



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

## Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

### Fizikas valsts 68. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 12. klasei

#### 12 – 1 Spriegumu dalītājs

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

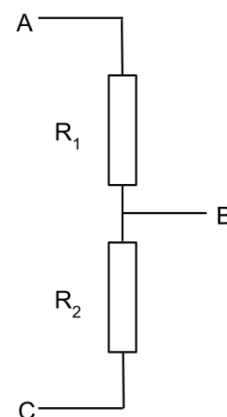
Šajā uzdevumā aplūkosim slēgumus, kas tiek izmantoti dažādu spriegumu iegūšanai.

1. Apskatīsim sprieguma dalītāju, kas redzams 1. attēlā. Starp punktiem A un C ir pielikts spriegums  $U$ .

**A** Kādai ir jābūt rezistora pretestībai  $R_2$  salīdzinājumā ar rezistora pretestību  $R_1$ , ja starp punktiem C un B ir pielikts spriegums  $U/3$ ? [1 p]

**Atbilde:**

- $R_2 = 3R_1$
- $R_2 = 2R_1$
- $R_2 = \frac{1}{2}R_1$
- $R_2 = \frac{1}{3}R_1$



1. attēls

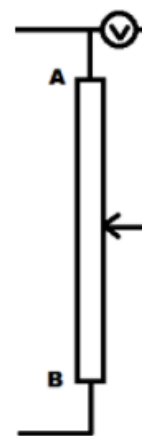
**B** Šo sprieguma dalītāju izmanto, lai pievadītu spriegumu  $U/3$  patērētājam  $R_p$ , kas pieslēgts starp punktiem B un C paralēli rezistoram  $R_2$ . Kādai ir jābūt patērētāja pretestībai  $R_p$  salīdzinājumā ar rezistora pretestību  $R_2$ ? [1 p]

**Atbilde:**

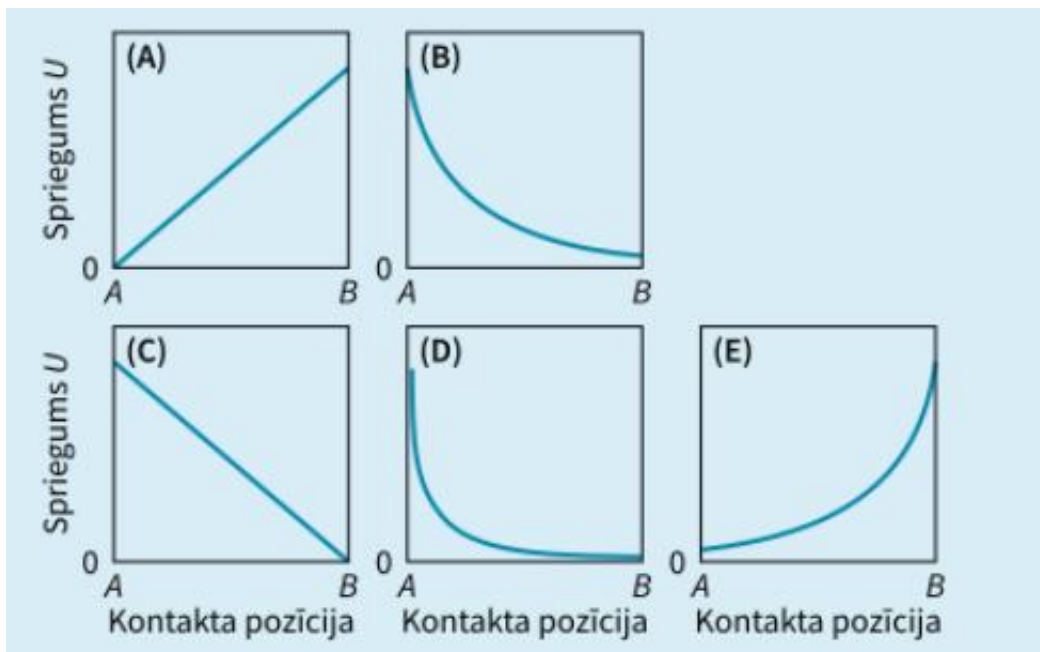
- $R_p \approx R_2$
- $R_p \gg R_2$
- $R_p \ll R_2$
- $R_p = \frac{1}{2}R_2$

2. Apskatīsim sprieguma dalītāju – rezistoru, kuram iespējams pārvietot kontaktu no viena gala līdz otram (skat. 2. attēlu) un tā pretestība uz garuma vienību ir konstanta visā rezistora garumā.

Starp punktiem A un B pielikts spriegums  $U$ . Ar ideālo voltmetru tiek mērīts spriegums starp punktu A un pārvietojamo kontaktu atkarībā no tā novietojuma. Kurš grafiks atbilst mērījuma iegūtajam rezultātam? [1 p]

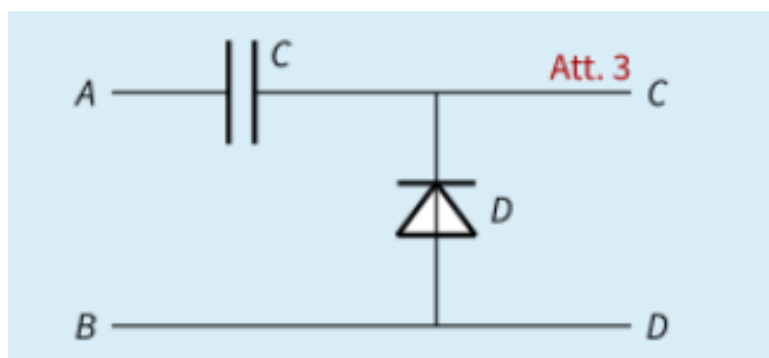


2. attēls



Atbilde: A/B/C/D/E/F

3. Apskatīsim slēgumu, kādu izmanto mikroviļņu krāsnīs (skat. 3. attēlu). Diode šajā un turpmākajos slēgumos ir ideāla. Tas nozīmē, ka tās pretestība strāvas laišanas virzienā ir 0, bet pretējā virzienā – bezgalīga.



3. attēls

**A** Starp punktiem A un B ir pieslēgta augstsprieguma maiņstrāva. Aplūkosim brīdi, kad starp punktiem A un B spriegums ir  $U = 2$  kV, un B šajā brīdī ir pozitīvs, bet A – negatīvs. Cik liels ir spriegums starp punktiem C un D?

Atbilde:

$$U_{CD} = \boxed{\phantom{000}} \text{ V [1 p]}$$

**B** Pēc brīža polaritāte tiek samainīta – B kļūst negatīvs, bet A – pozitīvs. Šajā solī spriegums uz kondensatora nemainās. Cik liela ir spriegumu starpība starp C un D?

Atbilde:

$$U_{CD} = \boxed{\phantom{000}} \text{ V [1 p]}$$

4. Tagad aplūkosim slēgumus, kas veic sprieguma pārveidošanu ar maziem enerģijas zudumiem un tiek izmantoti elektroautomašīnās, datoros un pat lukturišos. Spoles inductivitāte ir  $L = 1 \text{ mH}$ , kondensatora kapacitāte  $C = 20 \text{ } \mu\text{F}$  un baterijas spriegums  $U = 1,5 \text{ V}$ . Spoles un diodes pretestību neņemsim vērā.

**A** Pieņemsim (skat. 4. att.), ka sākumā slēdzis SL atrodas stāvoklī pa kreisi un spolē plūst  $1 \text{ A}$  stipra strāva. Slēdzi pārslēdzot uz labo pusi, visa enerģija tiek pārnesta uz kondensatoru. Cik liels ir spriegums uz kondensatora platēm?

**Atbilde:**

$$U_C = \boxed{\phantom{000}} \text{ V [1 p]}$$

**B** Pieņemsim, ka spriegums uz kondensatora platēm, kad slēdzis ir aizvērts ir  $10 \text{ V}$  (šī vērtība var atšķirties no iepriekš iegūtās). Cik ilgu laiku kondensators varēs pievadīt strāvu patērētājam, kas pieslēgts rezistora R vietā un caur kuru plūst  $200 \text{ mA}$  stipra strāva neatkarīgi no sprieguma?

**Atbilde:**

$$t = \boxed{\phantom{000}} \text{ s [1 p]}$$

**C** Vienkāršu ieslēgts/izslēgts slēdzi ar tranzistoru palīdzību realizēt ir daudz vieglāk un lētāk nekā pārslēgslēdzi. Tāpēc parasti sprieguma pārveidotājos lieto shēmu, kas parādīta 5. attēlā.

Pieņemsim, ka sākumā slēdzis SL ir ieslēgts un caur spoli L tāpat kā **A** gadījumā plūst  $1 \text{ A}$  stipra strāva. Spoles inductivitāte, kondensatora kapacitāte un baterijas spriegums arī ir tādi paši kā **A** gadījumā. Kāds būs spriegums uz kondensatora shēmai 5. attēlā salīdzinot ar shēmu 4. attēlā? [1 p]

**Atbilde:**

- Mazāks, kā shēmai 4. attēlā
- Lielāks, kā shēmai 4. attēlā
- Tāds pats, kā shēmai 4. attēlā

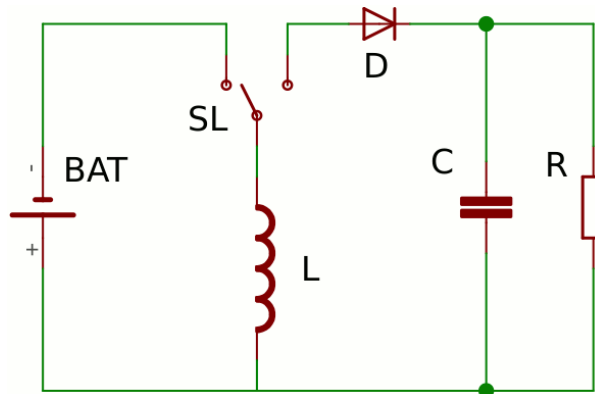
**D** Aplūkosim situāciju, kad slēdzis tiek periodiski strauji ieslēgts un izslēgts. Kādas atšķirības būs novērojamas slēguma darbībā, ja diodi aizstās ar vadu? [1 p]

**Atbilde:**

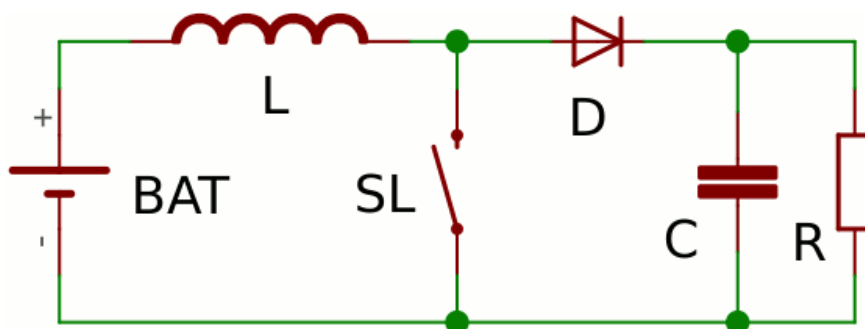
- nekādas atšķirības nebūs novērojamas
- kondensators izlādēsies ļoti strauji, kad slēdzis būs aizvērts
- kondensators netiks uzlādēts atverot slēdzi

**E** Aplūkosim situāciju, kad slēdzis tiek periodiski strauji ieslēgts un izslēgts. Cik liels būs strāvas stiprums, kas plūdis caur rezistoru pēc slēdža aizvēršanas, ja no slēguma izņems kondensatoru?

$$\text{Atbilde: } I = \boxed{\phantom{000}} \text{ A [1 p]}$$



4. attēls



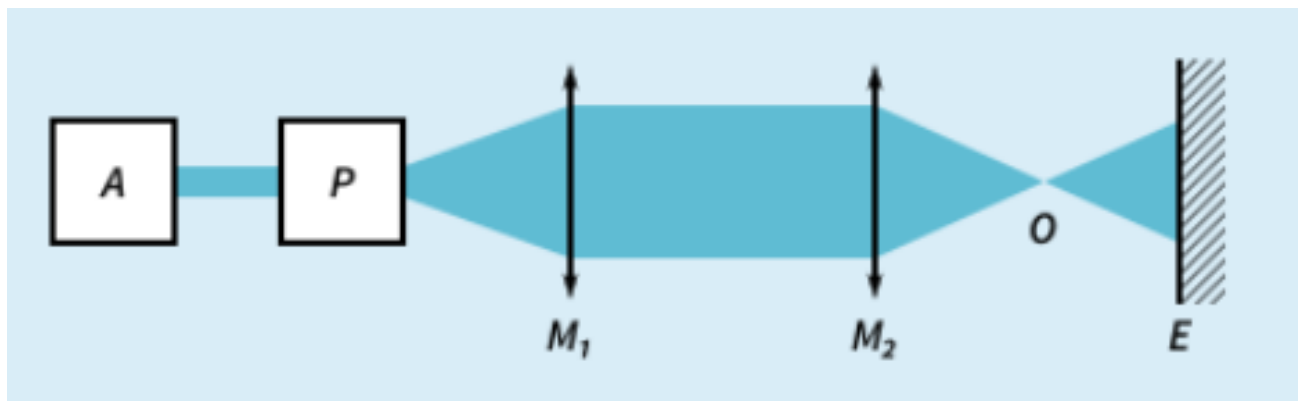
Attēls 5

## 12 – 2 Elektronu mikroskops

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

Viena no plašāk izmantotajām zinātniskajām metodēm, kā apskatīt maza izmēra paraugus, ir mikroskopija. Pēdējā gadsimta laikā tika saprasts, ka, ja gaismas vietā izmanto elektronus, tad var iegūt attēlus ar labāku izšķirtspēju. Šajā uzdevumā apskatīsim vienkāršotu caurstarojošo elektronu mikroskopa modeli.

Elektronu mikroskopa shēma ir dota attēlā. Uzdevumā relativitātes radītos efektus neņemsim vērā. Viens elektronvolts (eV) ir vienliels ar darbu, ko pastrādā elektrons, pārvarot vienu voltu lielu potenciāla starpību.  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ . Elektrona lādiņš  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . Elektrona masa  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .



Elektroni tiek izstaroti no avota A un nonāk paātrinātājā P, kurā tie iegūst pietiekamu ātrumu. Tad, tie dažādos virzienos no paātrinātāja izlido un iziet caur magnētiskajām lēcām  $M_1$  un  $M_2$ , kuras tos nofokusē uz objekta O. Kad elektroni iziet caur objektu, tie nonāk uz fluorescējoša ekrāna E un rodas attēls.

### PAĀTRINĀTĀJS

1. Elektronus, kas izstaroti no avota paātrinātājā paātrina potenciālu starpība jeb spriegums  $U = 54 \text{ kV}$ . Par cik izmainījās elektronu enerģija?

**Atbilde:**

$$\Delta E = \boxed{\phantom{000}} \text{ keV. [1 p]}$$

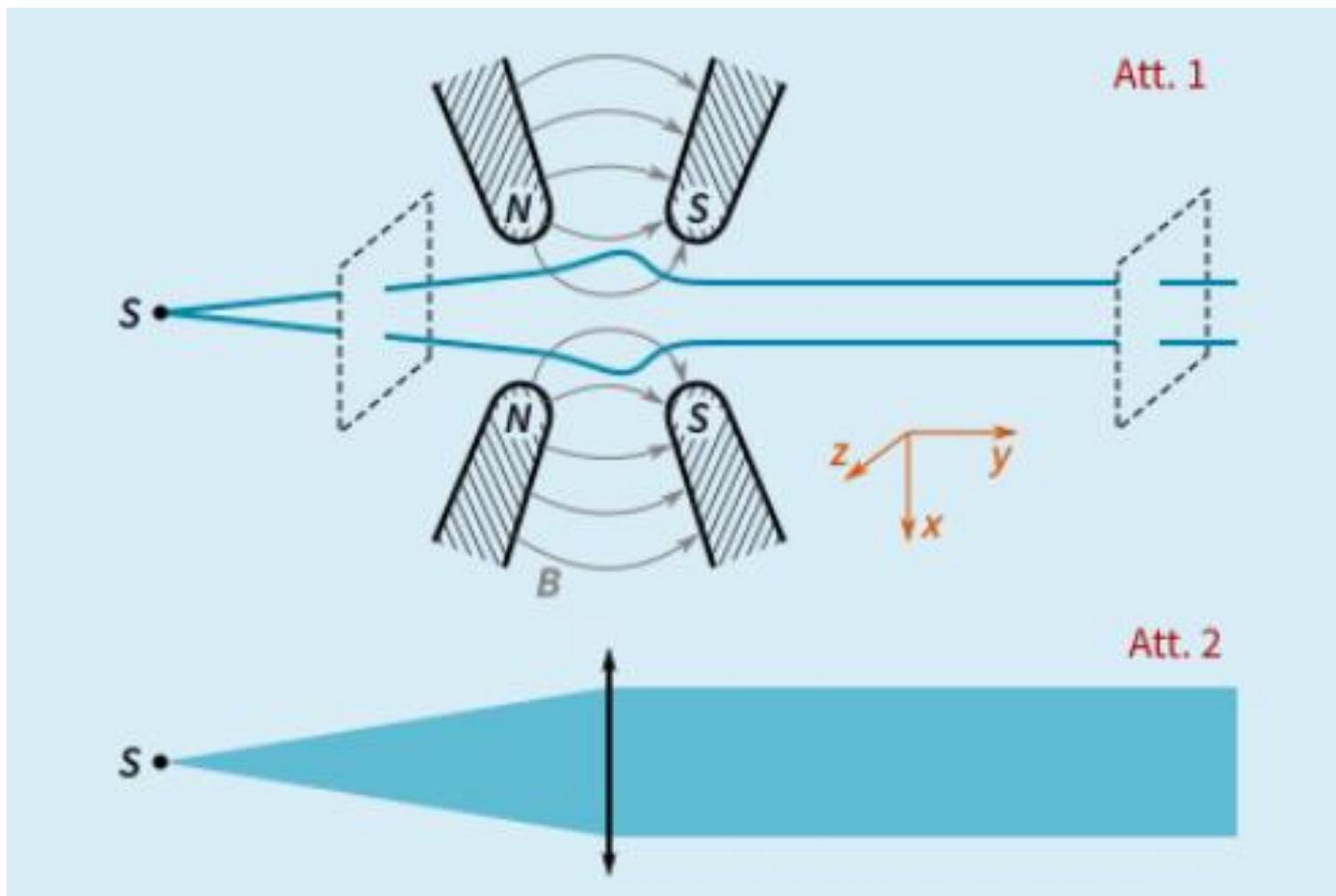
2. Pieņemsim, ka elektronu enerģija  $\Delta E = 10 \text{ keV}$  (vērtība nesakrīt ar iepriekš aprēķināto). Elektroni no avota tiek izstaroti ar ātrumu  $v_0 = 200 \text{ m/s}$ . Cik liels ir elektronu ātrums tiem izejot no paātrinātāja?

**Atbilde:**

$$v = \boxed{\phantom{000}} \text{ m/s. [1 p]}$$

### MAGNĒTISKĀ LĒCA

Elektroni pēc paātrinātāja nonāk iekārtā, kas ļauj tos fokusēt. To sauc par magnētisko lēcu, jo lēcas darbības princips balstās uz magnētisko lauku. Attēlā ir redzama iekārta un divu elektronu trajektorijas.



Magnētiskā lauka iedarbības rezultātā elektroni, kas tiek izstaroti no punkta S magnētiskajā lēcā kustas pa sarežģītu spirālveidīgu trajektoriju, taču magnētiskā lēca konstruēta un novietota attiecībā pret punktu S tādā veidā, ka visi izstarotie elektroni pēc tam kustas paralēli viens otram (skat. att. 1.) un paralēli mikroskopa asij.

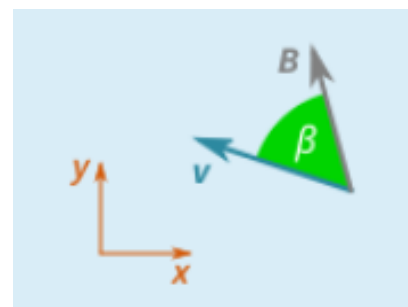
Turpmākajos aprēķinos pieņemsim, ka elektronu ātrums izejot no paātrinātāja ir  $v = 1 \cdot 10^7$  m/s (vērtība nesakrīt ar iepriekš aprēķināto).

3. Pieņemsim, ka elektrons tika izstarots no punkta S leņķī  $\alpha = 10^\circ$  attiecībā pret y asi (skat. att.1.) un ka elektrons magnētiskajā laukā atrodas  $t = 12 \mu\text{s}$ . Cik liela ir magnētiskā lauka radītā spēka vidējā vērtība y ass virzienā?

**Atbilde:**

$F_y = \boxed{\phantom{00000}} \text{ N. [1 p]}$

4. Apskatīsim elektronu, kad tas tikko ieiet magnētiskajā laukā. Mēģināsim novērtēt spirāliskās trajektorijas izmērus. Minētajā brīdī elektrons ieiet magnētiskajā laukā, kura komponentes x virzienā ir  $B_x = -11$  mT, y virzienā  $B_y = 10$  mT, savukārt z komponentes magnētiskajam laukam nav. Elektrona ātrums ir vērst leņķī  $\beta = 34^\circ$  attiecībā pret magnētiskā lauka indukcijas līniju virzienu un atrodas vienā plaknē ar magnētisko lauku.



**A** Kurā no virzieniem darbojas magnētiskā lauka spēks uz elektronu? [1 p]

**Atbilde:**

gar ..... asi/asīm

- x
- y

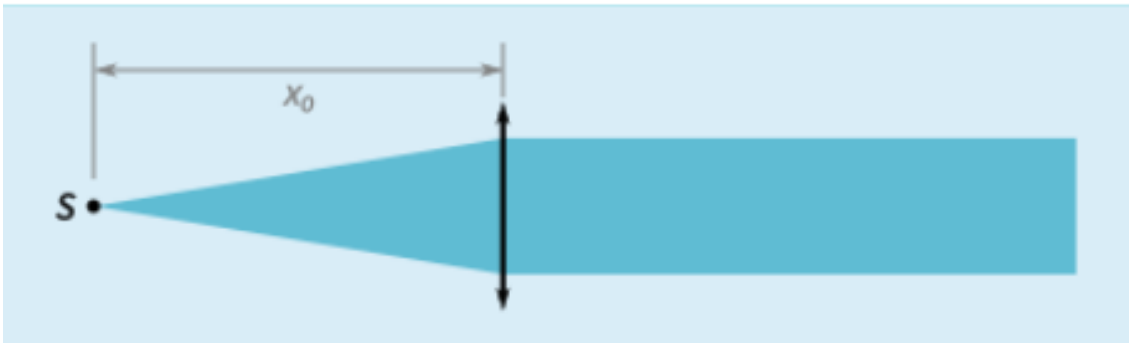
- z
- x un y
- y un z
- x un z
- x, y un z

**B** Cik liels ir elektrona kustības trajektorijas liekuma rādiuss šajā brīdī? [1 p]

**Atbilde:**

$R =$   mm.

5. Šo magnētisko lēcu var analizēt līdzīgi kā plānās gaismas lēcas. Attēlā ir redzama ekvivalentā optiskā shēma. Attālums no punkta S līdz lēcai ir zināms un ir  $x_0 = 13$  mm.



Cik liels ir magnētiskās lēcas fokusa attālums?

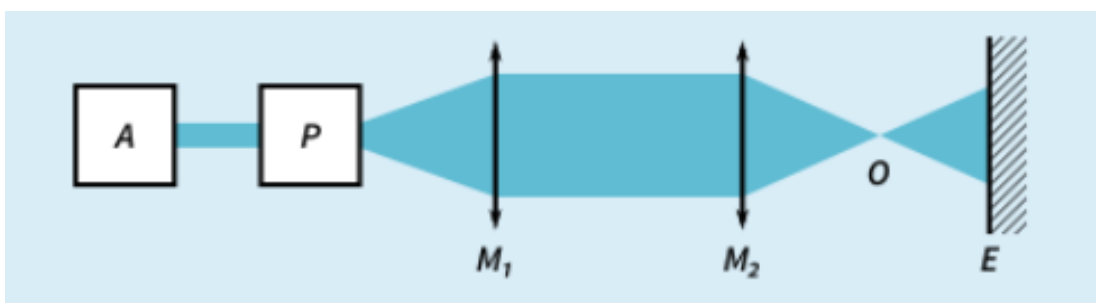
**Atbilde:**

$F =$   cm. [1 p]

6. Kā mainās magnētiskās lēcas fokusa attālums, palielinot strāvas stiprumu magnētisko lauku radošajās spolēs? [1 p]

- palielinās
- **samazinās**
- nemainās
- nav viennozīmīgi nosakāms

7. Apskatīsim divu magnētisko lēcu kombināciju.



Zināms, ka pirmās lēcas fokusa attālums ir  $F_1 = 10$  mm un otrās lēcas fokusa attālums  $F_2 = 15$  mm. Attālums no pātrinātāja P līdz objektam O ir 5 cm. Lēcas novietotas tā, ka visi elektroni pēc pirmās lēcas kustas paralēli, savukārt pēc otrās lēcas tie visi tiek precīzi fokusēti uz objekta.

Cik liels ir attālums starp magnētiskajām lēcām?

**Atbilde:**

cm. [1 p]

#### EKRĀNS

8. Elektronu plūsma rada strāvu, kas plūst caur iekārtu (piemēram, caur magnētiskās lēcas šķērsriezumu). Cik elektronu uztriecas pētāmajam objektam sekundē, ja strāvas stiprums ir  $I = 300 \text{ pA}$ ? [1 p]

**Atbilde:**

$N =$   elektroni [1 p]

9. Pieņemsim, ka pētāmajam objektam vienā sekundē uztriecas  $N = 1 \cdot 10^{11}$  elektroni (vērtība nesakrīt ar iepriekš aprēķināto). Daļu elektronu objekts atstaro, daļu absorbē, daļa – iziet cauri. Varbūtība, ka elektrons tiks cauri objektam, ir 15%. Lai uzņemtu objekta attēlu ar šo mikroskopu, uz ekrāna ir jānonāk  $N = 1 \cdot 10^{12}$  elektroniem. Cik ilgs laiks ir nepieciešams, lai uzņemtu vienu objekta attēlu?

**Atbilde:**

$t =$   s. [1 p]

## 12 – 3 Biatlons

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

Aplūkosim biatlona posmus – slēpošanu un šaušanu – no mehānikas skatu punkta. Visā uzdevumā pieņemsim, ka sportista masa ir  $m = 60$  kg, bet slēpes un nūjas ir tik vieglas, ka var uzskatīt, ka tās var momentāni mainīt ātrumu, praktiski bez spēka pielikšanas. Brīvās krišanas paātrinājums  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>.

1. Aplūkosim tuvināti slēpošanas procesu. Procesu varam sadalīt divās daļās: atspēriens, kurā slēpotāja ātrums vienmērīgi pieaug, un slīdēšana, kurā slēpotāja ātrums vienmērīgi samazinās.

**A** Atspēriena fāzē sportists ar nūjām un vienu slēpi atsperas no sniega. Cik liels ir viņa paātrinājums, ja sportists atsperas ar nemainīgu spēku  $F = 210$  N?

**Atbilde:**

$$a = \boxed{\phantom{000}} \text{ m/s}^2. \text{ [0.5 p]}$$

**B** Sportista ātrums pirms atspēriena ir  $v_0 = 6$  m/s, sportista paātrinājums ir  $a = 5$  m/s<sup>2</sup> (vērtība atšķiras no iepriekš izrēķinātās). Cik liels ir ātrums atspēriena beigās, ja attālums, ko sportists spēj veikt viena atspēriena laikā ir  $L = 0.72$  m (to sauc arī par atspēriena soļa garumu)?

**Atbilde:**

$$v = \boxed{\phantom{000}} \text{ m/s}. \text{ [1 p]}$$

**C** Sportista ātrums pirms atspēriena ir  $v_0 = 6$  m/s, sportista paātrinājums ir  $a = 5$  m/s<sup>2</sup> un ātrums atspēriena beigās ir  $v = 7$  m/s (vērtība atšķiras no iepriekš izrēķinātās). Cik ilgst viens atspēriens?

**Atbilde:**

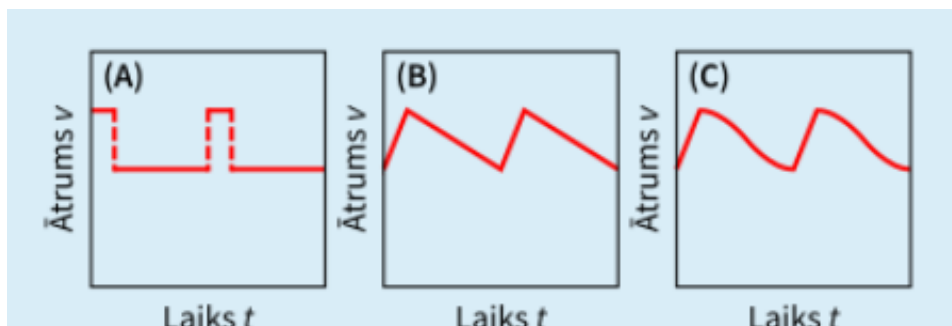
$$t = \boxed{\phantom{000}} \text{ s}. \text{ [0,5 p]}$$

**D** Slīdēšanas fāzē sportists slīd uz vienas slēpes un sagatavojas nākamajam atspērienam. Lai pārvietotu rokas un kājas jaunam atspērienam, paiet  $t_2 = 1$  s. Šajā laikā ātrums no  $v_2 = 7$  m/s nokrītas līdz ātrumam  $v_1 = 6$  m/s. Cik liels ir berzes koeficients  $\mu$ , slēpēm slīdot pa sniegu?

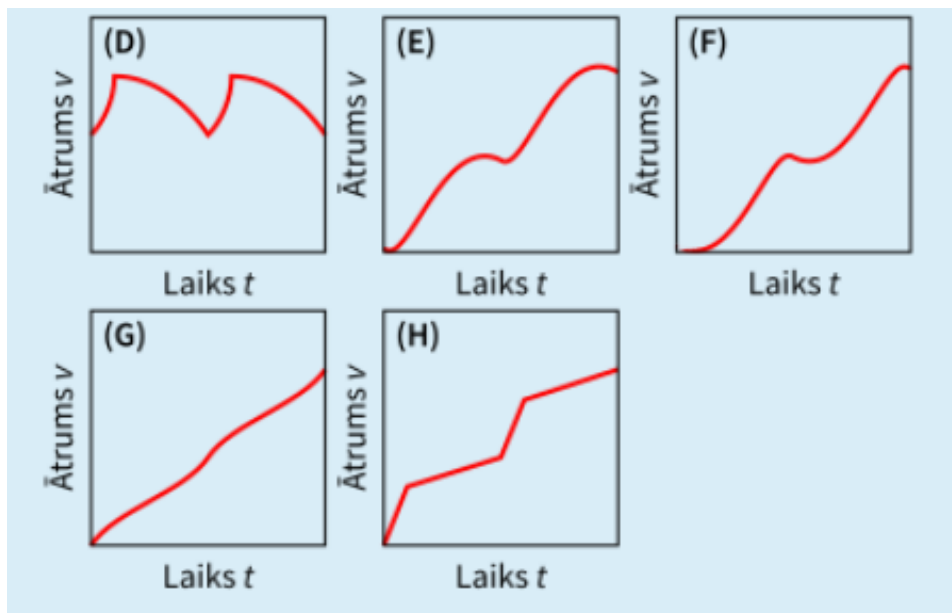
**Atbilde:**

$$\mu = \boxed{\phantom{000}}. \text{ [1 p]}$$

2. Kurā grafikā ir attēlota slēpotāja ātruma izmaiņa laikā, uzdevumā izmantotā modeļa ietvaros? [1 p]







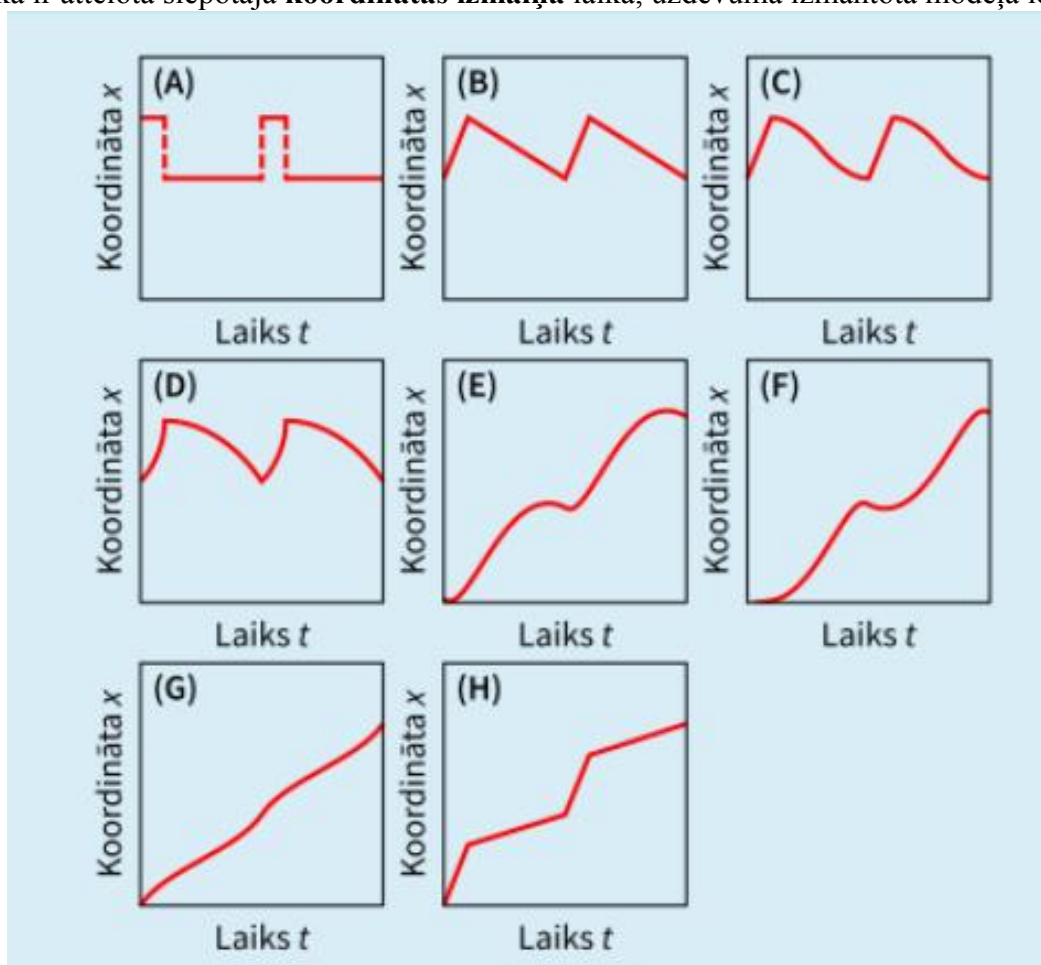
Atbilde: A/B/C/D/E/F/G/H

3. Vidējo ātrumu visā slēpošanas laikā var izrēķināt, kā vidējo ātrumu viena cikla laikā, kur cikls sastāv no viena atspēriena un vienas slīdēšanas. Ja atspēriena laikā  $t_1 = 0.2$  s (šī vērtība var atšķirties no iepriekš aprēķinātās) ātrums vienmērīgi palielinās no  $v_1 = 6$  m/s līdz  $v_2 = 7$  m/s, bet slīdēšanas laikā  $t_2 = 1$  s ātrums vienmērīgi samazinās no  $v_2 = 7$  m/s līdz  $v_1 = 6$  m/s. Cik liels ir vidējais slēpošanas ātrums?

Atbilde:

$v_{\text{vid}} =$   m/s. [1 p]

4. Kurā grafikā ir attēlota slēpotāja **koordinātas izmaiņa** laikā, uzdevumā izmantotā modeļa ietvaros? [1 p]



Atbilde: A/B/C/D/E/F/G/H

5. Aplūkosim tuvināti šaušanas procesu. Šaujot, lode no ieroča izlido ar ātrumu  $v = 330$  m/s. Lodes masa  $m_l = 2,59$  g.

**A** Mērķis atrodas attālumā  $L = 50$  m. Uzskatīt, ka lodes ātrums horizontālā virzienā lidojuma laikā nemainās. Cik ilgi lode atrodas lidojumā?

**Atbilde:**

$$t = \boxed{\phantom{000}} \text{ s. [0.5 p]}$$

**B** Par cik lielu attālumu lode novirzās uz leju no sākotnējā virziena, ja lode lidojumā atrodas  $t = 0,2$  s (vērtība atšķiras no iepriekš izrēķinātās)? Gaisa pretestību neievērot.

**Atbilde:**

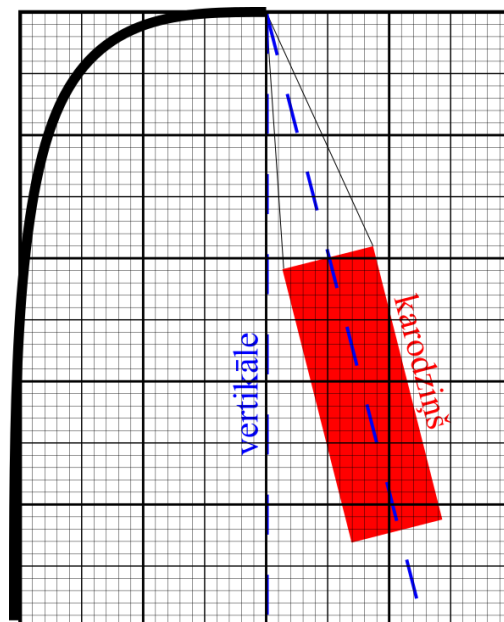
$$L_y = \boxed{\phantom{000}} \text{ cm. [0.5 p]}$$

**C** Ja pūš sānvējš, tad lode novirzās sāniski arī horizontālā plaknē. Lai novērtētu vēja ietekmi, biatlonā tiek izmantoti speciāli karodziņi, kuriem sānvēja ietekme ir līdzīga kā lodei lidojumā.

Apskatīsim karodziņu, kuram sānvēja radītā spēka  $F_{k,sv}$  attiecība pret karodziņa smaguma spēku  $F_{k,sm} = m_k g$  ir tāda pati kā lodei sānvēja radītā spēka  $F_{l,sv}$  attiecība pret lodes smaguma spēku  $F_{l,sm} = m_l g$ .

$$\frac{F_{k,sm}}{m_k g} = \frac{F_{l,sm}}{m_l g}$$

Zinot, ka lidojuma laikā lode nokrīt par  $L_y = 10$  cm (vērtība atšķiras no iepriekš izrēķinātās) vertikālā virzienā no sākotnējā lodes izšaušanas virziena, izmantojot karodziņa stacionāro stāvokli (attēlā sarkanā krāsā), novērtēt attālumu par kādu novirzīsies lode uz sāniem horizontālā plaknē.



**Atbilde:**

$$L_x = \boxed{\phantom{000}} \text{ cm [1 p]}$$

**D** Pēc aktīvas slēpošanas traucē ne tikai sānvējš, bet arī tas, ka ieroci ir grūti noturēt taisni. Ierocis ir piešauts tā, ka bezvēja apstākļos, mērķējot centrā, sportists trāpīs mērķa centrā. Mērķa diametrs  $d = 115$  mm un attālums līdz mērķim ir  $L = 50$  m. Ja mērķējot ierocis būs novirzījies no mērķa centra par leņķi, kas ir mazāks par  $\varphi$ , tad sportists joprojām trāpīs mērķī. Cik liels ir leņķis  $\varphi$ ?

**Atbilde:**

$$\varphi = \boxed{\phantom{000}}^\circ. [1 p]$$

**E** Šaujot, lode no ieroča izlido ar ātrumu  $v = 330$  m/s. Lodes masa  $m_l = 2,59$  g. Lodes paātrināšanās ierocī notiek  $t = 0,2$  s laikā. Cik liels ir vidējais spēks, kas darbojas uz lodi (un arī uz šāvēju)?

**Atbilde:**

$$F = \boxed{\phantom{000}} \text{ N. [1 p]}$$