg. Tas atvienojās no zondes "Rosetta" 22,5 km attālumā no komētas virsmas. Nolaišanās process ilga aptuveni 7 stundas, bet nenostādāja aparāta harpūnas un uz augšu virzīts reaktīvais dzinējs, kuriem vajadzēja "Philae" noturēt pie komētas virsmas. "Philae" atsitās no komētas virsmas ar vertikālo ātruma komponenti  $v = 0,38$  m/s un aizlidoja uz augšu 1 kilometra augstumā.

Šajā uzdevumā aplūkosim dažas ar šo unikālo misiju un tās likteni saistītās problēmas.

Risinot pieņemiet, ka brīvās krišanas paātrinājums uz Zemes ir  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>, gravitācijas konstante  $G = 6,7 \times 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>, Saules masa  $2,0 \times 10^{30}$  kg, attālums no komētas līdz Saulei ir 3 AU, kur 1 AU (astronomiskā vienība, kas aptuveni atbilst attālumam no Zemes līdz Saulei) ir vienāda ar  $1,5 \times 10^{11}$  m.



1. Ja līdzīgi notikumi norisinātos uz Zemes, aparāts, ja tas atsistos ar vertikālu ātruma komponenti 0,38 m/s, uzlidotu  mm augstumā. Savukārt no 1 km augstuma aparāts, kura sākuma ātruma vertikālā komponente vienāda ar 0, kristu līdz Zemes virsmai  s ilgi (gaisa pretestību aprēķinos neņem vērā, pieņem, ka sadursme notiek absolūti elastīgi!). (2 p)

2. Atgriezoties pie notikumiem uz komētas un pieņemot, ka visu nolaižamā aparāta krišanas laiku uz to darbojas nemainīgs brīvās krišanas paātrinājums  $g_{\text{eff}}$ , iegūstam, ka  $g_{\text{eff}}$  vienāds ar  mm/s<sup>2</sup>. (1 p)

3. Pieņemsim, ka brīvās krišanas paātrinājums pie komētas virsmas ir 0,080 mm/s<sup>2</sup> (šī vērtība nesakrīt ar iepriekšējā uzdevumā atrasto!). Pieņemot, ka komēta ir lode ar diametru  $D = 4$  km, var novērtēt, ka komētas masa ir ar kārtu (1 p)

- $10^8 - 10^9$  kg
- $10^{10} - 10^{11}$  kg
- $10^{11} - 10^{12}$  kg
- $10^{12} - 10^{13}$  kg
- $10^{13} - 10^{14}$  kg

4.  $F_1$  atbilst pievilkšanās spēkam starp Sauli un komētu,  $F_2$  atbilst pievilkšanās spēkam starp "Philae" aparātu un komētu, brīdī, kad "Philae" atrodas komētas virsmas tuvumā, bet  $F_3$  atbilst pievilkšanās spēkam starp "Philae" aparātu un Saule brīdī, kad "Philae" atrodas komētas virsmas tuvumā. Kurā no atbildēm spēki ir pareizi sakārtoti? (1 p)

- $F_1 < F_2 < F_3$
- $F_1 < F_3 < F_2$
- $F_2 < F_1 < F_3$
- $F_2 < F_3 < F_1$
- $F_3 < F_1 < F_2$
- $F_3 < F_2 < F_1$

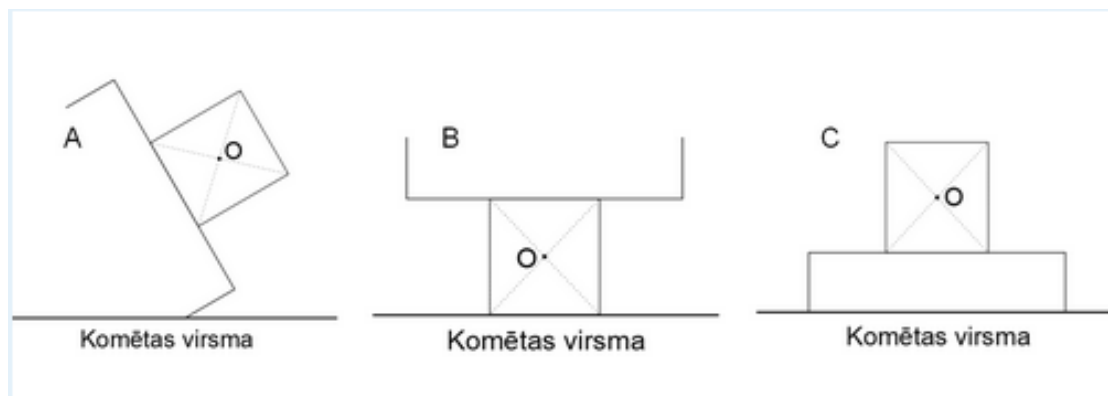
Pieņemsim, ka brīvās krišanas paātrinājums pie komētas virsmas ir  $0,080 \text{ mm/s}^2$ .

5. Nolaizamā aparāta nosēšanās laikā "Philae" atsītas vēl vienu reizi pret komētas virsmu un tad apstājās tādā stāvoklī, kas traucēja aparātam darboties tā, kā bija paredzēts.

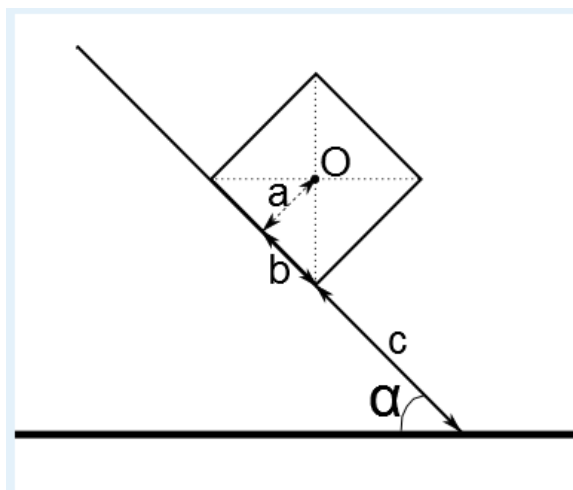
Aplūkosim vienkāršotu piezemēšanās modeli. Attēlā A ir redzams nolaizamais aparāts, kas nosēdies uz komētas virsmas. Ar laužto līniju ir attēlotas kājas jeb balsti, uz kuriem vajadzēja nolaisties aparātam, ar četrstūri ir attēlots aparāta galvenais bloks, kura masas centrs atrodas punktā O. Pieņemsim, ka balstu masa ir daudz mazāka nekā galvenā bloka masa.

Pieņemsim, ka "Philae" atrodas miera stāvoklī un tā kājas neslīd pa komētas virsmu. Kas notiks ar aparātu uzzīmētajā situācijā? Process notiek ar nelieliem enerģijas zudumiem. (0.5 p)

- Paliks šajā pašā stāvoklī (attēls A)
- Nokritīs kājām gaisā (attēls B)
- Nolaidīsies uz komētas kā paredzēts (attēls C)



6. Vienkāršosim modeli vēl vairāk, pieņemot, ka kāju galiem ir mazi izmēri. Ja attēlā norādītie izmēri  $a = 0,2 \text{ m}$ ,  $b = 0,15 \text{ m}$ ,  $c = 0,35 \text{ m}$  un zināms, ka "Philae" atrodas nestabilā (labilā) līdzsvara stāvoklī, tad leņķis  $\alpha = \boxed{\phantom{000}}$  grādi. (1.5 p)



7. Pēc neveiksmīgās nolaišanās "Philae" fotoelementi tagad vienā komētas diennakts ciklā atrodas ēnā ilgāk, nekā tas bija paredzēts. Zinot, ka aparāta darbības pirmās 60 stundas nodrošināja primārā 1000 vatstundu baterija, kura, veicot mērījumus, tika pilnīgi nosēdināta, var secināt, ka vidējā jauda, kas ir nepieciešama, lai darbinātu "Philae" sistēmas ir  $P_1 = \boxed{\phantom{00000}}$  W. (0.5 p)

Kad enerģija primārajā baterijā beidzās, "Philae" sāka izmantot sekundāro 140 vatstundu akumulatoru, kuru var uzlādēt ar saules paneļu elektroenerģiju. Saules baterijas paneļu ražotā vidējā jauda, atrodoties 3 AU attālumā no Saules, ir  $P_b = 32$  W. Pilnībā izlādētā sekundāra "Philae" baterija, ja uzlādēšanas laikā darbosies zondes sistēmas, kuras kopumā patērē  $P_2 = 16$  W no saražotās jaudas, uzlādēsies  $t = \boxed{\phantom{00000}}$  stundu laikā. (0.5 p)

8. Saules baterijas paneļu ražotā vidējā jauda, atrodoties 3 AU attālumā no Saules, ir  $P_b = 32$  W. Pieņemsim, ka sekundārās baterijas uzlādēšanas laiks ir 9,5 stundas (**Šī vērtība nesakrīt ar iepriekšējā jautājumā izrēķināto!**). Ja sekundārās baterijas lādēšanai tiek patērēti 25% no saņemtās gaismas enerģijas, tad kopējais uz saules paneļiem krītošās gaismas enerģijas daudzums ir  $E_{\text{Saule}} = \boxed{\phantom{00000}}$  kWh. (1 p)

9. Saules paneļi ražo elektrību arī "Rosetta" zondei, turklāt zondes izmēri ļāva uzstādīt paneļus ar lielāku virsmas laukumu un attiecīgi lielāku elektrības ražotspēju nekā tas ir nolaižamajam aparātam.

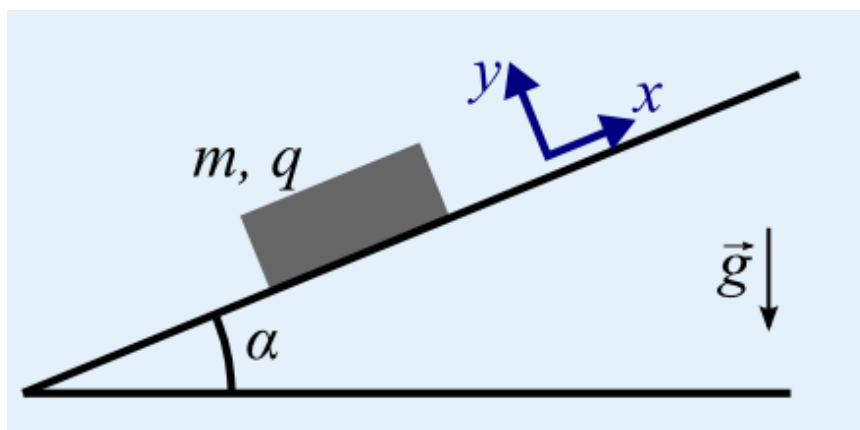
Uz zondes novietoti 10 saules paneļi, kuru lietderības koeficients ir 25%. Šie saules paneļi uzlādē 10 Ah bateriju, kas nodrošina 28 V spriegumu zondes vajadzībām. Tātad pilnīgi uzlādētā baterijā tiek uzkrāta enerģija  $\boxed{\phantom{00000}}$  MJ. Katra paneļa laukums ir  $6,1875 \text{ m}^2$ , bet katra saules baterijas elementa, no kuriem sastāv panelis, izmēri ir 62,05 mm x 37,7 mm. Pieņemsim, ka elementi ir izvietoti uz paneļa tā, ka tiek izmantota visa paneļa virsma. Tātad uz viena paneļa atrodas  $\boxed{\phantom{00000}}$  elementi.

Pieņemsim, ka visa enerģija, kas netiek pārvērsta elektriskajā enerģijā, izdalās kā siltumenerģija. Pilnībā uzlādējot bateriju no nulles līmeņa, vienā saules baterijas elementā izdalīsies  $\boxed{\phantom{00000}}$  J siltuma. (1 p)

## 12 – 3 Lādēts ķermenis uz slīpās plaknes

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Uz slīpās plaknes, kas veido leņķi  $\alpha = 30^\circ$  ar horizontu, novietots ķermenis ar masu  $m = 2$  g (sk. attēlu). Ķermenis tiek uzlādēts ar lādiņu  $q = 1 \cdot 10^{-6}$  C. Slīpā plakne ir izgatavota no koka un tā neizmaina ķermeņa lādiņu. Slīpās plaknes polarizāciju neievērot. Brīvās krišanas paātrinājums  $9,8 \text{ m/s}^2$ .



1. Zināms, ka, nedaudz palielinot leņķi  $\alpha$ , ķermenis sāks slīdēt uz leju. Ja telpā nav uzlikts ne elektriskais, ne magnētiskais lauks, tad berzes koeficients ir  $\mu = \boxed{\phantom{00}}$  un virsmas reakcijas spēks ir

$F_r = \boxed{\phantom{00}}$  mN. (1 p)

2. Telpā ir uzlikts homogēns ārējais elektriskais lauks. Pieņemsim, ka berzes koeficients  $\mu = 0,62$  (šī vērtība atšķiras no iepriekšējā uzdevuma punktā aprēķinātās!).

Ķermenis sāks slīdēt uz leju, ja elektriskais lauks ir vērsts

- - x
- + x

virzienā un tā intensitātes modulis ir  $\boxed{\phantom{00}}$  N/C. (1 p)

3. Telpā ir uzlikts homogēns ārējais elektriskais lauks. Pieņemsim, ka berzes koeficients  $\mu = 0,62$ . Ķermenis sāks slīdēt uz leju, ja elektriskais lauks ir vērsts

- + y
- - y

virzienā un tā intensitātes modulis ir  $\boxed{\phantom{00}}$  N/C. (1 p)

4. Telpā ir uzlikts homogēns ārējais elektriskais lauks. Pieņemsim, ka berzes koeficients  $\mu = 0,62$ . Ķermenis sāks slīdēt pa slīpo plakni uz augšu, ja elektriskais lauks ir vērsts

- + x
- - x
- - y
- + y

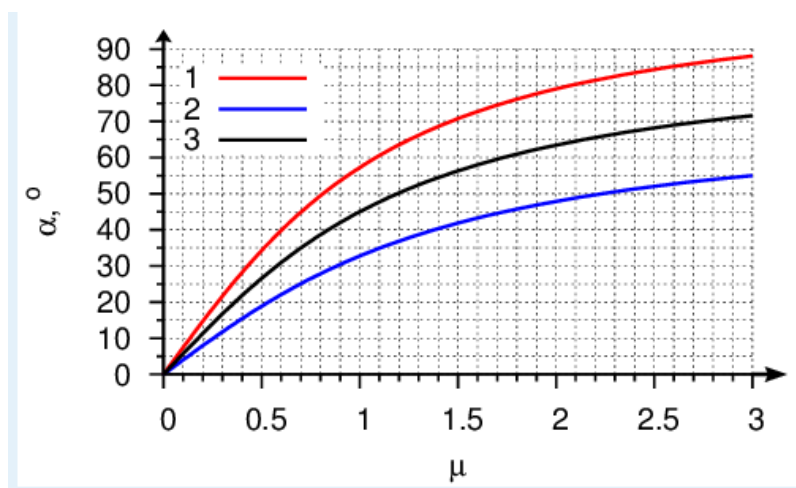
virzienā un tā intensitātes modulis ir  $\boxed{\phantom{00}}$  kN/C. (1 p)

5. Grafikā ir parādīts leņķis, pie kura sāksies ķermeņa slīdēšana uz leju, atkarībā no berzes koeficienta. Ja līkne 3 atbilst gadījumam  $E_x = 0, E_y = 0$ , tad līkne 1 atbilst gadījumam (0.5 p)

- $E_x > 0, E_y = 0$
- $E_x < 0, E_y = 0$
- $E_x = 0, E_y > 0$
- $E_x = 0, E_y < 0$

savukārt līkne 2 atbilst gadījumam (0.5 p)

- $E_x > 0, E_y = 0$
- $E_x < 0, E_y = 0$
- $E_x = 0, E_y > 0$
- $E_x = 0, E_y < 0$

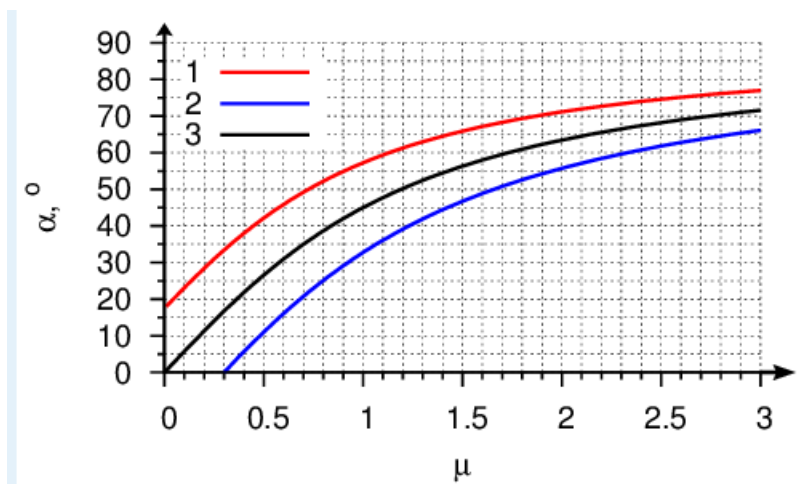


6. Grafikā ir parādīts leņķis, pie kura sāksies ķermeņa slīdēšana uz leju, atkarībā no berzes koeficienta. Ja līkne 3 atbilst gadījumam  $E_x = 0, E_y = 0$ , tad līkne 1 atbilst gadījumam (0.5 p)

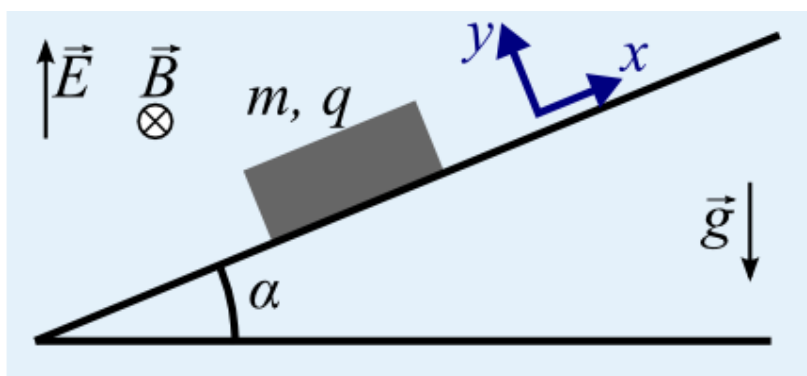
- $E_x > 0, E_y = 0$
- $E_x < 0, E_y = 0$
- $E_x = 0, E_y > 0$
- $E_x = 0, E_y < 0$

savukārt līkne 2 atbilst gadījumam (0.5 p)

- $E_x > 0, E_y = 0$
- $E_x < 0, E_y = 0$
- $E_x = 0, E_y > 0$
- $E_x = 0, E_y < 0$



7. Telpā ir uzlikts homogēns ārējais magnētiskais lauks, skat. attēlu. Ārējais elektriskais lauks vērsts vertikāli augšup, turklāt elektriskā lauka spēks kompensē 99% no ķermeņa smaguma spēka. Leņķis  $\alpha = 35^\circ$  un berzes koeficients  $\mu = 0,6$ , un ķermenis sāk slīdēt uz leju. Uzskatīt, ka slīpā plakne ir pietiekami gara.



Ķermenim slīdot uz leju, uz to darbosies Lorenca spēks

- + x
- - x
- + y
- - y

virzienā.

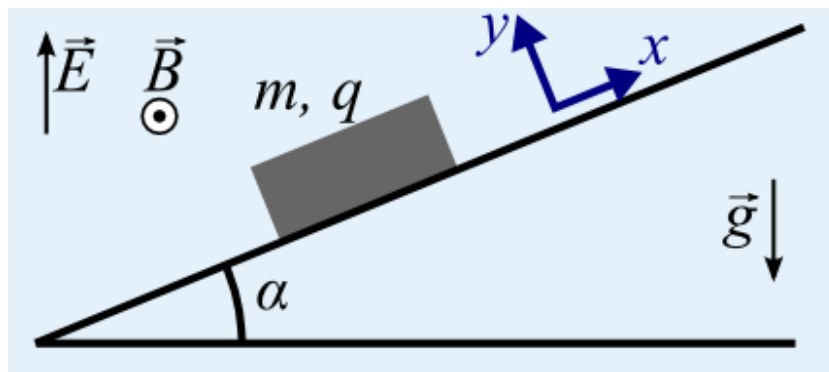
Zināms, ka pēc pietiekami ilga laika ķermenis kustēsies vienmērīgi ar ātrumu  $v = 10 \text{ m/s}$ . Šajā gadījumā magnētiskā lauka indukcija  $B = \boxed{\phantom{00000}} \text{ T}$ . (1 p)

8. Ja magnētiskā lauka indukciju palielinās divas reizes, tad pēc pietiekami ilga laika ķermeņa kustība būs (0.5 p)

- vienmērīga ar ātrumu  $v$
- vienmērīga ar ātrumu  $v/2$
- vienmērīga ar ātrumu  $2v$
- vienmērīgi paātrināta
- ķermenis apstāsies



9. Telpā ir uzlikts homogēns ārējais magnētiskais lauks, skat. attēlu. Ārējais elektriskais lauks vērsts vertikāli augšup, turklāt elektriskā lauka spēks kompensē 99% no ķermeņa smaguma spēka. Leņķis  $\alpha = 35^\circ$  un berzes koeficients  $\mu = 0,6$ , un ķermenis sāk slīdēt uz leju. Uzskatīt, ka slīpā plakne ir pietiekami gara.



Ķermenim slīdot uz leju, uz to darbosies Lorenca spēks

- + x
- - x
- + y
- - y

virzienā.

Ķermeņa ātrums, pie kāda tas atrausies no slīpās plaknes, ir  $v = 10$  m/s. Šajā gadījumā magnētiskā lauka indukcija  $B = \boxed{\phantom{0000}}$  T. (1 p)

10. Ja magnētiskā lauka indukciju palielinās divas reizes, tad atrašanās notiks pie ātruma (0.5 p)

- v
- v/2
- 2v
- ķermenis nespēs atrauties

11. Ķermeņa kustība pēc atrašanās pēc pietiekami ilga laika būs (1 p)

- horizontāla
- vertikāla
- + x virzienā
- - x virzienā
- + y virzienā
- - y virzienā
- riņķveida