

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Fizikas valsts 69. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 12. klasei

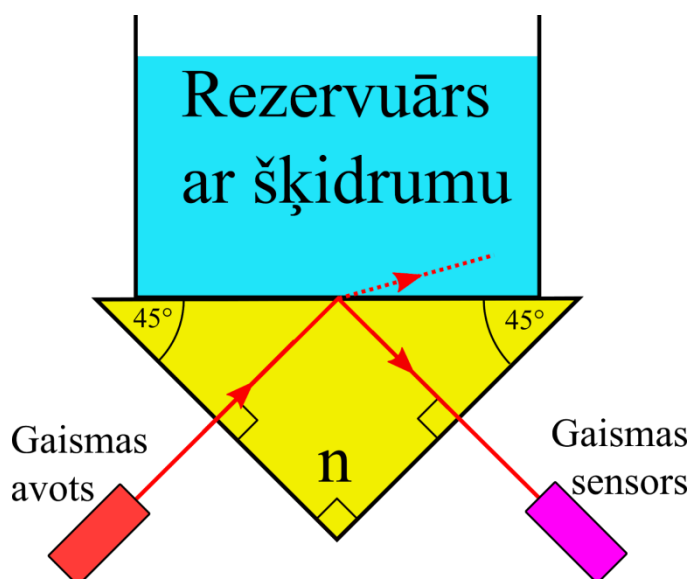
12 – 1 Gaismas sensors

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

Zīmējumā (1.1. att.) redzamā iekārta var palīdzēt noteikt vai, piemēram, no veļasmašīna ir izsūknēts viss ūdens. Iekārta sastāv no vienādsānu taisnleņķa prizmas ar laušanas koeficientu n , gaismas avota un gaismas sensora, kā arī ūdens rezervuāra.

Iekārtas darbības princips ir tāds, ka tajā brīdī, kad rezervuārā ir ūdens, ļoti mazs gaismas daudzums atstarojas no robežvirsmas starp ūdeni un prizmu ar laušanas koeficientu n . Bet tajā gadījumā, kad rezervuārā nav ūdens, visa gaisma atstarojas no robežvirsmas un nonāk gaismas sensorā.

1.1. att.



1. Cik lielam jābūt prizmas vielas gaismas laušanas koeficientam n , lai šāda iekārta strādātu aprakstītajā veidā, ja ūdens gaismas laušanas koeficients ir 1.33? Var pieņemt, ka gaisma krīt perpendikulāri prizmas sānu virsmai (kā redzams 1.1. att.). Iespējamās vairākas pareizās atbildes. [1 p]

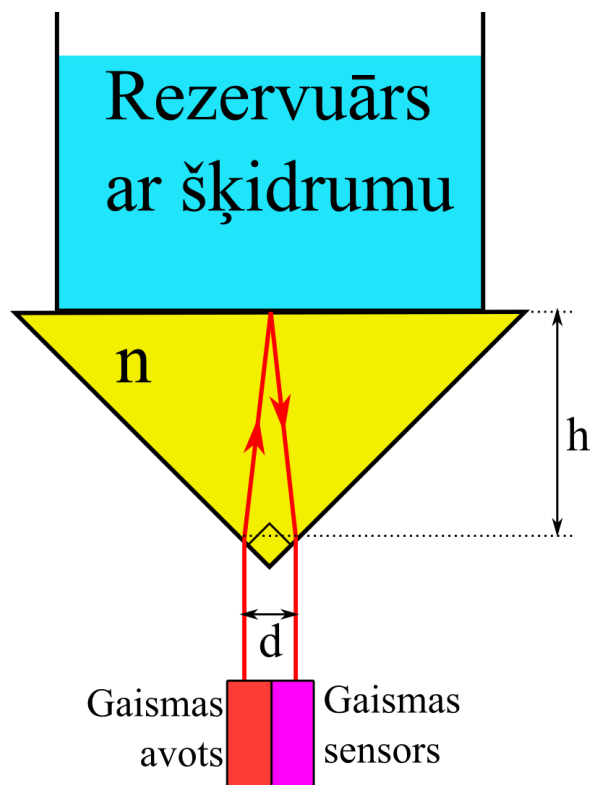
- Lielākam 1.33
- Mazāks par 1.33
- Lielāks par 1.88
- Mazāks par 1.88
- Lielākam par 1.41
- Mazākam par 1.41
- Sistēma strādās pie jebkuras n vērtības, kas lielāka par 1

2. No tehniskā viedokļa šāds ūdens līmeņa sensors aizņems mazāk vietas, ja gaismas avots un gaismas sensors būs iebūvēti vienā iekārtā. Tādā gadījumā no gaismas avota izejošajam staram un gaismas sensorā nonākušajam staram jābūt paralēliem (skatīt 1.2. att.).

Ja prizma ir veidota no materiāla ar gaismas laušanas koeficientu $n = 1.5$, cik liels ir attālums starp paralēlajiem stariem d ? Pieņemt, ka gaisma atstarojas no prizmas augšējās virsmas, kā parādīts attēlā. Attālums no prizmas augšējās virsmas līdz vietai, kur gaisma ieiet un iziet no prizmas ir $h = 5$ cm (skatīt 1.2. att.).

[1 p]

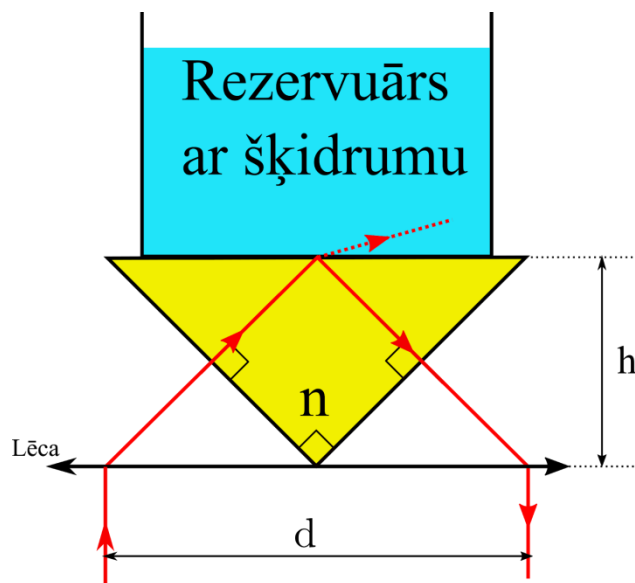
Atbilde: $d =$ cm



1.2. att.

3. Iepriekš apskatītajā gadījumā gaisma neatstarosies no prizmas augšējās virsmas pat, ja tur būtu gaiss, tāpēc šāda konstrukcija nav izmantojama vēlamajam mērķim. Lai pagrieztu gaismas starus, izmantosim lēcu.

Ja plānu lēcu novieto tieši zem prizmas, tad ir iespējams panākt, ka no gaismas avota izejošais stars un gaismas sensorā ieejošais stars ir paralēli un šie stari netiek laužti uz prizmas sānu virsmas (tie ir perpendikulāri sānu virsmai) (skatīt 1.3. attēlu).



1.3. att.

A Cik lielam jābūt lēcas fokusa attālumam, lai iegūtu, ka ieejošais un izejošais gaismas stari ir paralēli dotajam lēcas novietojumam, ja attālums no prizmas augšējās virsmas līdz lēcai ir $h = 6$ cm? [1 p]

Atbilde: $F =$ cm

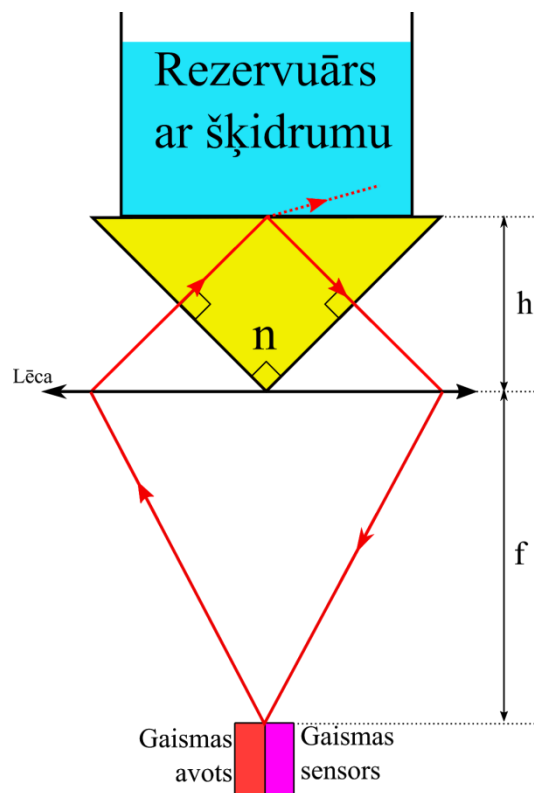
B Cik liels būs attālums d starp paralēlajiem stariem šajā situācijā? [1 p]

Atbilde: $d =$ cm

4. Diemžēl šis attālums starp paralēlajiem stariem ir daudz lielāks par attālumu starp gaismas avotu un gaismas sensoru, kas iebūvēti vienā iekārtā, tāpēc izmantosim citu lēcu, lai vairāk fokusētu starus.

A Cik lielam jābūt lēcas fokusa attālumam, lai, to novietojot attālumā $h = 6$ cm no prizmas augšējās virsmas, iegūtu, ka no gaismas avota izejošais stars un gaismas sensorā nonākošais (ienākošais) stars krustotos attālumā $f = 24$ cm no lēcas (skat. 1.4. att.)? [1 p]

Atbilde: $F =$ cm



1.4. att.

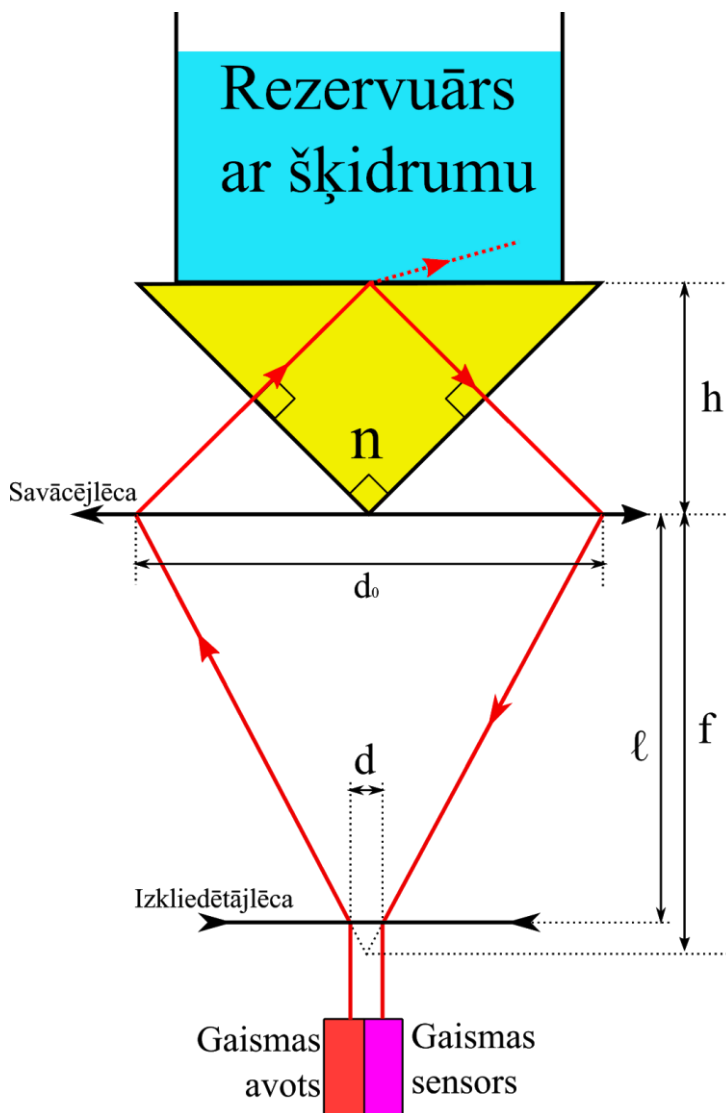
Lai panāktu, ka izejošais un ienākošais stars ir paralēli, izmantosim izkliedētājlēcu. Zināms, ka $f = 24$ cm, $h = 6$ cm un attālums starp ieejošo un izejošos staru savācējlēcā ir $d_0 = 12$ cm (skat. 1.5. att.).

B Cik lielam jābūt izkliedētājlēcas attālumam ℓ no savācējlēcas, ja izkliedētājlēcas fokusa attālums ir $F = 1.2$ cm? [0,5 p]

Atbilde: $\ell =$ cm

C Cik liels būs attālums d starp paralēlajiem stariem šajā gadījumā (skat. 1.5. att.)? [0,5 p]

Atbilde: $d =$ cm



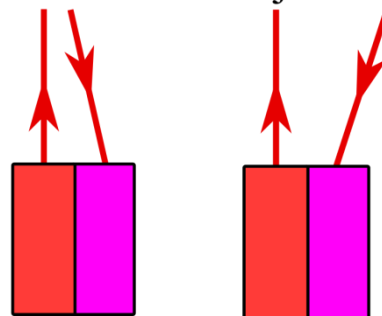
1.5. att.

5. Esam uzbūvējuši sistēmu pēc dotā parauga (skat. 1.5. att.) un aprēķiniem, bet kā jau tas parasti notiek, sistēma uzreiz nestrādā, jo izmantotajiem elementiem atrašanās vietā ir nelielas novirzes no teorētiski aprēķinātajām vērtībām. Mēģināsim paredzēt, kas sistēmā mainīsies kustinot sistēmas elementus!

Tālākajos jautājumos var pieņemt, ka nedaudz mainot konfigurāciju, stari joprojām netiek laužti uz prizmas sānu virsmām (ītajām malām).

Par izkliedētu ienākošo gaismas staru saucim to, kurš attālinās no izejošā gaismas stara, palielinot sensora attālumu no lēcas, bet par saejošu ienākošo gaismas staru saucim to, kurš pietuvinās izejošajam gaismas staram, palielinot sensora attālumu no lēcas (skat. 1.6. att.).

Izkliedēti stari Saejoši stari



1.6. att.

A Ja visi elementi atrodas pareizās vietās tikai prizma tiek pārbīdīta nedaudz pa labi, tad ienākošais gaismas stars **[1 p]**:

- paliek paralēls izejošajam staram un pārvietojas pa labi
- paliek paralēls izejošajam staram un pārvietojas pa kreisi
- kļūst saejošs
- kļūst izkliedēts
- paliek paralēls izejošajam staram un nepārvietojas

B Ja visi elementi atrodas pareizās vietās, tikai prizma (kopā ar rezervuāru) tiek pārbīdīta nedaudz uz augšu, tad ienākošais gaismas stars **[1 p]**

- paliek paralēls izejošajam staram un pārvietojas pa labi
- paliek paralēls izejošajam staram un pārvietojas pa kreisi
- kļūst saejošs
- kļūst izkliedēts
- paliek paralēls izejošajam staram un nepārvietojas

C Ja visi elementi atrodas pareizās vietās tikai savācējlēcu pārvieto nedaudz pa labi, tad ienākošais gaismas stars **[1 p]**

- paliek paralēls izejošajam staram un pārvietojas pa labi
- paliek paralēls izejošajam staram un pārvietojas pa kreisi
- kļūst saejošs
- kļūst izkliedēts
- paliek paralēls izejošajam staram un nepārvietojas

D Ja visi elementi atrodas pareizās vietās tikai izkliedētājlēcu pārvietoto nedaudz uz augšu, tad ienākošais gaismas stars **[1 p]**:

- paliek paralēls izejošajam staram un pārvietojas pa labi
- paliek paralēls izejošajam staram un pārvietojas pa kreisi
- kļūst saejošs
- kļūst izkliedēts
- paliek paralēls izejošajam staram un nepārvietojas

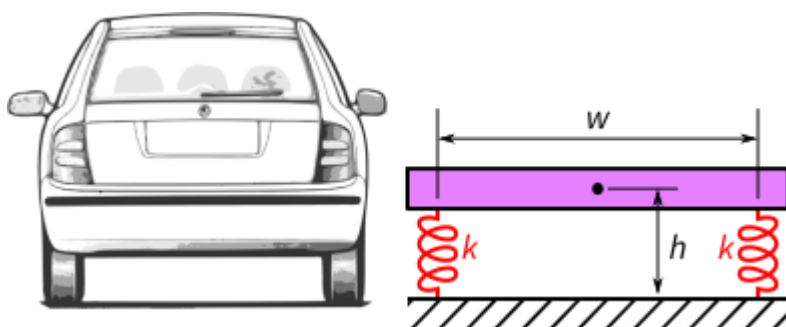
12 – 2 Bedres

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

Braucot ar automašīnu pa ceļu, var daudz kas gadīties. Šajā uzdevumā apskatīsim, ko varētu darīt vadītājs, ja pēkšņi sev priekšā uz šaura ceļa pamana bedri, bet nobremzēt pirms tās vairs nesanāk.

Uzdevumu risinot, pieņemiet, ka mašīnai ir 4 riteņi, tās masa ir $m = 1,00$ t, amortizatoru atsperu stinguma koeficients ir $k = 176$ N/cm, brīvās krišanas paātrinājums ir $g = 9,8$ m/s².

Visa uzdevuma garumā modelēsim automašīnu kā smagu plāksni uz četrām vieglām atsperēm (skat. 1. att.).



1. att.

1.

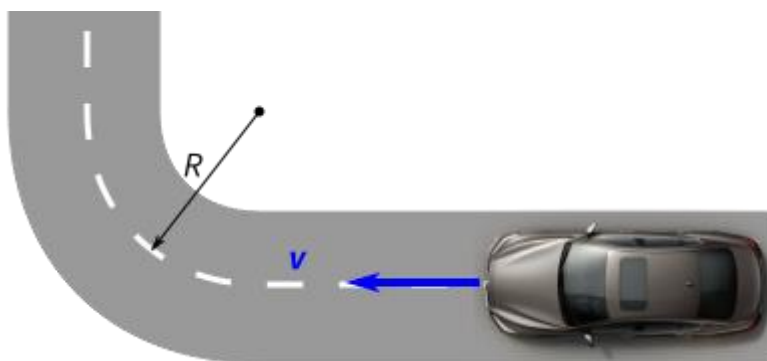
A Cik liels elastības spēks darbojas katrā atsperē, ja mašīna stāv uz horizontāla ceļa? [1 p]

Atbilde: $F =$ kN

B Par cik lielu attālumu ir saspiesta katra atsperē? [1 p]

Atbilde: $\Delta x =$ cm

2. Automašīna sāk kustēties, paātrinās un iebrauc pagriezienā pa labi, kura liekuma rādiuss ir $R = 40,0$ m, ar nemainīgu ātrumu $v = 50,0$ km/h (skat. 2. att.).



2. att.

A Cik liels centrālās spēks darbojas uz automašīnu pagriezienā, pieņemot, ka riepās neizslīd un ka mašīnu var uzskatīt par masas punktu? [1 p]

Atbilde: $F_{cb} =$ kN

B Uz kuru automašīnas pusi darbojas lielāks centrālās spēks, ja automašīnu vairs neuzskata par masas punktu? [0,5 p]

Atbilde:

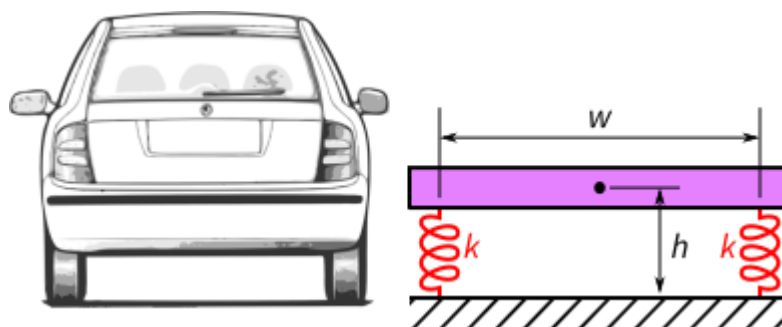
- uz kreiso
- uz labo
- uz abām pusēm vienādi

C Nosakiet sekojošo spēku radīto momentu zīmes rotācijai attiecībā pret mašīnas masas centru automašīnai pagriezienā (skat. 2. att.), skatoties uz to no aizmugures (ņemiet vērā, ka pozitīva zīme atbilst rotācijai pretēji pulksteņrādītāja virzienam): [5 x 0,4 p]

Atbilde:

Spēki	"+"	"-"	0
• smaguma spēks			
• berzes spēki, kas darbojas uz automašīnas labās puses riteņiem			
• berzes spēki, kas darbojas uz automašīnas kreisās puses riteņiem			
• ceļa reakcijas spēki, kas darbojas uz automašīnas labās puses riteņiem			
• ceļa reakcijas spēki, kas darbojas uz automašīnas kreisās puses riteņiem			

3. Uzdevumu risinot tālāk, pieņemsim, ka attālums starp automašīnas labajiem un kreisajiem riteņiem ir $w = 1,40$ m un mašīnas masas centrs atrodas augstumā $h = 50,0$ cm (skat. 3. att.). Automašīna brauc pagriezienā pa labi, kura liekuma rādiuss ir $R = 40,0$ m, ar nemainīgu ātrumu $v = 50,0$ km/h.



3. att.

A Cik liela ir visu berzes spēku kopsumma, kas darbojas uz riteņiem? [1 p]

Atbilde: $F_b =$ kN

B Cik liela ir visu elastības spēku kopsumma, kas darbojas uz automašīnas labās puses riteņiem pagriezienā, t.i. pagrieziņa iekšpusē (skat. 2. un 3. att.)? [1 p]

Atbilde: $F =$ kN

C Cik liela ir augstumu starpība starp mašīnas kreiso un labo malu? [1 p]

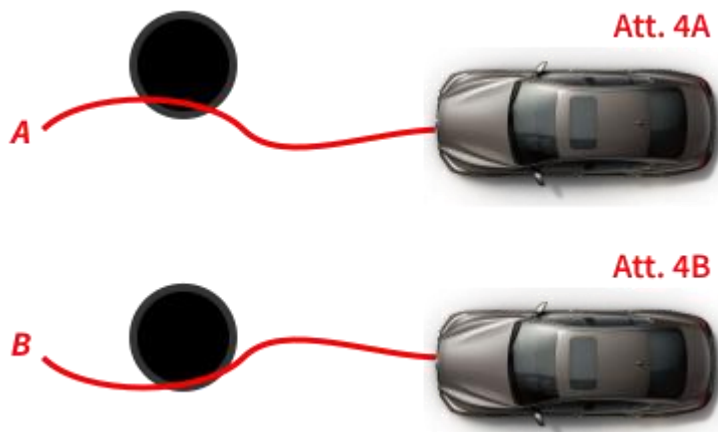
Atbilde: $\Delta x =$ cm

4. Atgriezoties pie uzdevuma galvenās problēmas – ko darīt, ja bedri pamana pārāk vēlu, lai paspētu nobremzēt pirms tās — apskatīsim vienu no iespējamiem variantiem. Piebraucot pie bedres, stūre ir krasi jāpagriež uz vienu pusi un uzreiz pēc tam — krasi uz otru pusi. Tādējādi var panākt, ka ritenis, kas atradīsies virs bedres, „pārlidos” tai pāri.

A Cik lielam ir jābūt otrā pagrieziņa maksimālajam rādiusam, lai riteņi, kas atradīsies bedres pusē, atrautos no zemes un pārlidotu bedrei pāri? Mašīna kustas ar ātrumu $v = 50 \text{ km/h}$. [1 p]

Atbilde: $R_{\max} =$ m

B Kādā veidā ir jāapbrauc bedre A punktā apskatītajā situācijā, lai automašīnas riteņi, kas atradīsies virs bedres, pārlidotu bedrei pāri? [0,5 p]



2.4. att.

Atbilde:

- A
- B
- gan A, gan B

12 – 3 Metālu vadītspēja

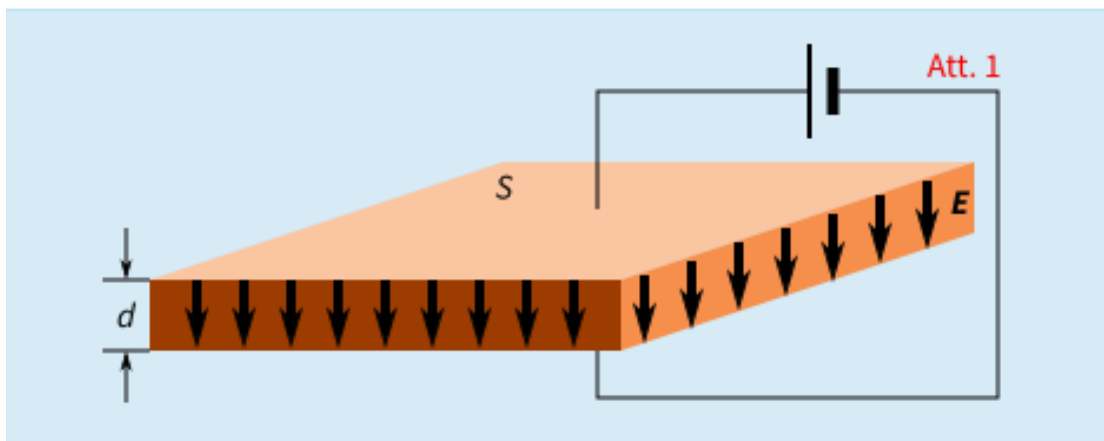
Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Šajā uzdevumā apskatīsim vienkāršotu modeli metālu vadītspējai. Vadītspējas elektronu kustība metālā ir haotiska un tos var uzskatīt par ideālu gāzi.

Metāla elektrisko pretestību raksturo vidējais laiks τ starp divām secīgām elektrona sadursmēm ar kristālrežģi. Šo parametru sauc par relaksācijas laiku. Pēc katras sadursmes elektrona ātruma lielums un virziens kļūst pilnīgi nejaušs (ar nulles vidējo vērtību).

Starp sadursmēm visi elektroni vienmērīgi paātrinās ārējā elektriskā lauka E ietekmē. Elektrisko strāvu nosaka laikā vidējais kustības ātrums elektriskā lauka virzienā v_{vid} .

1. Apskatīsim eksperimentu, kurā vara plāksnītei pievienojam divus elektrodus starp kuriem ir spriegums $U = 1 \mu\text{V}$. Vara plāksnītes augstums ir $d = 1 \text{ cm}$ un šķērsriezuma laukums $S = 30 \text{ cm}^2$ (skat. 1. att.). Elektrona lādiņš ir $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, elektrona masa ir $m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.



A Cik liela ir elektriskā lauka intensitāte E vara plāksnītes iekšienē? [1 p]

Atbilde: $E =$ V/m

B Cik lielu paātrinājumu elektriskais lauks piešķir elektroniem vara plāksnītes iekšienē? [1 p]

Atbilde: $a =$ m/s^2

C Cik liels ir vidējais elektronu ātrums v_{vid} starp divām secīgām sadursmēm, ja $\tau = 3 \cdot 10^{-14} \text{ s}$? [1 p]

Atbilde: $v_{\text{vid}} =$ m/s

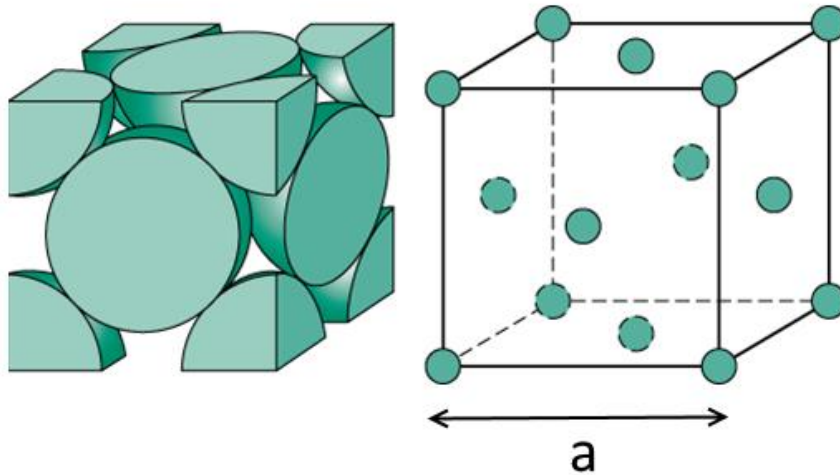
D Pie kādas citas sprieguma vērtības, vidējais elektronu ātrums materiālā ir $v_{\text{vid}} = 10^{-6} \text{ m/s}$ (vērtība nesakrīt ar iepriekšējā punktā aprēķināto). Pieņemot, ka relaksācijas laika vērtība vēl joprojām ir $\tau = 3 \cdot 10^{-14} \text{ s}$, cik liela siltuma jauda P izdalās uz vienu elektronu izdalās vara plāksnītē? [1 p]

Atbilde: $P =$ W

E Ja pieliktais spriegums būtu divreiz lielāks, bet relaksācijas laiks būtu divreiz mazāks, tad siltuma jauda, kas izdalās plāksnītē, būtu [1 p]

- divas reizes lielāka
- divas reizes mazāka
- četras reizes lielāka
- četras reizes mazāka
- tāda pati

2. Vara kristālrežģa kubiskajā šūnā vara atomi atrodas katrā kuba stūrī, kā arī katras skaldnes centrā (skat. 2. att.- kreisā pusē vara kristālrežģa kubiskā šūna, labajā pusē - atomu centru izvietojuma shematiskais attēlojums).



2. att.

Garuma mērvienība, kuru lieto, lai aprakstītu attālumus mikropasaulē un kas ir salīdzināma ar atoma izmēriem ir **angstrēms** (Å). $1\text{Å} = 10^{-10}\text{ m}$

Elektronu koncentrācija n ir brīvu elektronu skaits materiāla tilpuma vienībā.

A Lodveida atomu modelī, kas attēlots zīmējumā (3.2. att.) pa kreisi, viena atoma rādiuss ir $r = 1.3\text{ Å}$. Cik gara ir šūnas mala a ? **[1 p]**

Atbilde: $a =$ Å

B Katrs vara atoms vadītspējai atdod divus valences elektronus. Cik liels ir elektronu blīvums n ? **[1 p]**

Atbilde: $n =$ $1/\text{m}^3$

C Pieņemot, ka elektronu koncentrācija ir $n = 6 \cdot 10^{28}\text{ m}^{-3}$ un vidējais ātrums ir $v_{\text{vid}} = 10^{-6}\text{ m/s}$ (**šīs vērtības var atšķirties no iepriekšējos uzdevuma punktos aprēķinātajām!**), cik stipra strāva plūst caur vara plāksnīti.

Spriegums starp elektrodiem $U = 1\text{ μV}$. Vara plāksnītes augstums ir $d = 1\text{ cm}$ un šķērsriezuma laukums $S = 30\text{ cm}^2$ (skat. 3.1. att.). **[1 p]** No šiem datiem aprēķini, cik liela ir vara īpatnējā pretestība? **[1 p]**

Atbilde: $I =$ A; $\rho =$ $\Omega \cdot \text{m}$

D Ja elektronu kustības ātrums būtu divas reizes lielāks, bet elektronu koncentrācija – divas reizes mazāka vara plāksnītē, tad elektronu skaits, kas laika periodā Δt izplūdis caur plāksnītes šķērsriezumu salīdzinājumā ar iepriekš apskatīto situāciju (jautājumā 2C) būs **[1 p]**

- divas reizes lielāks
- divas reizes mazāks
- četras reizes lielāks
- četras reizes mazāks
- tāds pats