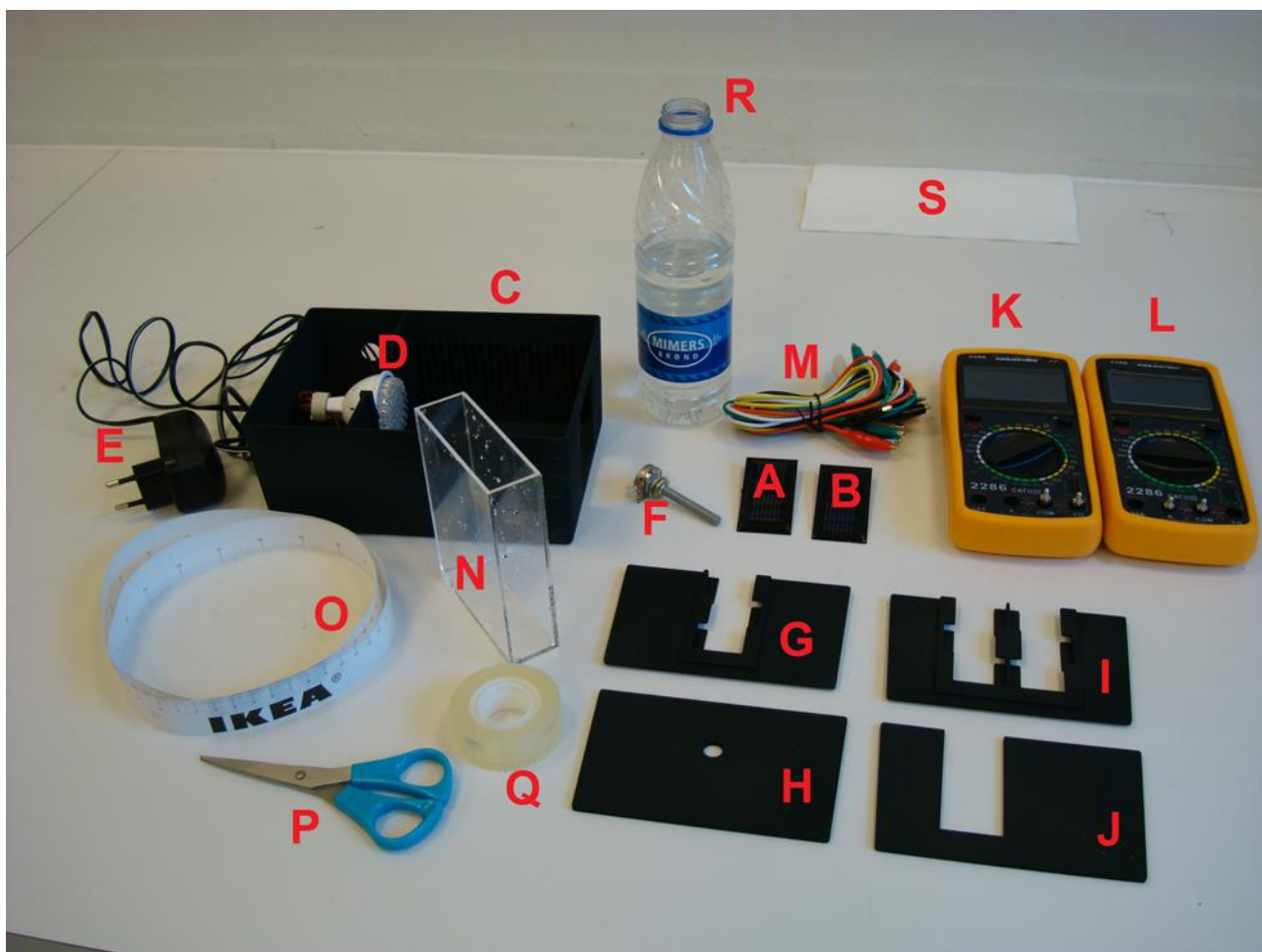


2.0 Ievads

Piederumi šim eksperimentam ir parādīti 2.1. attēlā.



2.1. attēls. Piederumi eksperimentālajam uzdevumam E2:

A, B: Saules elementi

C: Kaste ar spraugām gaismas avota, saules bateriju utml. iestiprināšanai

D: Mirdzdižo (LED) gaismas avots ar rāmi

E: Barošanas bloks gaismas avotam D

F: Maiņrezistors

G: Rāmis viena saules elementa iestiprināšanai kastē C

H: Apaļā diafragma (jeb apertūra; caurums necaurspīdīgā ekrānā), kuru var iestiprināt kastē C

I: Rāmis divu saules elementu iestiprināšanai kastē C

J: Aizsegs, kuru var iestiprināt kastē C

K, L: Digitālais multimetrs

M: Vadi ar mazām „krokodilu” spailēm

N: Optiskais trauks (kivete)

O: Mērlente

- P:** Šķēres
Q: Skočs
R: Ūdens iepildīšanai optiskajā traukā N
S: Papīra dvielis liekā ūdens noslaucīšanai
T: Trauks ūdenim no optiskā trauka N (nav parādīts attēlā)
U: Plastmasas pipete (nav parādīta attēlā)
V: Kastes C vāks (nav parādīts attēlā)

Datu tabula: fundamentālās konstantes

| | |
|------------------------|--|
| Gaismas ātrums vakuumā | $c = 2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ |
| Elementārlādiņš | $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ |
| Bolcmaņa konstante | $k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ |

Saules elements pārvērš daļu no krītošās gaismas elektromagnētiskā starojuma enerģijas elektriskajā enerģijā, atdalot pretējos lādiņus elementa iekšienē. Šādā veidā var radīt elektrisko strāvu. Uzdevuma E2 mērķis ir izpētīt saules elementus, izmantojot piedāvātos piederumus. Starp piederumiem ir atrodama kaste ar rāmjiem, kuros var iestiprināt gaismas avotu, saules elementus uc. Maiņrezistors ir jāiestripina kastē, skaties 2.2.attēlu. Viens no trīs maiņrezistora kontaktiem tika novākts, jo eksperimentam būs vajadzīgi tikai divi atlikušie kontakti. Ir doti vadi ar mazām „krokodilu” spailēm un divi saules elementi (iezīmēti ar diviem unikāliem numuriem un burtiem A vai B); saules elementu kontakti ir aizmugurē. Divi saules elementi ir līdzīgi bet nedaudz atšķirīgi. Divi multimetri ir aprīkoti ar uzgaļiem tā, lai tos varētu izmantot attiecīgi kā voltmetru un ampērmetru, skaties 2.3. attēlu. Šajā uzdevumā mēs arī izmantosim optisko trauku no pirmā eksperimentālā uzdevuma, kā arī dzeramo ūdeni no pudeles.



2.2. attēls. (a) Kaste ar gaismas avotu un izņemtu rezistoru. (b) Kastē iestiprināts rezistors. Ievēro, ka mazs pulķis uz rezistora ir ievietots caurumā kastē pa labi no rezistora ass.



2.3. attēls. Multimetri ar kontaktiem ampērmetra (**pa kreisi**) un voltmetra (**pa labi**), slēgumiem. Lai ieslēgtu mērinstrumentu ir jānospiež poga “POWER” augšējā kreisajā stūrī. Mērinstruments izslēdzas automātiski, ja netiek lietots noteiktu laiku. Ar to var mērīt gan līdzstrāvu un līdzspriegumu (=), gan maiņstrāvu un maiņspriegumu (~). Voltmetra iekšējā pretestība ir 10 MΩ, neatkarīgi no mērīšanas diapazona. Ampērmetra spriegums ir 200 mV pie maksimālās strāvas, neatkarīgi no mērīšanas diapazona. Ja mērīšanas diapazons tiek pārsniegts, displejs rāda “1”, un Tev būs tas jāpārslēdz uz diapazonu ar augstākām vērtībām. Poga “HOLD” (augšējā labajā stūrī) ir jālieto tikai ja gribi nofiksēt kāda atsevišķa mērījuma rezultātu.

BRĪDINĀJUMS: *Nelieto multimetru kā ommetru ar saules elementiem, jo mērīšanas strāva var tos sabojāt! Pārslēdzot mērīšanas diapazonu, esi uzmanīgs. Slēdzis ir nenoturīgs un var salūzt. Pārliecinies, ka displeja apakšā zem decimālā punkta rādās skaitlis – ja slēdzis nav pilnībā pārslēdzies, multimetrs neveiks mērījumus, pat ja uz displeja ir redzami cipari.*

Ievēro: Nemaini barošanas bloka spriegumu. Tam ir jābūt vienādam ar 12 V visa eksperimenta gaitā. (Gaismas avota barošanas bloks ir jāieslēdz ~230 V rozetē pie galda).

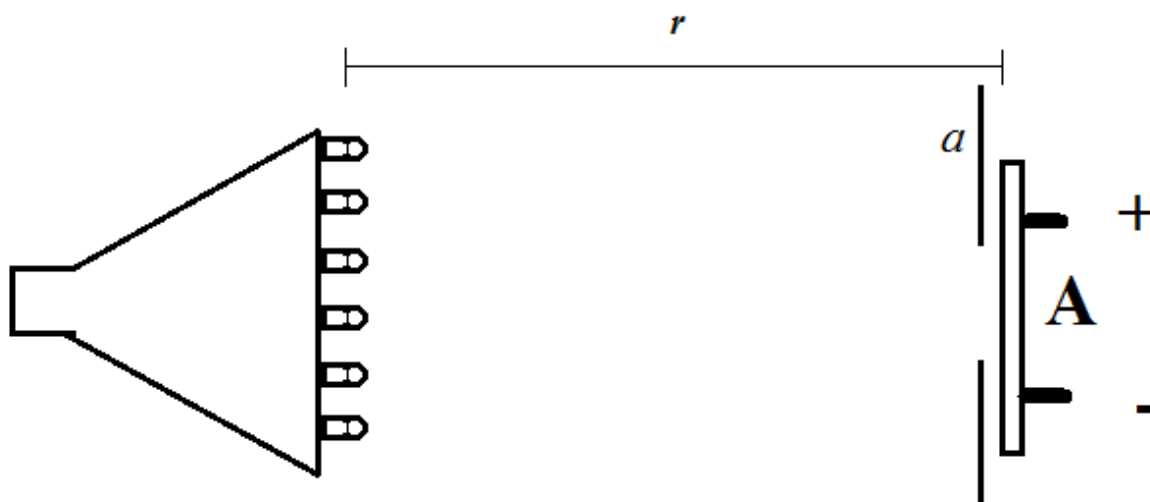
Kļūdu intervāli ir jānorāda tikai tur, kur tas ir tieši prasīts.

Visiem izmērītajiem un aprēķinātajiem lielumiem jābūt SI vienībās.

Visu strāvu un spriegumu mērījumu laikā šajā eksperimentā mirdzdiodu gaismas avotam ir jābūt ieslēgtam.

2.1 Saules elementa strāvas atkarība no attāluma līdz gaismas avotam

Šajā uzdevuma daļā Tev būs jāmēra strāva I , kuru ģenerē pie ampērmetra pieslēgtais saules elements, un jānosaka šīs strāvas atkarība no attāluma r līdz gaismas avotam. Gaisma rodas atsevišķu gaismas diožu *iekšienē*, tādēļ r ir jāmēra tā, kā parādīts 2.4. attēlā.



2.4. attēls Skats no augšas uz 2.1. jautājumā veicamo eksperimentu. Ievēro, ka diafragma a ir novietota pie paša saules elementa A. Attālums ir jāmēra no gaismas diodes iekšpuses līdz saules elementa virsmai.

Nemaini ampērmetra mērīšanas diapazonu! (Ampērmetra iekšējā pretestība ir atkarīga no mērīšanas diapazona, un tādēļ tas ietekmē strāvu, ko rada saules elements). **Atbilžu lapā pieraksti gaismas avota un saules elementa A unikālos seriālos numurus!** Nostiprini gaismas avotu U-veida rāmī (gaismas avots iekļaujas rāmī ļoti cieši, tādēļ esi pacietīgs to stiprinot). Nostiprini saules elementu A rāmī, kas ir paredzēts vienam elementam, un ievieto to kopā ar apaļo diafragmu noteiktā attālumā pie gaismas avota. Ja r nav pārāk mazs, strāvas I atkarību no attāluma r var tuvināti aprakstīt ar formulu

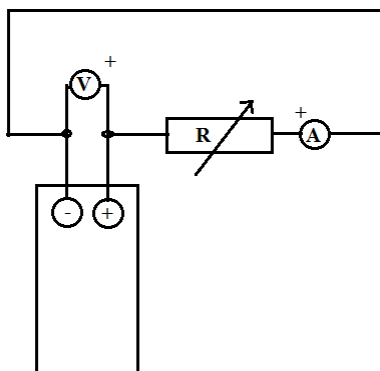
$$I(r) = \frac{I_a}{1 + \frac{r^2}{a^2}}$$

kur I_a un a ir konstantes.

| | | |
|------|---|-----|
| 2.1a | Izmēri I atkarībā no r un mērījumus atspoguļo tabulā! | 1.0 |
| 2.1b | Izmantojot piemēroto grafisko metodi, nosaki I_a un a vērtības! | 1.0 |

2.2 Saules elementa raksturlīkne

Izņem apaļo diafragmu! Iesiprini kastē maiņrezistoru kā parādīts 2.2.attēlā. Ievieto gaismas avotu spraugā ar numuru 0 (vistālāko no rezistora). Ievieto saules elementu *A bez diafragmas* spraugā ar numuru 10. Saslēdz ķēdi, kas parādīta 2.5. zīmējumā. Tā ļaus Tev izmērīt saules elementa raksturlīkni, proti, spriegumu uz spailēm U kā funkciju no strāvas I ķēdē, kurā savienoti saules elements, rezistors un ampērmetrs.



2.5. Elektriskā shēma raksturlīknes mērīšanai.

| | | |
|------|---|-----|
| 2.2a | Izveido tabulu, kas atspoguļo U un I sakarības mērījumus! | 0.6 |
| 2.2b | Uzzīmē sprieguma atkarību no strāvas! | 0.8 |

2.3 Saules elementa teorētiskā raksturlīkne

Šajā eksperimentā izmantojamiem saules elementiem strāvu kā funkciju no sprieguma var aprakstīt ar vienādojumu

$$I = I_{\max} - I_0 \left(\exp\left(\frac{eU}{\eta k_B T}\right) - 1 \right)$$

kur parametri I_{\max} , I_0 un η ir nemainīgi pie nemainīgā apgaismojuma. Mēs pieņemsim, ka temperatūra ir $T = 300$ K. Fundamentālās konstantes e un k_B ir attiecīgi elementārlādiņš un Bolcmaņa konstante.

| | | |
|------|---|-----|
| 2.3a | Izmanto grafiku no jautājuma 2.2b lai noteiktu I_{\max} . | 0.4 |
|------|---|-----|

Parametra η sagaidāmā vērtība ir intervālā no 1 līdz 4. Noteiktā sprieguma U vērtību intervālā šo formulu var tuvināti aizvietot ar

$$I \approx I_{\max} - I_0 \exp\left(\frac{eU}{\eta k_B T}\right)$$

| | | |
|------|--|-----|
| 2.3b | Novērtē U vērtību diapazonu, kurā minētais tuvinājums ir piemērojams. Ar grafisku metodi nosaki I_0 un η izmantotajam saules elementam. | 1.2 |
|------|--|-----|

2.4 Saules elementa maksimālā jauda

| | | |
|------|---|-----|
| 2.4a | Apzīmēsim ar P_{\max} maksimālo jaudu, ko saules elements var piegādāt ārējai ķēdei. Nosaki P_{\max} no dažiem tam piemērotiem mērījumiem. (Tu drīksti izmantot dažus no saviem iepriekšējiem mērījumiem, kas tika izmantoti 2.2. jautājumā). | 0.5 |
| 2.4b | Novērtē optimālo slodzes pretestību R_{opt} (kopējā ārējās ķēdes pretestība, ar kuru saules elements nodrošina maksimālo jaudu ārējā ķēdē). Uzrādi rezultātu kopā ar kļūdas intervālu, un pieraksti atbilstošo aprēķinu gaitu. | 0.5 |

2.5 Saules elementu salīdzināšana

Ievieto divu elementu rāmi ar abiem saules elementiem (A un B) spraugā ar numuru 15, skat.2.6.att.

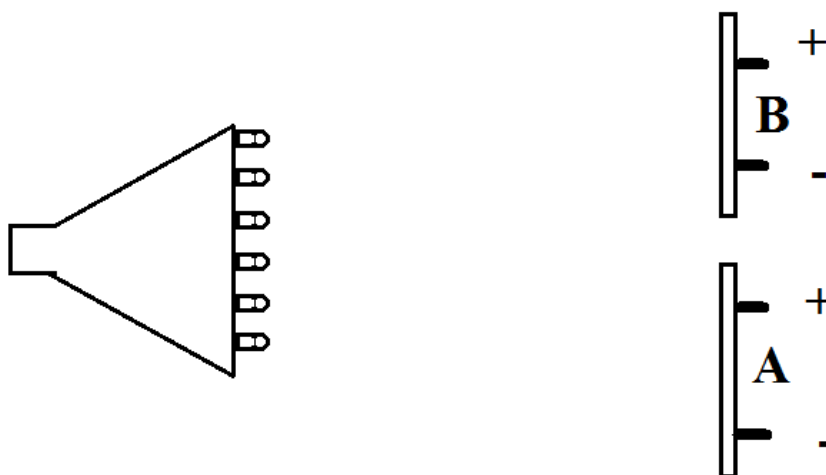
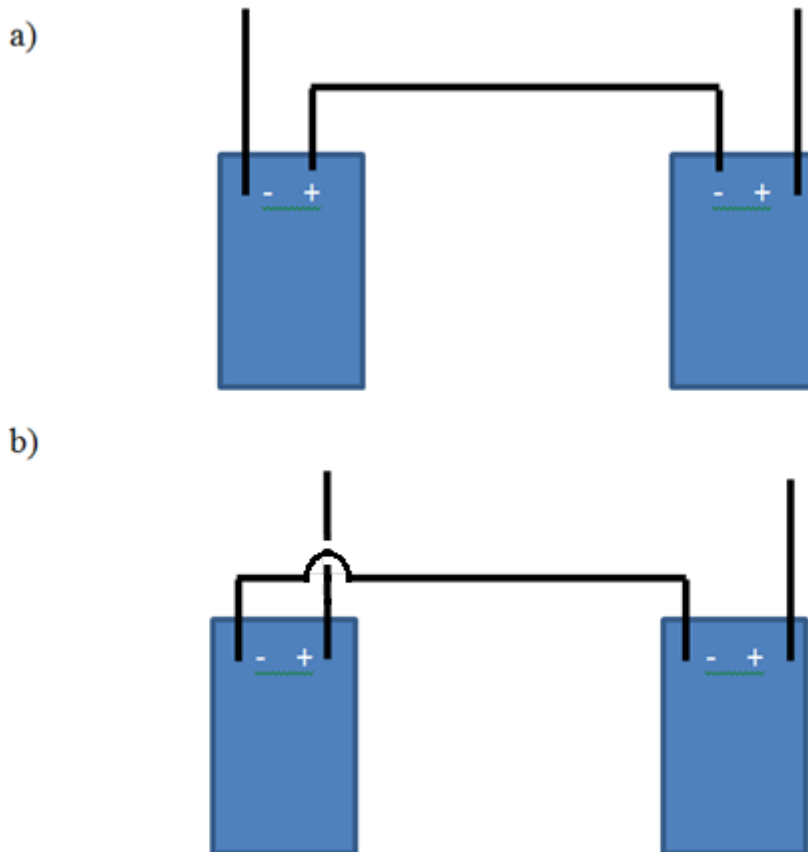


Figure 2.6 Skats no augšas uz gaismas avota un saules elementu izkārtojumu 2.5. jautājumā.

| | | |
|------|---|-----|
| 2.5a | Pie fiksētā apgaismojuma, izmēri: - Maksimālo spriegumu U_A , ko var nomērīt uz saules elementa A. - Maksimālo strāvu I_A , ko var nomērīt uz saules elementa A. Atkārti tādos pašos mērījumus saules elementam B. | 0.5 |
| 2.5b | Uzzīmē elektriskās shēmas izmantotajiem slēgumiem, iekļaujot gan saules elementus, gan mērinstrumentus. | 0.3 |

2.6 Saules elementu saslēgšana

Divus saules elementus var saslēgt virknē divos atšķirīgos veidos kā parādīts 2.7. attēlā. Vēl divos veidos elementus var saslēgt paralēli (šie veidi nav uzzīmēti).

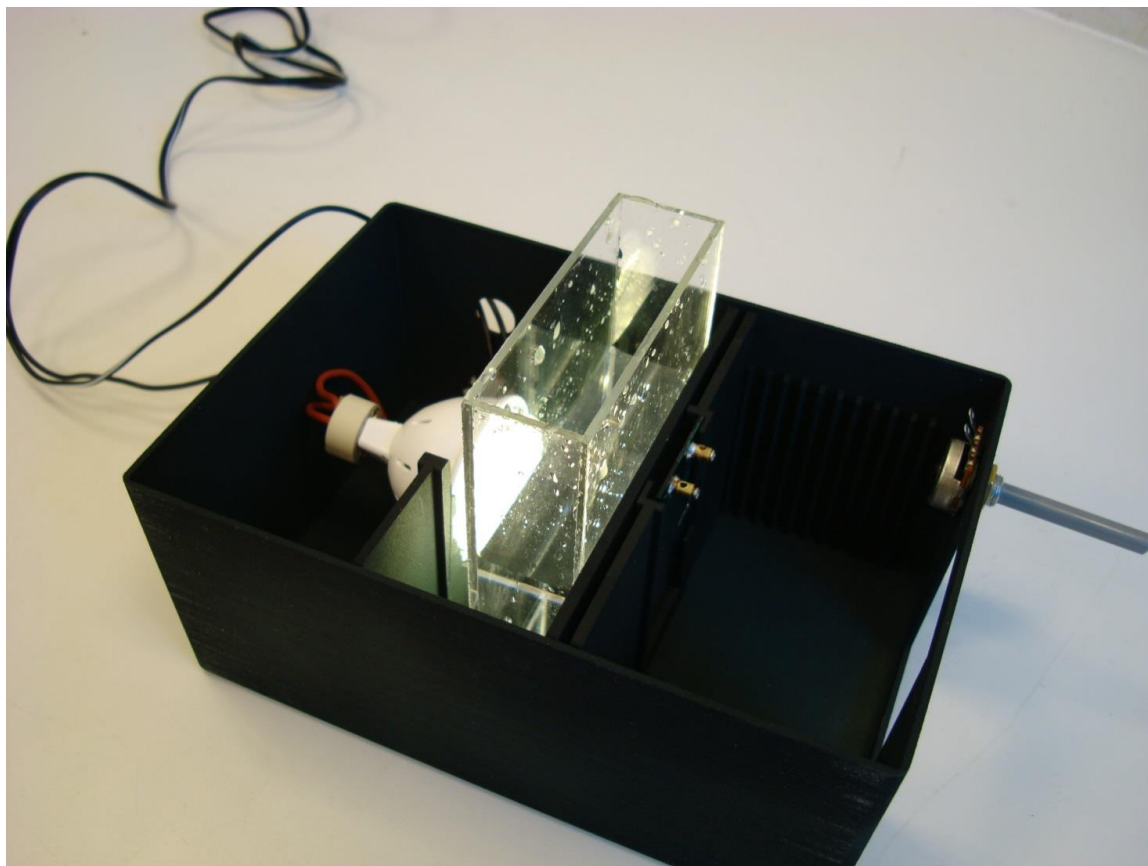


2.7. attēls. Divi veidi, kā saslēgt saules elementus virknē 2.6. jautājumam. Divi veidi saslēgšanai paralēli nav uzzīmēti.

| | | |
|-----|---|-----|
| 2.6 | <p>Nosaki, kurā no divu elementu četriem slēgumu veidiem ārējā ķēdē izdalās vislielākā jauda, ja viens no elementiem tiek aizsegts (ar aizsegu J 2.1. attēlā)!</p> <p>Padoms: Tu vari visai labi novērtēt maksimālo jaudu, aprēķinot to no maksimālā sprieguma un maksimālās strāvas, kas ir izmērīti katrā no slēgumu veidiem.</p> <p>Uzzīmē atbilstošās elektriskās shēmas!</p> | 1.0 |
|-----|---|-----|

2.7 Optiskā trauka (kivetes) ietekme uz saules elementa strāvu

Iestiprini gaismas avotu kastē un novieto viena elementa rāmī iestripinātu saules elementu A, kā arī tieši priekšā tam apaļo diafragmu tā, lai attālums starp gaismas avotu un saules elementu būtu aptuveni 50 mm. Ievieto tukšu optisko trauku tieši priekšā apaļajai diafragmai kā parādīts 2.8. attēlā.



2.8. attēls Eksperimenta izkārtojums 2.7. jautājumā.

| | | |
|------|--|-----|
| 2.7a | Izmēri strāvu I šoreiz kā funkciju no ūdens līmeņa augstuma h , kā parādīts 2.8. attēlā. Atspoguļo mērījumu rezultātus tabulā un uzzīmē grafiku! | 1.0 |
| 2.7b | Izmantojot tikai skices un simbolus, paskaidro, kāpēc grafiks izskatās tāds, kādu Tu nomērīji. | 1.0 |

Iestiprini kastē gaismas avotu un saules elementu A tā, lai to savstarpējais attālmus būtu maksimāls. Ievieto apaļo diafragmu tieši pie saules elementa.

| | | |
|------|--|-----|
| 2.7c | Tikko aprakstītajam izkārtojumam izdari sekojošo: <ul style="list-style-type: none"> - Izmēri attālumu r_1 starp gaismas avotu un saules elementu un atbilstošo strāvu I_1. - Ievieto tukšu optisko trauku tieši priekšā apaļajai diafragmai un izmēri strāvu I_2. - Iepildi traukā ūdeni gandrīz līdz augšējai malai un izmēri strāvu I_3. | 0.6 |
| 2.7d | Izmanto mērījumu rezultātus no punkta 2.7c lai aprēķinātu gaismas laušanas koeficientu n_w ūdenim. Paskaidro savu metodi ar piemērotajām skicēm un vienādojumiem. Tu drīkstī izmantot papildus mērījumus. | 1.6 |