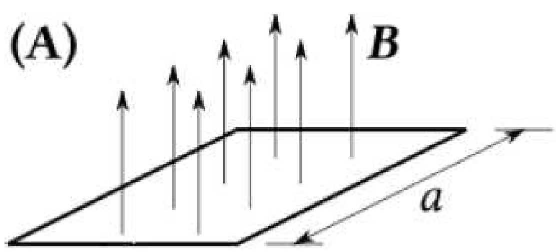
Fizikas valsts 62. olimpiāde

12 – 1 ĢENERATORS

Šajā uzdevumā ir apskatīta elektromagnētiskās indukcijas parādība un tās pielietojums maiņstrāvas ģenerēšanai.

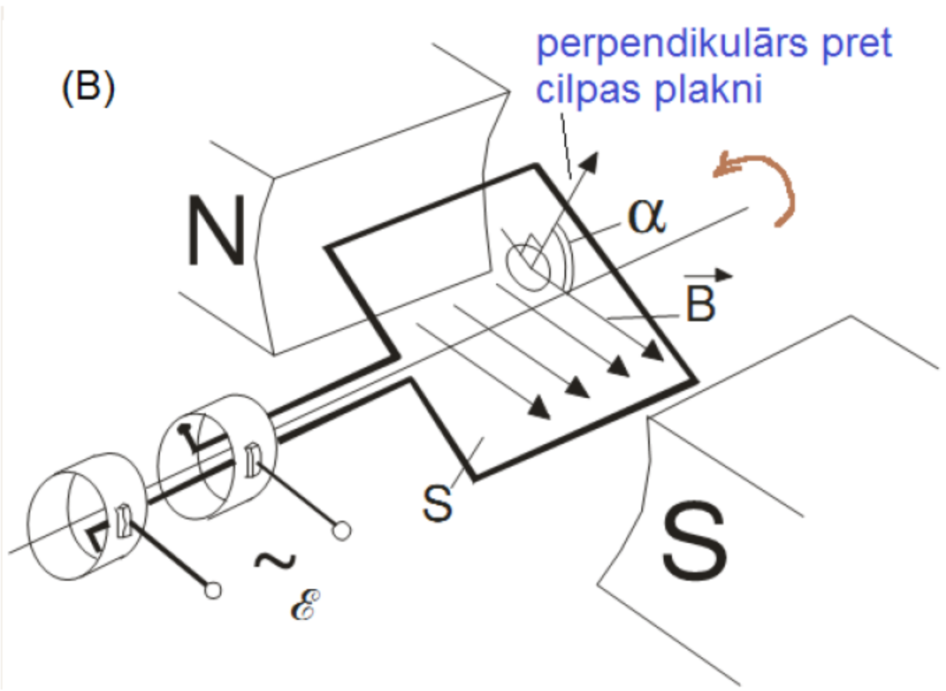
1. (6 punkti)



No tievas stieples izveido noslēgtu kontūru kvadrāta formā, kura malas garums a = 5 cm. Kontūra pilnā pretestība R = 0,1 Ω. Perpendikulāri kontūra plaknei ieslēdz magnētisko lauku kā parādīts attēlā (A). Ieslēgšanas laikā Δt = 0,01 s magnētiskā lauka indukcija pieaug no 0 T līdz B = 2,0 T. Lauku var uzskatīt par homogēnu, bet tā pieauguma ātrumu – par vienmērīgu.

Pēc lauka ieslēgšanas magnētiskā plūsma caur kontūru kļuva Φ_0 = ☐ mWb. Ieslēgšanas laikā kontūrā darbojās EDS = ☐ mV un plūda strāva I = ☐ A. Kopējais siltuma daudzums, kas izdalījies kontūrā Q = ☐ mJ.

2. (3 punkti)



Magnētisko plūsmu caur kontūru var izmainīt arī konstantā homogēnā magnētiskajā laikā, kontūru pagriežot. Pēc šī principa darbojas elektroģenerators, kura shēma ir parādīta zīmējumā (B). Kvadrāta formas kontūrs, kura malas garums a = 5 cm, var brīvi griezties starp pastāvīgā magnēta poliem ap asi kā parādīts zīmējumā (B). Slīdošie kontakti ļauj pieslēgt kontūram maiņsprieguma voltmetru vai kādu slodzi. Leņķis starp magnētiskā lauka indukcijas vektora virzienu un perpendikulu pret kontūra plakni tiek apzīmēts ar α.

Griežot kontūru ap asi, magnētiskās plūsmas maksimālā absolūtā vērtība caur kontūru Φ_M = 1,20 mWb.

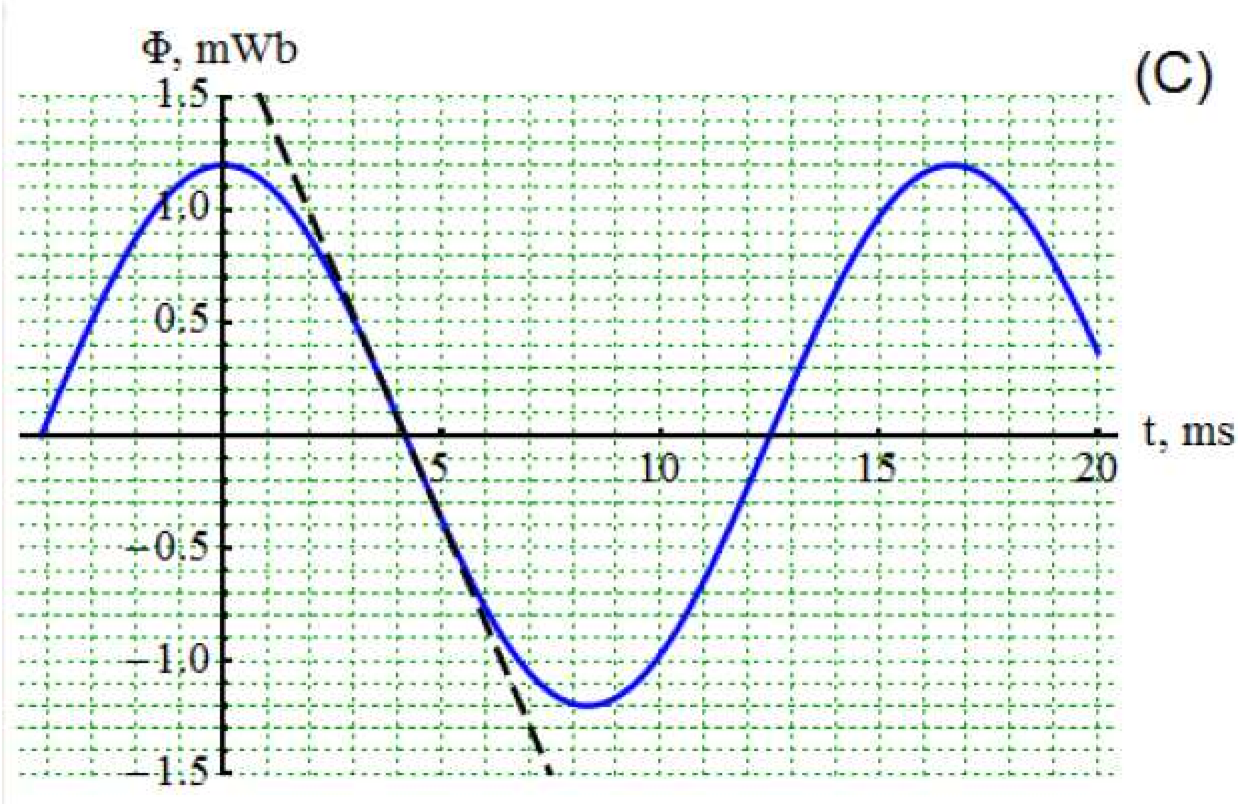
Pastāvīgais magnēts rada magnētisku lauku ar indukciju B_1 = ☐ T.

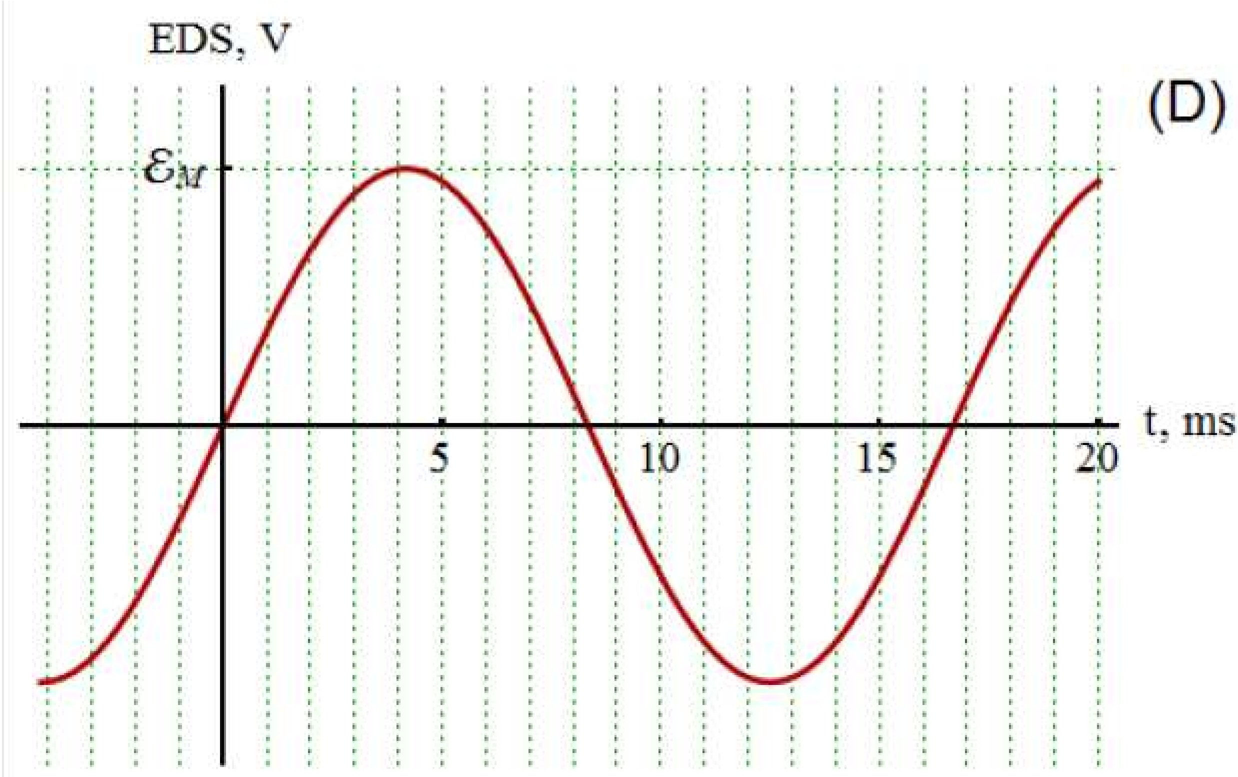
Kad leņķis $\alpha = 0^0$, tad magnētiskā lauka plūsma caur kontūru pēc absolūtās vērtības ir vienāda ar ☐ mWb.

Kad leņķis $\alpha = 90^0$, tad magnētiskā lauka plūsma caur kontūru pēc absolūtās vērtības ir vienāda ar ☐ mWb.

---

3. (8 punkti)





Kontūru, kas parādīts attēlā (B), griež ar konstantu leņķisko ātrumu ω tā, ka leņķis α mainās pēc likuma $\alpha = \omega t$. Kontūrs ir pieslēgts pie ideāla maiņsprieguma voltmetra, kas mēra inducēto EDS. Attēlā (C) ir parādīts magnētiskās plūsmas Φ izmaiņas grafiks atkarībā no laika *t*, bet attēlā (D) – atbilstošā inducētā EDS atkarība no laika. Ar svītrotu līniju attēlā (C) ir parādīta pieskare $\Phi(t)$ grafikam punktā, kad tas dilst visstraujāk.

Rotācijas periods ir *T* = ☐ ms.

Maiņsprieguma frekvence ir *f* = ☐ Hz.

Maksimālā EDS vērtība ir ε_M = ☐ V.

Cik reižu pieaugs plūsmas amplitūda Φ_0, ja kontūra rotācijas frekvenci palielinās divas reizes? Atbilde: ☐ .

Cik reižu pieaugs ģenerētā maiņsprieguma amplitūda ε_M, ja kontūra rotācijas frekvenci palielinās divas reizes? Atbilde: ☐ .

4. (3 punkti)

Iepriekšējā jautājumā aprakstīto kontūru griež ar tādu frekvenci, lai ε_M = 1 V. Voltmetra vietā kontūram pieslēdz rezistoru, kura pretestība R_2 = 5 Ω. Paša kontūra pretestību var neievērot, jo $R << R_2$.

Rezistorā izdalās jauda P = ☐ W.

12 – 2 ZIEMASSVĒTKU ZUTIS

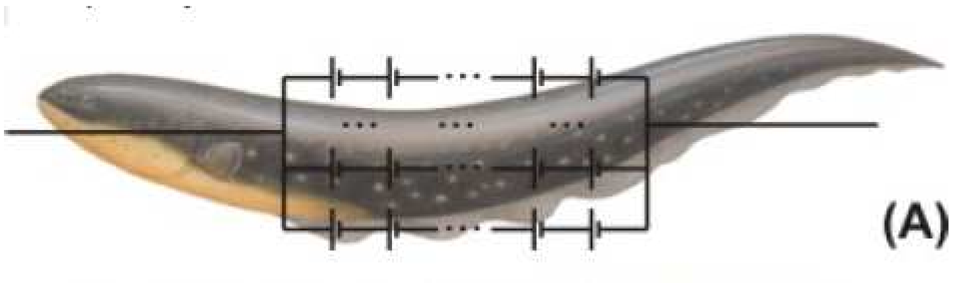
Šajā uzdevumā elektriskais zutis tiek apskatīts kā sprieguma avots. Uzdevuma pirmajā daļā tiek analizēta zuša iekšējā uzbūve, savukārt, otrajā daļā zuti izmanto, lai darbinātu eglīšu virteni.

Dienvidamerikas elektriskais zutis nogalina savus upurus, izmantojot elektrisko strāvu. Zuša ķermenī ir īpašas šūnas, kas katra ir miniatūrs sprieguma avots. Dienvidamerikas zutī tās ir izvietotas 140 rindās, no kurām katra stiepjas visā dzīvnieka garumā un to veido 5000 šūnas. To izvietojums ir parādīts attēlā. Katras šūnas EDS ir $\varepsilon = 0{,}15$ V, bet iekšējā pretestība $r = 0{,}25\ \Omega$.

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšjautājumus var risināt neatkarīgi no iepriekšējiem.

---

5. (2 punkti)



Kopējais EDS katrai elektrisko šūnu rindai ε_1 = ☐ V.

---

6. (2 punkti)

Kopējais elektriskā zuša EDS ir ε_2 = ☐ V.

---

7. (2 punkti)

Kopējā iekšējā pretestība katrai elektrisko šūnu rindai ir r_1 = ☐ Ω.

---

8. (2 punkti)

Kopējā elektriskā zuša iekšējā pretestība ir r_Z = ☐ Ω.

---

9. (2 punkti)

Novērtē zuša īpatnējo elektrisko pretestību ρ_{ef}, uzskatot viņa ķermeni par cilindru, kura garums $L = 2$ m, masa $m = 20$ kg un blīvums $\rho = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$.

Atbilde: ρ_{ef} = ☐ Ω·m.

---

10. (2 punkti)

Elektrisko ķēdi starp dzīvnieka galiem noslēdz apkārt esošais ūdens. Pieņemot, ka ūdens pretestība zuša tuvumā $R_{ūd}$ = 800 Ω, **ap elektrisko zuti ūdenī plūst $I_{ūd}$ = ☐ A stipra strāva. Vai ar šādu strāvu elektriskais zutis var apdullināt vai nogalināt tuvumā esošās zivtiņas?**

- **jā**
- **nē**

11. (2 punkti)

Maksimālā strāva, kas plūst caur elektriskā zuša šūnām, šajā gadījumā ir ☐ A. Vai tā apdraud elektriskā zuša dzīvību?

- **jā**
- **nē**

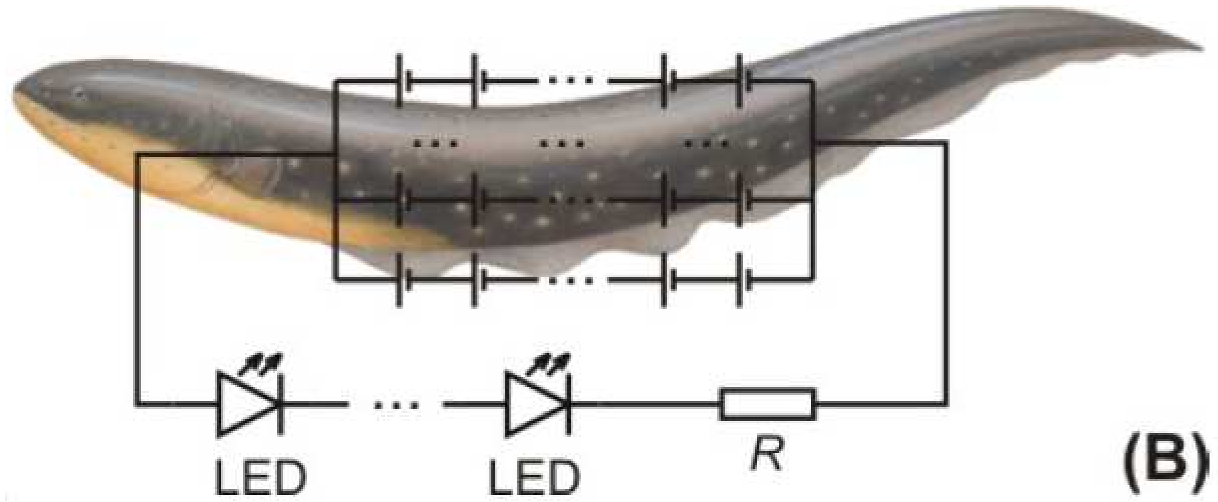
Uzdevuma otrā daļa

12. (3 punkti)

Visos tālākajos aprēķinos pieņemt, ka elektriskā zuša pilnais EDS ir ε_Z = 500 V un kopējā iekšējā pretestība R_Z = 35 Ω (šīs vērtības atšķiras no pirmajā uzdevuma daļā aprēķinātajām vērtībām).

Elektrisko zuti iespējams izmantot kā bateriju: attēlos parādīts elektriskais zutis, kas darbina elektrisko spuldzīšu virteni eglītei (Attēlu avots: Discovery News, ASV).

Elektrisko zuti ievieto akvārijā ar tīru saldūdeni. Pie zuša galvas un astes pievieno elektrodus, kuru izvadus savieno ar elektrisko spuldzīšu virteni un rezistoru ar pretestību R. Spuldzīšu virtenē saslēgtas N = 245 virknē saslēgtas gaismu emitējošās diodes (LED). Katras LED darba spriegums U_{LED} = 2 V, bet maksimālā pieļaujamā strāva I_{max} = 30 mA. Pieņemsim, ka spriegums uz LED nav atkarīgs no tajā plūstošās strāvas.



Katras LED efektīvā pretestība, ja caur to plūst strāva Imax, ir R_0 = ☐ Ω.
Aprēķini minimālo nepieciešamo pretestības R vērtību Rmin, lai virtene nepārdegtu.

Atbilde: R_{min} = ☐ kΩ.

---

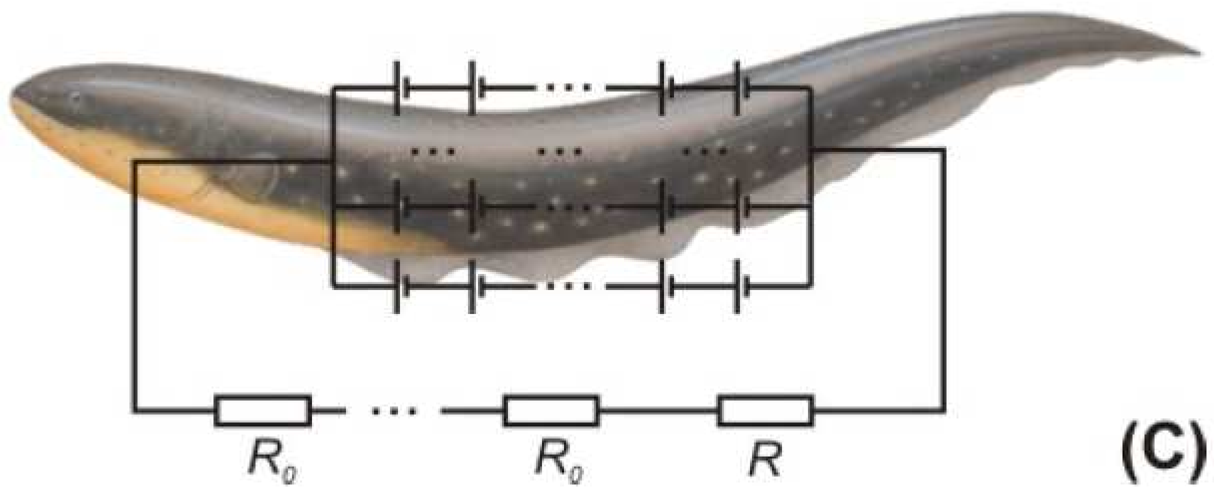
13. (1 punkts)

Aplūko uzdevuma 12. punktā aprakstīto situāciju. Aprēķini *R* vērtību, ja zināms, ka ķēdē plūstošās strāvas stiprums ir $I = I_{max}/2$.

Atbilde: *R* = ☐ kΩ.

---

14. (2 punkti)



Uzdevuma 12. punktā aprakstītajā situācijā katras LED vietā ieslēdz rezistoru, kura pretestība R_0 (aprēķināta 12. punktā). Aprēķini *R* vērtību, ja zināms, ka ķēdē plūstošās strāvas stiprums ir $I = I_{max}/2$.

Atbilde: *R* = ☐ kΩ.

---

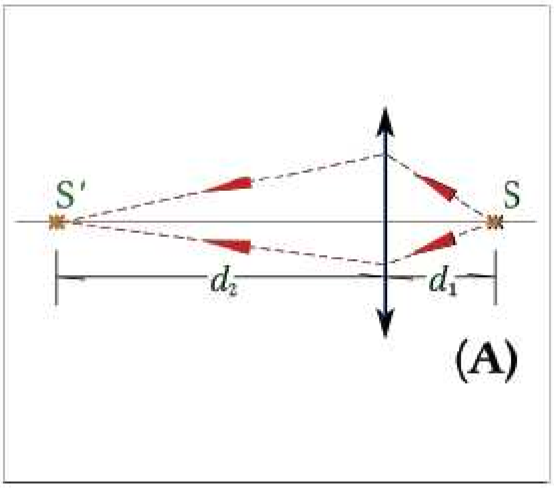
12 – 3 FOTOKAMERA

Šajā uzdevumā no plānas lēcas tiek uzkonstruēts objektīvs, kuru pēc tam izmanto fotokamerā.

---

15. (4 punkti)

Sākumā apskatīsim vienu abpusēji izliektu stikla lēcu gaisā. Spuldzīte **S** ir novietota attālumā d_1 = 10 cm no lēcas uz tās galvenās optiskās ass. Ja pretējā pusē attālumā d_2 = 30 cm no lēcas novieto ekrānu, uz tā iegūst asu kvēldiega attēlu **S`**.



Lēcas fokusa attālums ir *F* = ☐ cm un tās optiskais stiprums *D* = ☐ dioptrijas. Attēla palielinājuma modulis ir |Γ| = ☐ .

---

16. (3 punkti)

Iegūtais kvēldiega attēls ir

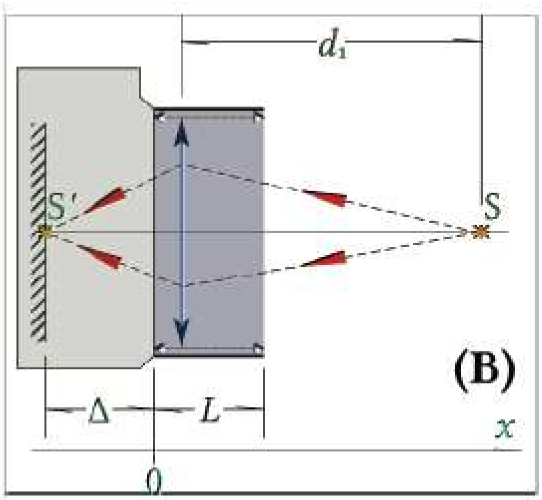
• samazināts • palielināts	• tiešs • apgriezts	• reāls • šķietams

---

17. (5 punkti)

Šajā un nākamajos jautājumos, uzskatīsim, ka lēcas fokusa attālums F = 50 mm! (Šī vērtība atšķiras no iepriekš aprēķinātās).

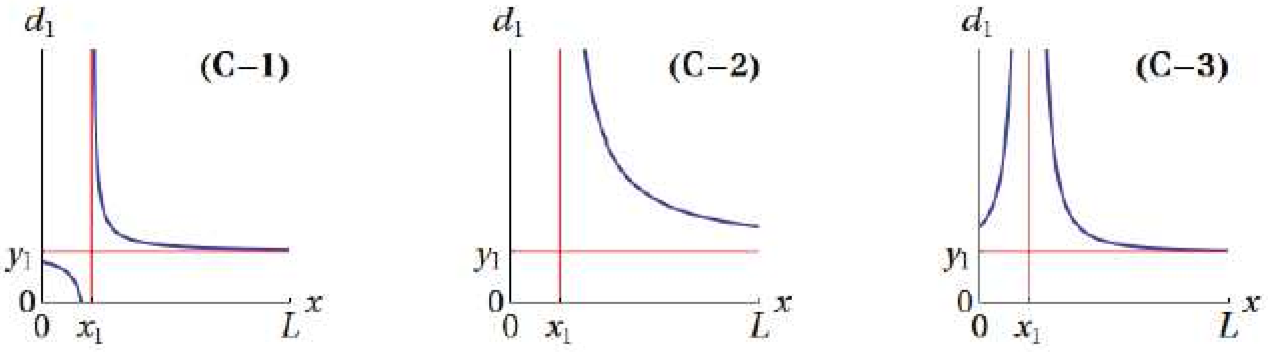
Lēca ir ievietota ietvarā, kura garums *L* = 10 mm. Ietvarā lēcu ir iespējams pārvietot gar galveno optisko asi. Lēcu kopā ar ietvaru turpmāk sauksim par objektīvu. Objektīvs ir piestiprināts pie korpusa attālumā Δ = 45,5 mm no fotofilmiņas. Objektīvs kopā ar korpusu un filmiņu veido fotokameru (skat. zīm. B). Ar *x* apzīmēsim lēcas atrašanās vietu objektīvā, kā parādīts attēlā (B).



Lai fotokameru safokusētu uz bezgalīgi tālu objektu, lēcai objektīvā jāatrodas attālumā x_0 = ☐ mm. Objektīvā lēcas atrašanās vieta var mainīties robežās 0 < *x* < *L*. Uz fotofilmiņas asu attēlu var iegūt objektiem, kuri atrodas attālumā d_1 > ☐ mm no lēcas.

18. (4 punkti)

Attālums d_1 no lēcas līdz objektam, kura attēls uz fotofilmiņas ir ass, ir atkarīgs no lēcas atrašanās vietas x objektīvā. Objektīvā lēcas atrašanās vieta var mainīties robežās $0 < x < L$ (skat. zīm. B). Šo atkarību $d_1(x)$ var attēlot grafiski.



Aprakstītajai situācijai atbilstošais grafiks ir attēlots zīmējumā

- **C – 1**
- **C – 2**
- **C – 3**

Grafikā atzīmēto koordināšu x_1 un y_1 vērtības ir: x_1 = ____ mm un y_2 = ____ mm.

19. (4 punkti)

Jānītis fotografē Eifeļa torni, izmantojot iepriekš apskatīto fotokameru. Viņš atrodas augstceltnes pēdējā stāvā augstumā H_1 = 162 m virs zemes. Fotofilmiņas kadra platums ir 24 mm, bet augstums – 36 mm. Eifeļa torņa augstums H = 324 m. Eifeļa torņa asais attēls aizņem visu fotofilmiņas kadra augstumu.

Jānītis atrodas attālumā a = ____ m no Eifeļa torņa un objektīva lēca fotogrāfēšanas brīdī atrodas stāvoklī x_2 = ____ mm.