

Fizikas 63. valsts olimpiādes III posms

Uzdevumi

**Eksperimentālā kārtā
2013. gada 14. martā**

9. klase

Jums tiek piedāvāti divi uzdevumi: eksperiments un demonstrējuma skaidrojums. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Laiks — 180 minūtes.

1. demonstrējums. Peldošā svece.

Izveido pats eksperimenta demonstrējumu, vēro tā gaitu, apraksti pamanītos efektus un atbildi uz jautājumiem!

Darba piederumi:

Svece ar apakšgalā ieskrūvētu skrūvi, sērkociņu kastīte, caurspīdīga plastmasas glāzīte ar ūdeni istabas temperatūrā, stieplītes gabals.

Darba gaitā esi uzmanīgs un ievēro ugunsdrošības noteikumus!

Darba gaita:

1. Iededz sveci!
2. Ļoti brīvi aptin ap sveci vienu vījumu no stieplītes vidusdaļas!
3. Uzmanīgi ieliec vertikālu degošu sveci ūdenī, lai tā nenodzistu!
4. Piestiprini stieplītes galus glāzes apmalei tā, lai stieplītes cilpa ap sveci būtu nedaudz lielāka par sveces diametru un atrastos uzreiz zem ūdens virsmas tās centrā!
5. Vēro savu eksperimenta demonstrējumu vismaz 1 stundu!

Atbildi uz jautājumiem (to var sākt darīt uzreiz, kamēr novērojami efekti pakāpeniski izpaužas):

1. Kas notiktu, ja peldošai svecei izskrūvētu skrūvi?
2. Kas varētu notikt, ja peldošai svecei nogrieztu kādu daļu no augšgala?
3. Kas notiktu, ja nogrieztu tieši to daļu, kas pašlaik atrodas virs ūdens līmeņa?
4. Kādas sveces degšanas īpatnības Tu pamanīji jau pirmajās minūtēs vai desmitos minūšu, kas atšķir ūdenī degošu sveci no gaisā degošas sveces?
5. Kāds ir šo atšķirību cēlonis?
6. Kas notiek ar sveci un tās degšanas īpatnībām stundas vai ilgākā laikā?

2. eksperiments. Plastilīna blīvuma noteikšana.

Darba piederumi:

Plastilīns, stikla trauks, plastmasas trauks ar ūdeni, papīra strēmele ar nezināma izmēra vienādām rītiņām, līmlente, šķēres.

Darba uzdevumi:

1. Izdomā metodi plastilīna blīvuma noteikšanai, ja ir zināms ūdens blīvums: $\rho_0 = 1.0 \text{ g/cm}^3$! Izklāsti savu metodi!
2. Izveido no dotajiem piederumiem eksperimenta iekārtu savas metodes īstenošanai un apraksti to!
3. Veic eksperimentu!
4. No iegūtajiem mērskaitļiem, aprēķini plastilīna blīvumu!

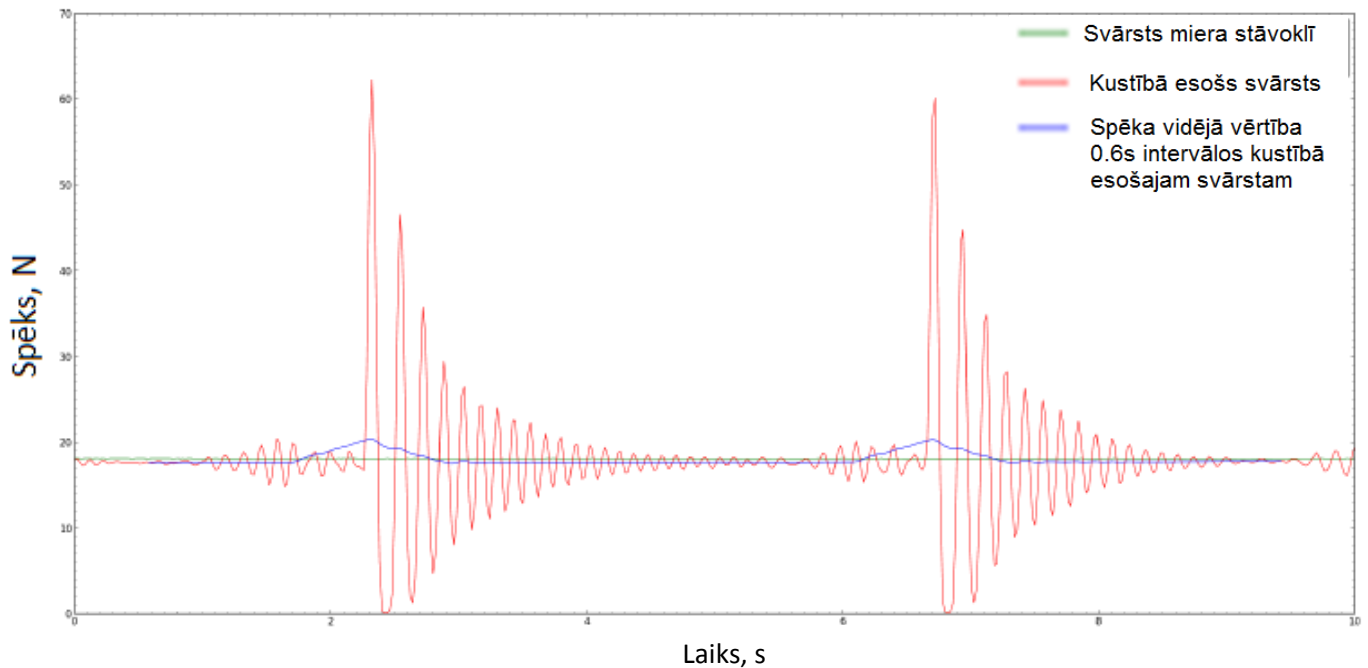
Piezīme: drīkst pieņemt, ka stikla trauks ir ar vienādu iekšējo šķērsriezuma laukumu visā tā garumā.

10. klase

Jums tiek piedāvāti divi uzdevumi: eksperiments un demonstrējuma skaidrojums. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Laiks — 180 minūtes.

1. demonstrējums. Maksvela svārsts.

Maksvela svārsts sastāv no masīva diska, kas nostiprināts uz daudz tievākas ass. To masas centri aptuveni sakrīt ar abu ģeometrisko centru. Abos ass galos pie tās sāna nekustīgi piestiprināts pa aukliņai. Mūsu eksperimentā aukliņas ir elastīgas (resni kaprona diegi), Maksvela svārsts tajās piekārts pie spēka sensora. Ja disku ar asi sākam griezt, aukliņas uztinas uz ass. Demonstrējumu sākam, palaižot to vaļā. Spēka sensora rādījumus caur datu uzkrājēju saņem dators un attēlo grafikā uz lielā ekrāna. Zemāk ar saraknu krāsu ir attēlots šādā veidā iegūtā spēka atkarība no laika. Laika skalas nulles punkts aptuveni atbilst svārsta palaišanas brīdim. Papildus ar zilu līniju ir attēlotas spēka vidējās vērtības, rēķinot 0.6 sekunžu garajos intervālos kustībā esošajam svārstam.



Darba uzdevumi:

1. Vēro demonstrējumu, rūpīgi apraksti katru pamanīto efektu (pat tos, ko nevari izskaidrot). Ja vari, katra efekta aprakstu sasaisti ar attiecīgo grafika fragmentu un sniedz izskaidrojumu.
2. Salīdzini visas trīs līknes grafikā un paskaidro svārsta svāra izmaiņas laikā! Sāc ar vienkāršākajiem efektiem!
3. Apraksti dažādu veidu enerģiju izmaiņas novērotajos svārstību procesos, salīdzini šo enerģiju maksimālās vērtības!
4. Paskaidro, kā izmainītos grafikā, ja disku nomainītu pret citu, kuram būtu tāda pati masa, bet mazāks diametrs!

2. eksperiments. Ripojošās burciņas.

Darba piederumi:

Dēlis, stikla burciņa, trauks ar smiltīm, trauks ar ūdeni, trauks ar mannas putraimiem, kausiņš burciņas pildīšanai, lineāls.

Darba uzdevumi:

Noliec dēli uz galda, uz tā uzliec tukšu burciņu. Pakāpeniski palielini leņķi starp dēli un galdu. Ar α apzīmēsim leņķi starp dēli un galdu, pie kura burciņa vairs nevar stāvēt uz vietas un sāk rīpot. Ar ω apzīmēsim burkas aizpildījumu (t. i., vielas tilpuma un burkas tilpuma attiecību).

Darba uzdevumi jāveic norādītā secībā, lai nebētu smiltis mitrā burciņā. Ievēro, ka burciņa var būt nesimetriska, tāpēc liec to vienmēr uz vienas un tās pašas vietas, kas apzīmēta ar melnu svītru.

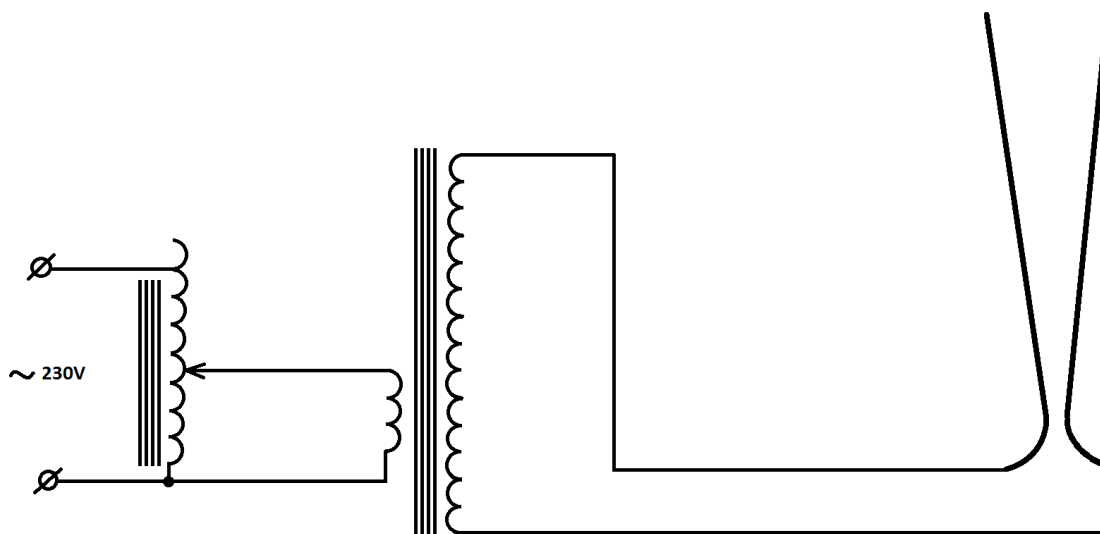
1. Izdomā veidu, kā var noteikt α vērtību ar pieejamiem darba piederumiem.
2. Uzņem atkarību $\alpha(\omega)$ burciņai ar smiltīm. Uzzīmē grafiku un izskaidro iegūtos rezultātus.
3. Uzņem atkarību $\alpha(\omega)$ burciņai ar mannas putraimiem. Uzzīmē grafiku. Ja līkne atšķiras no 2. punktā uzņemtās, tad pamato, kāpēc.
4. Uzņem atkarību $\alpha(\omega)$ burciņai ar ūdeni. Uzzīmē grafiku. Ja līkne atšķiras no 2. un 3. punktā uzņemtām, tad pamato, kāpēc.

11. klase

Jums tiek piedāvāti divi uzdevumi: eksperiments un demonstrējuma skaidrojums. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Laiks — 180 minūtes.

1. demonstrējums. Skrejošais loks.

Autotransformators ir pieslēgts elektriskajam tīklam, tā izeja savienota ar lielākas jaudas transformatora ieeju, kurš daudzkārt paaugstina spriegumu. Šai augstsprieguma izejai pievienoti divi gandrīz vertikāli vara stieņi, kuru apakšējie gali atliekti. Stieņu augšējie gali atrodas tālāk viens no otra, nekā lejasdaļa.



Autotransformatora izejas spriegumu lēni paaugstina no nulles līdz vērtībai, pie kuras starp stieņiem iedegas elektriskais loks gaisā, bet tālāk nepalielina.

Vēro eksperimenta demonstrējumu, apraksti redzēto, izskaidro to un atbildi uz jautājumiem!

1. Kāpēc elektriskais loks iedegas vietā, kur attālums starp stieņiem ir vismazākais?
2. Kas notiek ar gaisu elektriskā loka tuvākajā apkārtnē? Kāpēc?
3. Kādēļ elektriskais loks nepaliek tur, kur iededzies, bet pārvietojas?
4. Kāpēc katrs elektriskais loks beigās pārtrūkst un nevar turpināt degt ilgāk?
5. Kādēļ nākošais elektriskais loks iedegas tikai tad, kad iepriekšējais nodzisis?
6. Vai autotransformatora izejas sprieguma tālāka paaugstināšana padarītu demonstrējumu krāšņāku? Kāpēc? Kādas izmaiņas eksperimenta gaitā tas varētu radīt? Ņem vērā, ka autotransformatora maksimālā jauda tikai nedaudz pārsniedz šim eksperimenta demonstrējumam nepieciešamo.

2. eksperiments. Elektrostatika.

Darba piederumi:

Divi folijas gabali, plastmasas glāze, multimetrs ar diviem vadiem, lineāls, stikla mēģene, auduma gabals, AA baterija, līmlente, šķēres.

Darba uzdevumi:

1. Ieslēdz multimetru „2000 mV” režīmā, kā tas parādīts kreisajā attēlā. Uz ekrāna tas rādīs potenciālu starpību (spriegumu) starp melno un sarkano vadu, t. i., $U = \varphi_{\text{sarkans}} - \varphi_{\text{melns}}$. Savieno multimetra vadus ar baterijas poliem. Noskaidro, kad uz displeja parādās pozitīvs spriegums – kad sarkanais vads pieslēgts pie "+" pola un melnais vads pieslēgts pie "-" pola, vai arī otrādi (sarkanais pie "-" un melnais pie "+")? No folijas un glāzes uztaisi konstrukciju, kas ir redzama labajā attēlā. Sarkano vadu pieslēdz pie iekšējās folijas, bet melno – pie ārējās.



2. Sabierzē apmēram 10 cm garu lineāla posmu ar doto auduma gabalu. Pārliecinies, ka voltmetrs rāda kaut kādu skaitli, kad lineāls a) tiek likts iekšā glāzē vai b) tiek ņemts ārā no glāzes. Kāpēc a) un b) gadījumos voltmetra rādījuma zīmes ir atšķirīgas? Savukārt, kad lineāls atrodas glāzes iekšā un ir nekustīgs, voltmetra rādījums ir tuvs nullei. Pamato, kāpēc tā tas ir.
3. Veic sekojošus eksperimentus:
 - a) Vienmērīgi iebīdi lineālu glāzē iekšā (vēlams, lai apmēram vienas sekundes laikā tas sasniedz glāzes dibenu). Atkārto šo darbību vairākas reizes un nosaki raksturīgo sprieguma vērtību. Turpmākajos aprēķinos pieņem, ka tā vērtība ir spēkā visu laiku, kad notiek lineāla kustība. Novērtē strāvas lielumu, kas plūst caur voltmetru, ja zināms, ka tā ieejas pretestība ir 10^6 omi.
 - b) Novērtē lādiņa q_v lielumu, kas izplūst caur voltmetru procesa laikā. Var uzskatīt, ka multimetra „izšķirtspēja” ir apmēram 0,5 sekundes (t. i., skaitlis uz displeja mainās ik pēc pussekundes). Nosaki šā lādiņa zīmi, uzskatot, ka $q_v > 0$, ja pa sarkano vadu voltmetrā ieplūst pozitīvs lādiņš.
 - c) Lādiņu, kas atrodas uz tās lineāla daļas, kura atrodas glāzes iekšpusē, apzīmēsim ar q_1 . Nosaki q_1 vērtību un zīmi, pamato savu atbildi.
 - d) Uzskati, ka lādiņš uz lineāla ir vienmērīgi sadalīts 10 cm garajā posmā. Ir zināms, ka vienmērīgi uzlādētas plāksnes, kuras laukums ir S , tuvumā elektriskajam laukam ir spēkā formula

$E = \frac{q}{2S\epsilon_0}$, kur E ir elektriskā lauka intensitāte, ϵ ir vides dielektriskā caurlaidība, ϵ_0 ir vakuuma dielektriskā caurlaidība. Novērtē E , ko rada lādēts lineāls.

4. Atkārto 3. uzdevumā minētos eksperimentus, izmantojot saberzētu stikla mēģeni. Ievēro, ka vienmērīgi uzlādēta cilindra tuvumā elektriskais lauks ir

$$E = \frac{q}{2\pi r L \epsilon_0} ,$$

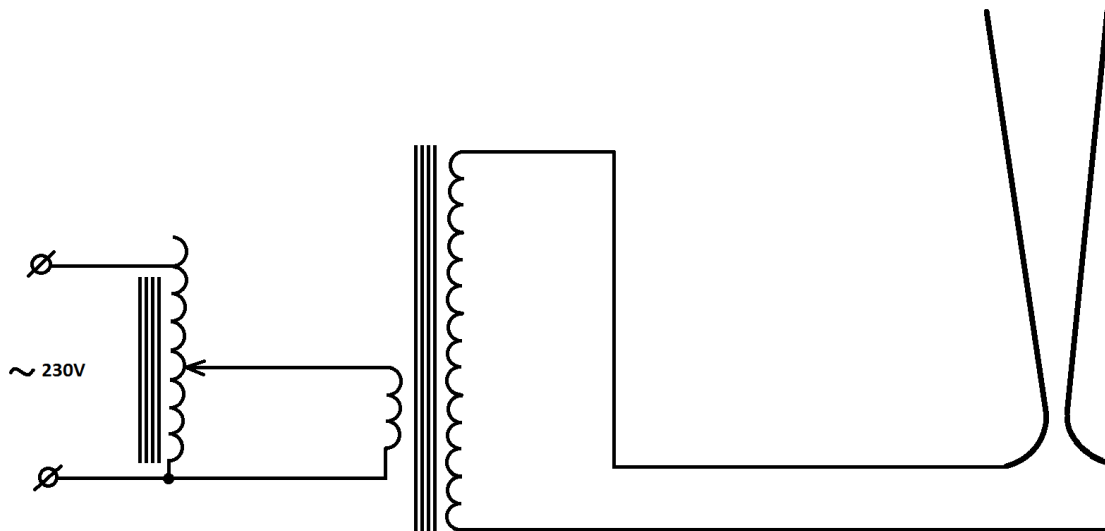
kur r ir cilindra rādiuss un L ir cilindra garums.

12. klase

Jums tiek piedāvāti divi uzdevumi: eksperiments un demonstrējuma skaidrojums. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Laiks — 180 minūtes.

1. demonstrējums. Skrejošais loks.

Autotransformators ir pieslēgts elektriskajam tīklam, tā izeja savienota ar lielākas jaudas transformatora ieeju, kurš daudzkārt paaugstina spriegumu. Šai augstsprieguma izejai pievienoti divi gandrīz vertikāli vara stieņi, kuru apakšējie gali atliekti. Stieņu augšējie gali atrodas tālāk viens no otra, nekā lejasdaļa.



Autotransformatora izejas spriegumu lēni paaugstina no nulles līdz vērtībai, pie kuras starp stieņiem iedegas elektriskais loks gaisā, bet tālāk nepalielina.

Vēro eksperimenta demonstrējumu, apraksti redzēto, izskaidro to un atbildi uz jautājumiem!

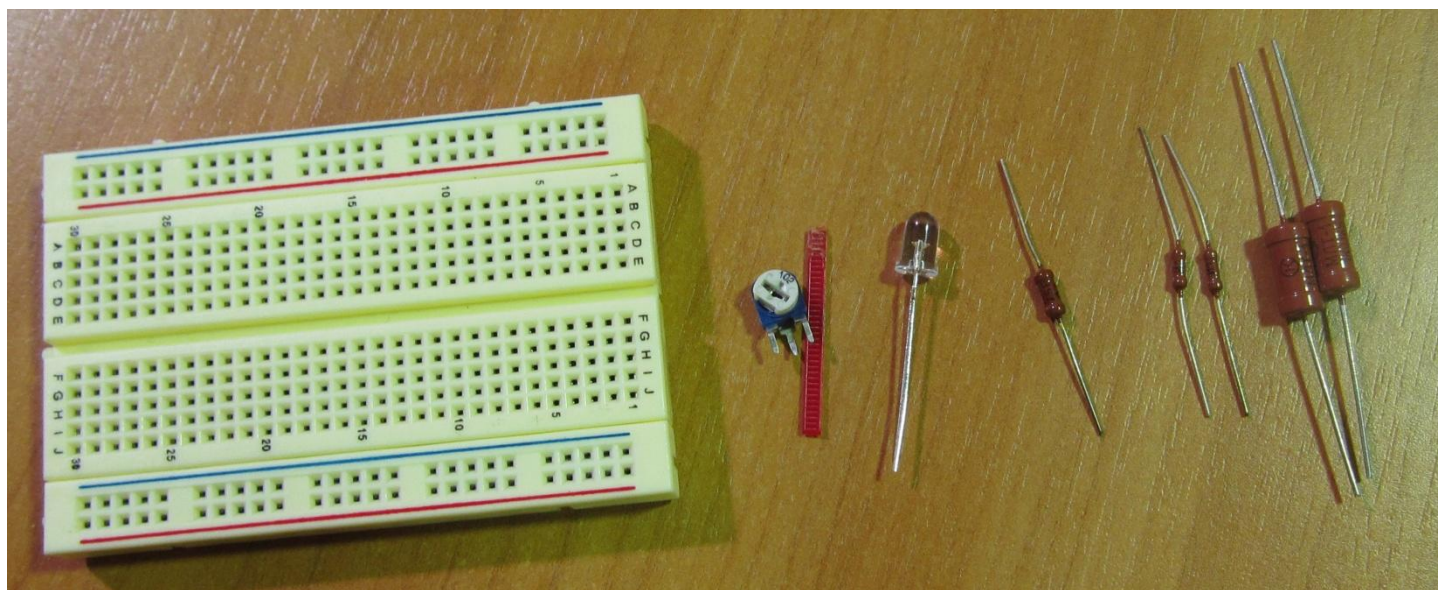
1. Kāpēc elektriskais loks iedegas vietā, kur attālums starp stieņiem ir vismazākais?
2. Kas notiek ar gaisu elektriskā loka tuvākajā apkārtnē? Kāpēc?
3. Kādēļ elektriskais loks nepaliek tur, kur iededzies, bet pārvietojas?
4. Kāpēc katrs elektriskais loks beigās pārtrūkst un nevar turpināt degt ilgāk?
5. Kādēļ nākošais elektriskais loks iedegas tikai tad, kad iepriekšējais nodzisis?
6. Vai autotransformatora izejas sprieguma tālāka paaugstināšana padarītu demonstrējumu krāšņāku? Kāpēc? Kādas izmaiņas eksperimenta gaitā tas varētu radīt? Ņem vērā, ka autotransformatora maksimālā jauda tikai nedaudz pārsniedz šim eksperimenta demonstrējumam nepieciešamo.

2. eksperiments. Spīddiode.

Diode ir pusvadītāju ierīce, kuras pretestība ir atkarīga no strāvas plūšanas virziena un strāvas stipruma. Virzienu, kurā diode strāvu praktiski nevada sauc par sprostvirzienu, savukārt sprostvirzienam pretējais ir caurlaidības virziens.

Darba piederumi:

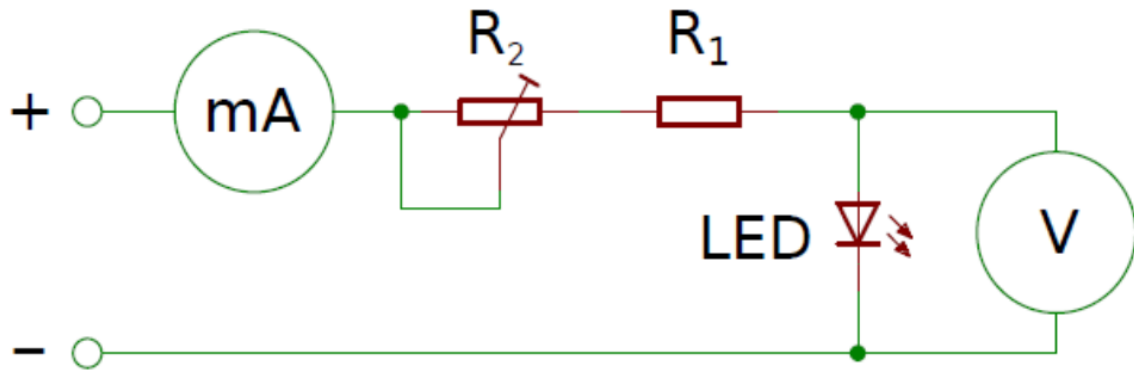
Spīddiode, kas izstaro oranžajā spektra daļā, pieskaņošanas rezistors ar pretestību $1\text{ k}\Omega$, divi rezistori ar pretestību $1\text{ k}\Omega$ (marķējums 1KOJX5), vienas rezistors ar pretestību 75Ω (marķējums 75E), divi rezistori ar pretestību $350\text{k}\Omega$ (marķējums M35), divi multimetri, montāžas vadi, līdzsprieguma avots.



Darba piederumu attēls: montāžas plātne, maiņrezistors ar trīs kontaktiem, sarkanas plastmasas plāksne maiņrezistora regulēšanai, spīddiode, rezistori: 1 x 75E, 2 x M35 un 2 x 1KOJX5.

Lai nesabojātu spīddiodi, caur to plūstošā strāva nedrīkst pārsniegt 30 mA!

1. Izmantojot miliampērmētru un 75Ω rezistoru, nosaki, kurš spīddiodes izvads (īsākais vai garākais) ir jāslēdz pie sprieguma avota pozitīvā (+) izvada, lai tā būtu ieslēgta caurlaidības virzienā? Kurā virzienā ir jāieslēdz spīddiode (sprostvirzienā vai caurlaidības virzienā) lai tā spīdētu?
2. Nosaki sprieguma uz spīddiodes atkarībā strāvas, kas plūst caur to caurlaidības virzienā! Šim eksperimentam izmanto 1. zīmējumā doto shēmu. Izvēlieties atbilstošu rezistoru R_1 , nepieciešamības gadījumā to nomainot ar citu. Rezultātus uzrādi tabulas veidā un attēlo grafiski.



1. zīm. Eksperimenta shēma.

3. Spīddiodes voltampēru raksturlīkni tuvināti apraksta ar sakarību

$$I = I_m e^{\frac{q_e(U - Ir)}{nk_B T}}$$

Šeit I_m ir konstante (mazākumlādiņnesēju strāva), q_e ir elektrona lādiņa absolūtā vērtība, U ir spriegums uz spīddiodes, r ir spīddiodes iekšējā pretestība, n ir diodes kvalitātes koeficients, k_B ir Bolcmaņa konstante un T ir absolūtā temperatūra. Diodes kvalitātes koeficient n ir atkarīgs no elektronu-caurumu rekombinācijas biežuma. Ja $n = 1$, tad šādas rekombinācijas ir ļoti retas. Savukārt, ja rekombinācijas ir biežas, tad $n > 1$. Izrādās, ka n ir nedaudz atkarīgs arī no strāvas, kas plūst caur diodi.

Izmantojot divus no mērījumu punktiem lielu strāvu apgabalā, un pieņemot, ka atbilstošais kvalitātes koeficients ir $n = 2$, aprēķini spīddiodes iekšējo pretestību r !

4. Izmantojot mērījumu rezultātus centies noteikt arī n un attiecīgi precizēt r .