



PĒTNIECISKĀS DARBĪBAS VĒRTĒŠANA DABASZINĀTŅU MĀCĪBU PRIEKŠMETOS

Metodiskais materiāls

Atbildīgais par izdevumu Austris Cābelis

ISEC redakcija

Satura rādītājs

Ievads	3
Kas ir pētījums?.....	4
Pētnieciskās darbības vērtēšana	7
Uzdevumu piemēri atbilstoši pētnieciskās darbības posmiem	11
Pētniecisko uzdevumu piemēri dabaszinātņu priekšmetos	19
Fizikas 2008.gada centralizētā eksāmena pētnieciskā uzdevuma vērtēšana	33

Ievads

Metodiskais materiāls par pētnieciskās darbības vērtēšanu dabaszinātņu mācību priekšmetos paredzēts centralizētā eksāmena veidotājiem, vērtētājiem un dabaszinātņu skolotājiem, kuri gatavo skolēnus minētajam eksāmenam.

Dabaszinātņu (bioloģijas, fizikas, ķīmijas un dabaszinību) mācību priekšmetu standartos otrajā satura blokā “Pētnieciskā darbība” paredzēts skolēniem apgūt tādas pētnieciskās darbības prasmes, kā prognozēšana un plānošana, eksperimentālās/praktiskās darbības prasmes, iegūto datu analīze, rezultātu izvērtēšana un secināšana un prasmes darbā ar vārdisko un vizuālo informāciju. Pētniecisko prasmju mācīšana un mācīšanās ir liels izaicinājums gan skolēniem, gan skolotājiem. Lielu atbalstu skolotāji var gūt, izmantojot projekta “Dabaszinātnes un matemātika” sagatavotos skolotāju atbalsta materiālus, kā arī lietojot atziņas projekta organizētajās interaktīvajās nodarbībās tālākizglītībasursos. Tiekoties ar dabaszinātņu skolotājiem, secinājām, ka viņiem ir radušies vairāki jautājumi par pētnieciskās darbības vērtēšanu. Skolotāji, piemēram, jautā, kā vērtēt laboratorijas darbus, kā vērtēt eksperimentālās prasmes, kā veidot vērtēšanas kritērijus.

Pētnieciskā darba iemaņas skolēns skolotāja vadībā apgūst pamazām. Piemēram, vienā mācību stundā var apgūt prasmes saskatīt atkarīgos un neatkarīgos lielumus, citā stundā – veidot pieņēmumu jeb hipotēzi, vēl citā stundā – iegūt datus un fiksēt tos paša skolēna veidotā datu tabulā.

Mācību procesā formatīvo vērtēšanu pētniecisko prasmju apguves laikā veic, lai palīdzētu skolēnam saprast, ko viņš ir vai vēl nav apguvis. Skolēnam atgriezeniskā saite nepieciešama tūlīt mācību stundā. Skolotājs komentē (vērtē) skolēna darbību aprakstoši ar vārdiem: “Vai esi ievērojis baterijas spaiļes? Paskaties, vai voltmetra pozitīvā spaiļe ir pieslēgta pie baterijas pozitīvās spaiļes!”, “Vai saslēgtā elektriskā ķēde darbosies? Pārbaudi vēlreiz, vai ķēde ir noslēgta!”, “Paskaties, kas rakstīts uz spuldzītes cokola!”, “Vai šo spuldzi drīkst slēgt pie plakanās baterijas?” u. tml. Dažkārt pēc kādu pētniecības soļu apguves skolēns pats var novērtēt pētnieciskās darbības prasmes, veicot pašnovērtēšanu vai savstarpējo vērtēšanu.

Tikai tad, kad pētnieciskās prasmes ir pietiekami daudz apgūtas mācību procesā, nepieciešams sagatavot pētniecisko laboratorijas darbu, kuru skolēni pilda vienu vai pat divas mācību stundas. Šādu darbu skolotājs vērtēs desmit ballu skalā, tāpēc ļoti svarīgi jau iepriekš skolēnus iepazīstināt ar vērtēšanas kritērijiem. Visvairāk skolotāju jautājumi un neskaidrības ir par kritēriju izveidi un izmantošanu. Šajā metodiskajā materiālā skolotāji varēs gūt idejas savam darbam.

Metodiskā līdzekļa izveidē izmantoti materiāli no Eiropas Savienības struktūrfonda nacionālās programmas projekta “Mācību satura izstrāde un skolotāju tālākizglītība dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos”, 2007./2008. mācību gada fizikas centralizētā eksāmena skolēnu atbildes un interneta materiāli: <http://www.nysedregents.org>, <http://www.tea.state.tx.us>, <http://www.sciencebuddies.org>, <http://www.cool-science-projects.com>, <http://www.infoplease.com>.

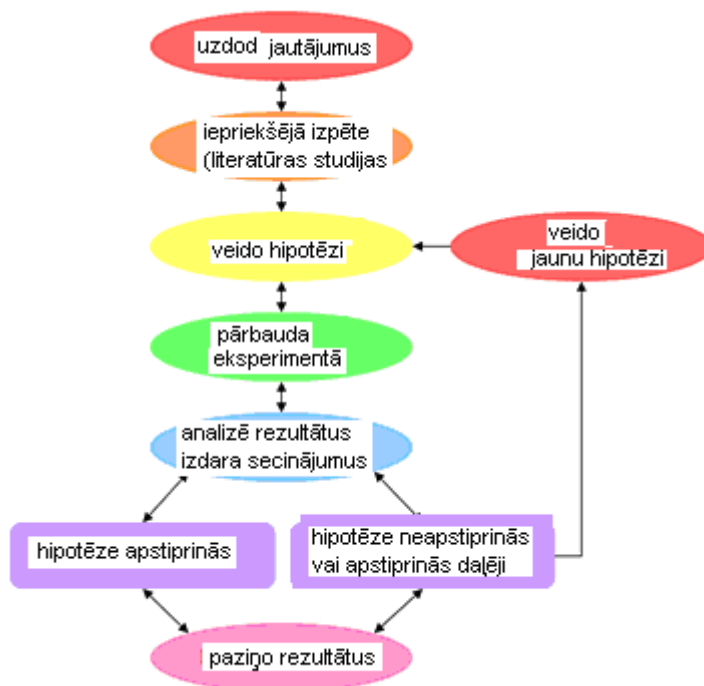
Pateicamies par sadarbību metodiskā materiāla sagatavošanā Rīgas Lietuviešu vidusskolas fizikas skolotājai Loretai Juškaitei un ķīmijas speciālistei Jeļenai Volkinšteinei.

Rudīte Hahele un Austris Cābelis,
Izglītības satura un eksaminācijas centra speciālisti

Rīgā, 2009. gada februārī

Kas ir pētījums?

Zinātniski pētnieciskās izziņas ceļš



Skolēna pētnieciskās darbības posmi:

- saskata un formulē pētāmo problēmu;
- formulē hipotēzi;
- saskata (izvēlas) un sagrupē lielumus, pazīmes;
- izvēlas atbilstošus darba piederumus un vielas;
- plāno darba gaitu, izvēloties drošas, videi nekaitīgas darba metodes;
- novēro, mēra un reģistrē datus;
- lieto darba piederumus un vielas;
- apstrādā datus;
- analizē, izvērtē rezultātus, secina;
- prezentē darba rezultātus.

Visos pētnieciskās darbības posmos skolēni var sadarboties, strādājot grupā vai pāros.

Pētāmā problēma

Pētāmo problēmu izvirza no situācijas apraksta. Pētāmo problēmu formulē jautājuma veidā. Piemēram: Kāpēc neizdīga visas iesētās sēklas? Vai karsts ūdens sasilst ātrāk nekā auksts ūdens? Vai vara aprocas lietošana samazina artrīta simptomus? Vai ūdenī izmērcētas kukurūzas pārslas aizņem lielāku tilpumu nekā sausas pārslas?

Pirms hipotēzes izvirzīšanas jānoskaidro pētāmie lielumi.

Lielumi

Pētnieki eksperimentā meklē dabas parādību cēloņus un sakarības starp lielumiem. Lielumus izsaka ar skaitļiem vai vektoriem. Lielums var būt arī īpašība, apstākļi vai pazīme, kuri var noteikt daudzumu vai veidu. Izšķir: neatkarīgos, atkarīgos un nemainīgos jeb fiksētos lielumus.

Neatkarīgie, atkarīgie un nemainīgie jeb fiksētie lielumi

Neatkarīgais lielums ir tas, ko maina pētnieks, veicot eksperimentu. Parasti eksperimentā ir tikai viens neatkarīgais lielums. Pētnieks maina neatkarīgo lielumu un novēro **atkarīgā lieluma** izmaiņas. Atkarīgo lielumu daudzums eksperimentā ir dažāds, bet parasti tas ir lielāks par vienu.

Nemainīgos jeb fiksētos lielumus eksperimentā cenšas turēt konstantus. Tomēr tie eksperimenta laikā arī ir jānovēro. Piemēram, ja grib mērīt, kā ūdens daudzums ir atkarīgs no ūdens krāna stāvokļa, tad jāraugās, lai nemainīgais lielums būtu spiediens ūdensvadā.

Lielumu piemēri

Jautājums: Vai elektromotors griežas ātrāk, ja to pieslēdz lielākam spriegumam?

Šajā piemērā neatkarīgais lielums ir spriegums uz elektromotora. To mēra voltos. Atkarīgais lielums ir motora griešanās ātrums. To mēra apgriezienos minūtē. Nemainīgie jeb fiksētie lielumi – viens un tas pats elektromotors tiek izmantots visu eksperimenta laiku vai elektromotors dara vienu un to pašu darbu, piemēram, griež ventilatora spārnus, paceļ vienu un to pašu smagumu.

Hipotēze

Hipotēzi parasti izsaka šādi: “Ja _____ [es darīšu to] _____, tad notiks _____ [tas un tas] _____”.

Hipotēze ir kaut kas tāds, ko reāli var pārbaudīt. Citiem vārdiem, gan to, ko es darīšu, gan to, kas notiks jāvar izmērīt. Hipotēzei jāizriet no situācijas apraksta. Hipotēze vienmēr satur neatkarīgos un atkarīgos lielumus. Hipotēzei jābūt uzrakstītai tā, lai to varētu eksperimentā pārbaudīt.

Hipotēžu piemēri

“Ja es atvēršu ūdens krānu vairāk [krāna pagriezienu leņķis ir neatkarīgais lielums], tad vairāk ūdens izplūdis caur krānu [ūdens daudzums ir atkarīgais lielums].”

“Jo karstāks ūdens būs krūzē [temperatūra ir neatkarīgais lielums], jo vairāk cukurs izšķīdīs tajā [cukura masa ir atkarīgais lielums].”

“Ja es uzlikšu savam velosipēdam dubļusargus [dubļusargu esamība ir neatkarīgais lielums], tad tas ļaus palikt braucējam sausam, braucot caur pelņiem [atkarīgais lielums ir ūdens daudzums, kas uzkrīt braucējam].”

Darba piederumi

Darba piederumu saraksta izveidošana pieder pie darba plānošanas. Ierīcēm jābūt pietiekami sīki aprakstītām. Lai veiktu pētījumu par ēnas garumu, nepieciešamo ierīču saraksts dots tabulā.

Labs darba piederumu uzskaitījums	Slikts darba piederumu uzskaitījums
Vismaz 10 cm gara nagla	Nagla
Galda lampa ar maināmu augstumu	Spuldze
Transportieris* ar iedaļas vērtību 10 grādi	Transportieris
Lineāls vai mērlenta ar milimetru iedaļām	Lineāls

*) transportieri var arī neizmantot, bet leņķi aprēķināt no izmērītajiem attālumiem.

Darba gaita

Darba gaita ir eksperimenta plānošana, kur parāda visus soļus un to, kas ir nepieciešams, lai veiktu eksperimentu, pārbaudītu hipotēzi. Darba gaitā parāda šādus soļus: kā eksperimentā mainīs neatkarīgo lielumu un kā to mērīs, kā mērīs atkarīgā lieluma (vai lielumu) izmaiņas, kā tiks nodrošināta nemainīgo jeb fiksēto lielumu nemainība un cik reizes atkārtos eksperimentu, lai rezultāti būtu ticami. Labs darba gaitas apraksts ir tāds, pēc kura cits skolēns var veikt eksperimentu bez papildu paskaidrojumiem.

Darba gaitas piemērs

Darba uzdevums: izplāno pētījumu, kā saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakne Zemes virsmai krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz zemes!

Iespējamā darba gaita

1. Ar plastilīnu vertikāli nostiprina naglu [naglas garums ir nemainīgais lielums].
2. Nostiprina spuldzi [nemainīgais lielums] tā, lai varētu mainīt staru krišanas leņķi [neatkarīgais lielums] uz naglu.
3. Ieslēdz spuldzi, izmēra staru krišanas leņķi [neatkarīgais lielums] ar transportieri un ēnas garumu [atkarīgais lielums] ar lineālu.
4. Atkārtoto mērījumu piecas reizes, mainot staru krišanas leņķi (ik pa 15 grādiem) uz naglu.
5. Pieraksta mērījumu rezultātus tabulā.

Piezīme. Skolēnam kvadrātveida iekavās ierakstītais savā darba gaitā nav jāraksta.

Eksperiments

Skolēns sagatavo datu tabulu jau pirms eksperimenta. Veicot eksperimentu, viņš seko savai uzrakstītajai darba gaitai un, ja nepieciešams, veic tajā labojumus. Skolēnam vajadzētu būt godīgam, patstāvīgam un uzmanīgam, vācot datus. Skaitliskiem datiem ir jābūt precīziem. Veicot eksperimentu, skolēnam jāievēro drošības noteikumi.

Datu analīze un grafiki, tabulas

Pēc eksperimenta skolēnam vajadzētu novērtēt datus: Vai to ir pietiekami daudz? Vai nav kādas kļūdas? Vai var secināt par hipotēzes pareizību no saviem iegūtajiem datiem? Vai dati ir pietiekami precīzi? Vai visur ir mērvienības?

Skolēnam jāizvēlas atbilstošs datu atspoguļošanas veids (grafiks vai tabula), jāuzraksta grafikam vai tabulai nosaukums. Grafikā jāatliek pie asīm lieluma nosaukumu un mērvienības, jāizmanto viss grafika laukums. Uz horizontālās (x ass) vienmēr jāatliek neatkarīgais lielums, bet uz vertikālās (y ass) ass – atkarīgais lielums. Tabulu ailēs jānorāda lieluma vai pazīmes nosaukums un mērvienības.

Analīze un secinājumi

Secinājumos skolēns apkopo, kā rezultāti apstiprina vai noliedz hipotēzi. Viņam jāuzraksta, kāda sakarība pastāv starp neatkarīgo un atkarīgo lielumu, jānovērtē eksperimenta gaita, jāapraksta, kas izdevās ļoti labi, kas jāmaina, kā arī izsaka priekšlikumus nākamajiem pētniekiem. Ja hipotēze neapstiprinājās, tad, iespējams, ka vajag veidot jaunu hipotēzi un pārbaudīt to.

Pētnieciskās darbības vērtēšana

Pētniecisko darbību vērtē, izmantojot kritērijus. Tie var būt aprakstīti pa līmeņiem (1. tabula) vai pa soļiem (2. tabula).

1. tabula. Skolēnu pētnieciskās darbības vērtēšanas kritēriji pa darbības līmeņiem (3 – augstākais, 1 – zemākais)

Pētnieciskā darbība	Vērtēšanas kritēriji	Darbības līmeņi		
		3	2	1
Hipotēzes izvirzīšana un pamatošana	Saskata un formulē pētāmo problēmu	Saskata un noformulē pētāmo problēmu atbilstoši situācijas aprakstam.	Nepilnīgi vai neskaidri formulē pētāmo problēmu.	Saskata atsevišķus pētāmos elementus.
	Formulē hipotēzi	Formulē apgalvojumu atbilstoši pētāmai problēmai un to paskaidro.	Formulē apgalvojumu atbilstoši pētāmai problēmai, bet to nepilnīgi paskaidro.	Formulē apgalvojumu atbilstoši pētāmai problēmai, bet to nepaskaidro.
Darba plānošana	Saskata (izvēlas) un sagrupē lielumus un (vai) pazīmes	Saskata visus pētāmo objektu vai procesu raksturojošos lielumus un pazīmes. Lielumus grupē.	Situācijas aprakstā saskata visus objektu vai procesu raksturojošos lielumus un/vai pazīmes.	Situācijas aprakstā saskata atsevišķus objektu vai procesu raksturojošos lielumus un/vai pazīmes.
	Izvēlas atbilstošus darba piederumus un vielas	Izvēlas atbilstošus darba piederumus un vielas darba veikšanai.	Izvēlas darba piederumus un vielas, bet ne pietiekami, lai ar tiem veiktu darbu precīzi.	Izvēlas darba piederumus un vielas ar kuriem var veikt atsevišķus darba soļus.
	Plāno darba gaitu	Apraksta darbību secību, kā noteiks atkarīgos, neatkarīgos un fiksētos lielumus/pazīmes, lai iegūtu pietiekamus un ticamus datus.	Izveido secīgu darba gaitas aprakstu ar nebūtiskām neprecizitātēm.	Uzraksta atsevišķus darba soļus.
	Izvēlas drošas un videi draudzīgas darba metodes	Izvēlētās darba metodes ir drošas un videi nekaitīgas.	Izvēlētās darba metodes nav pilnībā drošas un videi nekaitīgas.	Drošas un videi nekaitīgas darba metodes izvēlas ar skolotāja palīdzību.
Eksperimentālā darbība	Novēro un darba lapā reģistrē kvalitatīvus datus	Novēro un precīzi reģistrē pētāmo objektu vai procesu pazīmes.	Novēro pētāmo objektu vai procesu un reģistrē datus ar dažām neprecizitātēm.	Novēro pētāmo objektu vai procesu un reģistrē atsevišķus novērojumus.

Pētnieciskā darbība	Vērtēšanas kritēriji	Darbības līmeņi		
		3	2	1
	Mēra un darba lapā reģistrē kvantitatīvus datus	Mēra, ievērojot precizitāti, atkārtojumu skaitu. Patstāvīgi, uzskatāmi un korekti reģistrē iegūtos datus, ievērojot mērvienības un nosacījumus.	Mēra un reģistrē iegūtos datus ar dažām neprecizitātēm.	Mēra un reģistrē atsevišķus mērījumus.
	Lieto darba piederumus un vielas	Patstāvīgi un precīzi spēj sekot darba gaitas aprakstam. Pareizi lieto darba piederumus un vielas. Ievēro drošības instrukcijas.	Seko darba gaitas aprakstam ar skolotāja palīdzību. Lieto darba piederumus un vielas, ievēro drošības instrukcijas.	Seko darba gaitas aprakstam ar skolotāja palīdzību. Prot lietot atsevišķus darba piederumus un vielas.
	Apstrādā datus	Precīzi apstrādā datus, izvēloties piemērotus aprēķinu veidus un mērvienības. Precīzi veido grafikus un diagrammas.	Nepilnīgi izvēlas datu apstrādes veidus, ar nelielām neprecizitātēm apstrādā iegūtos datus. Ar nelielām neprecizitātēm veido grafikus un diagrammas.	Apstrādā datus ar būtiskām neprecizitātēm.
Rezultātu analīze, izvērtēšana un secinājumi	Analizē, izvērtē rezultātus, secina.	Loģiski, pamatoti analizē un izvērtē rezultātus, sniedz personīgu novērtējumu eksperimenta trūkumiem un ierosina uzlabojumus. Secinājumu precīzi formulē atbilstoši pētāmai problēmai, hipotēzei un iegūtajiem rezultātiem.	Patstāvīgi veic loģisku rezultātu analīzi un novērtē rezultātu ticamību. Secinājumu formulē, bet nesaista kopā ar hipotēzi un iegūtajiem rezultātiem.	Veic atsevišķus analīzes un izvērtējuma soļus. Secinājumos uzraksta apgalvojumu par to, ka hipotēze ir pareiza vai nepareiza, bet to tālāk nepaskaidro.
Sadarbības prasmes	Sadarbojas, strādājot grupā	Sadarbojas ar grupas (pāra) dalībniekiem, ievēro viņu viedokli, un spēj savas idejas integrēt veicamajā uzdevumā.	Praktiskā kopdarbība netiek īstenota pilnībā.	Darbā parādās atsevišķi sadarbības elementi.
Darba prezentācija	Prezentē darba rezultātus	Darba noformējums ir uzskatāms un saprotams. Prezentējot darbu, akcentē būtiskāko, argumentē un pamato viedokli.	Darba noformējumā ir neprecizitātes vai prezentējot darbu vāji argumentē un pamato viedokli.	Prezentē darbu, neakcentē būtiskāko, nespēj pamatot savu viedokli.

2. tabula. Skolēnu pētnieciskās darbības vērtēšanas kritēriji pa soļiem

Pētnieciskā darbība	Sasniedzamais rezultāts	Kritērijs
Plānošana un prognozēšana	Saskata un formulē pētāmo problēmu	- Situācijas būtība ir izprasta. - Pētāmā problēma izvirzīta atbilstoši situācijas aprakstam.
	Formulē hipotēzi	- Hipotēze formulēta atbilstoši pētāmajai problēmai. - Hipotēze ietvert atkarīgo un neatkarīgo lielumu. - Hipotēzi var pārbaudīt eksperimentā.
	Saskata (izvēlas) un sagrupē lielumus, pazīmes	- Neatkarīgais lielums izvēlēts, kas ir maināms un mērāms. - Atkarīgais lielums izvēlēts, kas eksperimenta gaitā mainās un ir mērāms. - Neatkarīgā lieluma vērtības eksperimenta gaitā mainītas vismaz piecas reizes. - Atkarīgā lieluma vērtības eksperimenta gaitā mainījās vismaz piecas reizes. - Fiksētie lielumi turēti nemainīgi.
	Izvēlas atbilstošus darba piederumus un vielas	- Uzskaitīti visi nepieciešamie darba piederumi. - Norādīts ierīču izmantošanas diapazons, iedaļas vērtība vai nozīmīgākā funkcija.
	Plāno darba gaitu, izvēloties drošas, videi nekaitīgas darba metodes	- Darba gaitas apraksts veidots no loģiskiem un secīgiem soļiem. - Aprakstīts, kā maina un mēra neatkarīgo lielumu. - Aprakstīts, kā mēra atkarīgo lielumu. - Aprakstīts, kā nodrošina nemainīgo jeb fiksēto lielumu. - Aprakstīts, cik reizes veikti atkārtoti mērījumi. - Darba gaita aprakstīta tā, ka to var saprast un atkārtot citi skolēni – pētnieki. - Vajadzības gadījumā zīmēti paskaidrojoši attēli, elektrisko slēgumu ķēdes u.tml.
Eksperimentālā darbība	Novēro, mēra un reģistrē datus	- Izveidota datu tabula, tajā ierakstīti neatkarīgā, atkarīgā un nemainīgā jeb fiksētā lieluma apzīmējumi un mērvienības. - Mērījumi veikti, ievērojot precizitāti. - Iegūtie kvalitatīvie un kvantitatīvie dati ir reģistrēti uzskatāmi. - Tabulai izveidots virsraksts.
	Lieto darba piederumus un vielas	- Patstāvīgi un precīzi sekots darba gaitas aprakstam. - Lietotas tikai drošas un videi draudzīgas darba metodes.
	Apstrādā datus	- Aprēķinātas vidējās vērtības, ja tādas bija nepieciešamas. - Ar vienu piemēru parādīta aprēķinu gaita. - Rezultātu atspoguļošanai izvēlēts atbilstošs grafika veids, mērogs, lielums un mērvienības. - Grafiks zīmēts uz rūtiņu vai milimetru papīra.

Pētnieciskā darbība	Sasniedzamais rezultāts	Kritērijs
		Iegūts pietiekami daudz datu, lai novērtētu hipotēzi.
Rezultātu analīze, izvērtēšana un prezentēšana	Analizē, izvērtē rezultātus, secina	- Izvērtēta rezultāta ticamība. - Rezultāti salīdzināti ar izziņas avotos dotajiem. - Izvērtēti eksperimenta trūkumi un izteikti priekšlikumi, ko varētu uzlabot vai mainīt. - Secinājumi formulēti atbilstoši pētāmajai problēmai un iegūtajiem rezultātiem. - Secinājumos novērtēta hipotēzes atbilstība rezultātam.
	Prezentē darba rezultātus	- Prezentācija ir uzskatāma un saprotama. - Prezentācijā formulēts un argumentēts savs viedoklis. - Var atbildēt uz jautājumiem par prezentējamo darbu. - Izmantota dabaszinātņu un matemātikas valoda, jēdzieni un simboli.
Sadarbojas, strādājot grupā (pārī)		Skolēns sadarbojies ar citiem, ievērojis viņu viedokli.

Uzdevumu piemēri atbilstoši pētnieciskās darbības posmiem

Uzdevumi pētāmās problēmas izvirzīšanai

1. Dots situācijas apraksts. Veikali, aptiekas un kioski piedāvā ļoti dažādus kabatlakatiņu veidus, kurus ražo, piemēram, šādas firmas: *Zewa Softis*, *Tempo*, *Serla*, *Sandra*, *Kleenex*. Kabatlakatiņi ir gan vienkāršaini, gan raibi, gan smaržīgi, gan nesmaržīgi, gan biezāki, gan plānāki. Reklāmas aicina tos visus pirkt un lietot. Kad ir iesnas, vajadzīgi izturīgi kabatlakatiņi, lai nebūtu nepatīkamu brīžu. Turklāt ir svarīgi, lai izturība nemazinātos, tiem uzsūcot mitrumu. Uzraksti trīs kabatlakatiņu izturības problēmas, kuras varētu pētīt!

2. Dots situācijas apraksts. Skolēns televīzijas pārraidē dzirdēja, ka nereti skolēnu somu svars pārsniedz pieļaujamo, kaitējot balsta sistēmas veselībai. Zēns gribēja noskaidrot situāciju savā skolā. Formulē pētāmo problēmu!

3. Dots situācijas apraksts. Gaisa kvalitātes noteikšanai var izmantot ķērpjus, kas aug uz koku stumbriem. Pētījumam pilsētā izvēlējās kokus divās teritorijās. Teritorija S atrodas pie ceļu krustojuma, savukārt teritorija B – parkā, kas atrodas 100 metrus no dzelzceļa stacijas.



Formulē pētāmo problēmu!

Hipotēze

S teritorijā gaiss ir piesārņotāks, jo tā atrodas pie galvenās nozīmes ceļa.

Lielumi

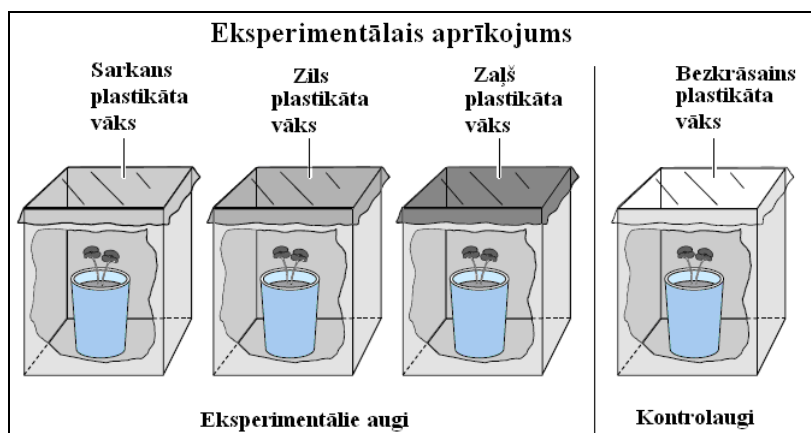
- Konstantie lielumi: pētījuma vieta, mērījumu augstums virs zemes, parauglaukuma lielums.
- Atkarīgie lielumi: sastopamās sugas, ķērpju seguma laukums (%).
- Neatkarīgie lielumi: attālums līdz gaisa piesārņotājam.
- Pieņēmumi: valdošie vēji, nokrišņi un apgaismojums parauglaukumos ir vienāds.

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa līmeņiem

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
Saskata un formulē pētāmo problēmu	Saskata un noformulē pētāmo problēmu atbilstoši situācijas aprakstam.	3
	Formulē pētāmo problēmu, kura daļēji atbilst situācijas aprakstam.	2
	Formulē pētāmo problēmu, kura neatbilst situācijas aprakstam.	1

Uzdevumi hipotēzes izvirzīšanai

1. Dots situācijas apraksts. Puķupodos ievietotos tomātu stādus ieliek kastēs ar dažādas krāsas vākiem. Kontroles kastei ir caurspīdīgs tāda paša materiāla vāks.



Kādu hipotēzi var izvirzīt?

2. Dots situācijas apraksts. Skolēns spēlēja tenisu dažādos kortos. Viņš ievēroja, ka bumbiņa dažos kortos atlēca augstāk nekā citos. Viņš vēlējas noskaidrot, vai tas ir saistīts ar korta segumu. Izvirzi hipotēzi! Ietver tajā divus neatkarīgos lielumus un divus nemainīgos jeb fiksētos lielumus!

3. Dots situācijas apraksts. Jānis ievēroja, ka noslēgtā traukā kratot smiltis, to temperatūra paaugstinās. Viņš vēlējas izplānot jaunu eksperimentu, kurā gribēja noskaidrot, vai kratot trauku ar oļiem arī paaugstinās to temperatūra. Uzraksti hipotēzi jaunajam eksperimentam! Kurš ir atkarīgais lielums šajā eksperimentā?

4. Dots situācijas apraksts. Daudzas infekcijas slimības izplatās kontaktu ceļā. Lielākās inficēšanās iespējas ir sabiedriskās vietās, piemēram, sabiedriskajā transportā, lielveikalos un skolās. Lai noteiktu mikroorganismu daudzumu, var izmantot mikroorganismu paraugu sēšanu un audzēšanu uz barotnes. Skolēni veica pētījumu, noskaidrojot uz durvju rokturu virsmām mikroorganismu daudzumu un daudzveidību dažādās skolas telpā – ēdnīcā, sporta ģērbtuvēs, klašu telpās, skolotāju istabā. Pētāmā problēma: Kurās skolas telpās ir lielāks mikroorganismu daudzums un daudzveidība? Izvirzi pētāmajai problēmai atbilstošu hipotēzi!

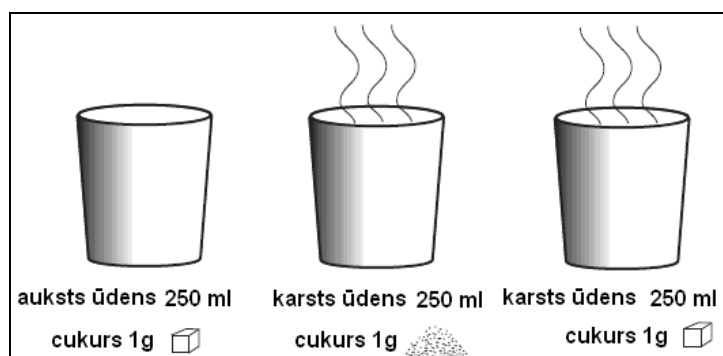
5. Dots situācijas apraksts. Latvijā ir ļoti maz tīru, nepiesārņotu ezeru un dīķu ar zilganzaļu, ļoti tīru ūdeni un lielām mieturaļģu *Chara* un *Nitella* audzēm. Šajās ūdenstilpēs pH = 6–7, kā arī minerālvielu saturs ir zems. Zemnieks mantoja zemi, kuras teritorijā bija šāds ezers. Vienā ezera krastā viņš ierīkoja pirti un atpūtas stūrīti ar akmeņdārzu, bet otrā ezera krastā izveidoja kartupeļu lauku. Pēc diviem gadiem ezera ūdens bija zaudējis zilganzaļo nokrāsu un mieturaļģes bija gandrīz pilnībā izzudušas. Zemnieks vēlējas panākt, lai tajā atkal augtu mieturaļģes. Pētāmā problēma: Kāpēc no ezera izzuda mieturaļģes? Kādu hipotēzi par mieturaļģu izzušanas cēloņiem tu vari izvirzīt, izmantojot dotās situācijas aprakstu?

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa līmeņiem

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
Hipotēzes izvirzīšana	Formulē apgalvojumu atbilstoši pētāmajai problēmai un to paskaidro.	3
	Formulē apgalvojumu atbilstoši pētāmajai problēmai, bet to nepilnīgi paskaidro.	2
	Formulē apgalvojumu atbilstoši pētāmajai problēmai, bet to nepaskaidro.	1

Uzdevumi lielumu, pazīmju saskatīšanai, izvēlei un grupēšanai

1. Dots situācijas apraksts. Attēlos parādītas trīs situācijas, kurās cukuru šķīdina ūdenī.



Uzraksti divus lielumus, kas ietekmē cukura šķīšanas ātrumu ūdenī!

2. Dots situācijas apraksts. Klasē gribēja noskaidrot vai “labās rokas skolēns” labāk tver bumbiņu ar labo vai kreiso roku. Viņi noorganizēja bumbiņas ķeršanas sacensības, kurās pieci skolēni ķēra bumbiņu katrs 20 reizes ar labo roku un 20 reizes ar kreiso roku. Rezultāti ir apkopoti tabulā.

Skolēns	Ar labo roku noķerto bumbiņu skaits no 20 metieniem	Ar kreiso roku noķerto bumbiņu skaits no 20 metieniem
A	19	15
B	20	13
C	17	12
D	19	16
E	20	14
Vidējais noķerto bumbiņu skaits	19	14

Kuri divi lielumi šajā eksperimentā ir jātur nemainīgi jeb fiksēti?

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa līmeņiem

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
Lielumu/pazīmju izvēle	Saskata visus lielumus, pazīmes, tos grupē.	3
	Dažas neprecizitātes lielumu, pazīmju izvēlē vai grupēšanā.	2
	Saskatītie lielumi, pazīmes neatbilst situācijas aprakstam.	1

Uzdevumi par darba piederumu izvēli un darba gaitas plānošanu

1. Pētāmā problēma: kā galda virsmas apgaismojums mainās atkarībā no spuldzes jaudas? Izvirzi hipotēzi! Uzraksti, kādi darba piederumi nepieciešami, lai veiktu hipotēzes pārbaudi!

2. Skolēns gribēja izpētīt apavu ietekmi uz 100 metru skrējiena laiku. Uzraksti nepieciešamo darba piederumu sarakstu! Izplāno darba gaitu!

3. Kādu mērinstrumentu jāizvēlas 8 V maiņsprieguma mērīšanai?

4. Pētāmā problēma: kā galda virsmas apgaismojums mainās atkarībā no spuldzes jaudas.

Uzraksti darba gaitas soļus!

5. Difrakcijas režģi, kuram ir 600 spraugas uz 1 mm, izmanto lāzera gaismas viļņa garuma noteikšanai. Izplāno un uzraksti darba gaitas soļus!

6. Dots situācijas apraksts. Viens no upes bioloģiskās kvalitātes rādītājiem ir bezmugurkaulnieku sugu daudzveidība pie gultnes. Indikatorsugu sastopamība un īpatņu skaits ir ūdens tīrības pakāpes rādītājs. Skolēni pētījumam izvēlējās desmit kilometrus garu upes posmu, kas tek caur ciematu ar 12 daudzdzīvokļu mājām, zemnieku saimniecību un meža masīvu. Paraugus ievāca trīs dienas noteiktā laikā. Skolotājs darba piederumus piedāvāja izvēlēties no laboratorijas skapja, kurā atradās: sieti ar rokturi, augu noteicēji, hronometri, lupas, vannīņas, pincetes, dzīvnieku noteicēji, mikropreparāti. Darba veikšanai un datu reģistrācijai skolēni saņēma darba lapas. Tajās bija norādīti pētījuma lielumi:

- neatkarīgais: paraugu ievākšanas vieta;
- atkarīgie: bezmugurkaulnieku sugu daudzveidība un īpatņu skaits;
- fiksētie: ievākšanas laiks un metodes.

Atbilstoši piedāvātajiem lielumiem izvēlies nepieciešamos darba piederumus

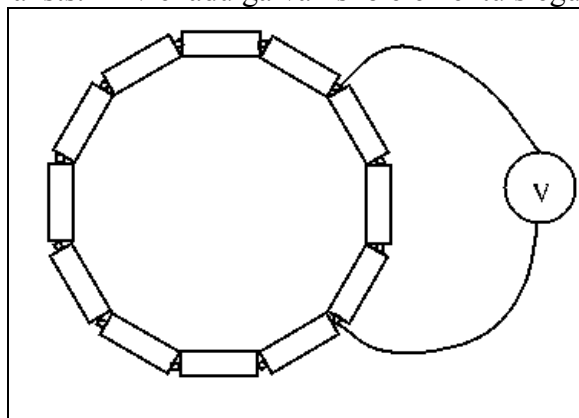
un plāno darba gaitu (*norādot un pamatojot vietas izvēli, paraugu vākšanu un datu iegūšanu*)!

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa līmeņiem

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
Darba piederumu izvēle	Patstāvīgi izvēlas visus nepieciešamos darba piederumus no dotajiem	3
	No dotajiem izvēlas vismaz 3 nepieciešamos darba piederumus	2
	Izvēlas vismaz 1 darbam nepieciešamu piederumu	1
Darba gaitas plānošana	Apraksta darbības secību atbilstoši dotajiem lielumiem	3
	Apraksta darbības secību ar nebūtiskām neprecizitātēm	2
	Uzraksta tikai atsevišķus darba soļus	1

Uzdevumi par novērošanu, mērīšanu un datu reģistrēšanu

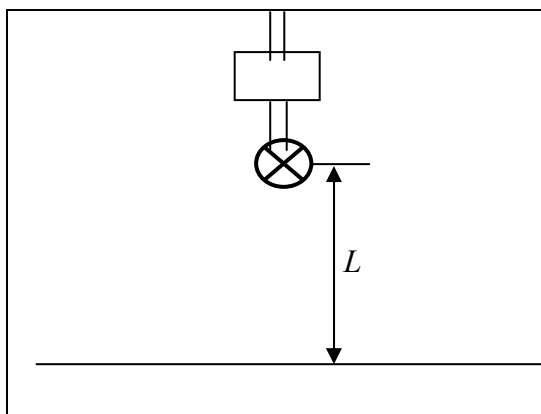
1. Dots situācijas apraksts. 12 vienādu galvanisko elementu slēgums parādīts attēlā.



Sagatavo tabulu datu reģistrēšanai! Trīs elementiem pieslēgts voltmetrs, kura pretestība ir ļoti liela. Ieraksti voltmetra rādījumu datu tabulā!

- Voltmetru pieslēdz pie diviem elementiem; četriem elementiem; pieciem elementiem. Ieraksti voltmetra rādījumus datu tabulā!
- Voltmetra vietā ieslēdz ampērmēru, kuram ļoti maza pretestība. Ieraksti ampērmetra rādījumus datu tabulā!
- Ampērmetra vietā pieslēdz 9V spuldzīti. Novēro, vai spuldzīte kvēlo! Ieraksti novērojumu datu tabulā!

2. Dots situācijas apraksts. Andris vēlējās ierīkot galda virsmas apgaismošanu, lai varētu ērti strādāt.



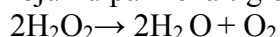
Viņš gribēja noskaidrot, kā mainās galda virsmas apgaismojums E atkarībā no attāluma L līdz galda virsmai. Andris veica eksperimentu, izmantojot spuldzi un luksmetru. Viņa veikto mērījumu rezultāti parādīti tabulā.

Nr.p.k.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
L , cm	30	40	50	60	70	100
E , lx	278	170	100	69	51	25

Uzraksti, kurš Andra eksperimentā bija neatkarīgais, atkarīgais un fiksētais lielums!

Uzdevumi par darba gaitas plānošanu un iegūto datu apstrādi

1. Dots situācijas apraksts. Šūnu dzīvības procesos tajās kā blakusprodukts rodas ūdeņraža peroksīds (H_2O_2). Uz to iedarbojas enzīms katalāze, kura pārveido šo organismu kaitīgo savienojumu par nekaitīgiem gala produktiem – ūdeni un skābekli:

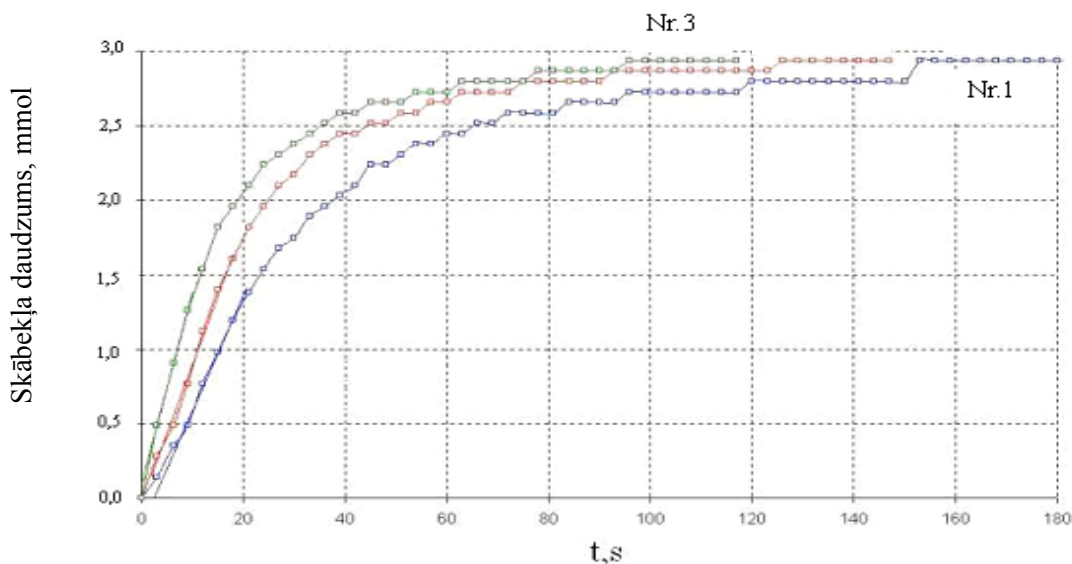


Reakcijas ātrums ir atkarīgs no ūdeņraža peroksīda koncentrācijas, temperatūras, vides pH, katalāzes daudzuma un citiem rādītājiem. Pētāmā problēma: vai, mainot vaska puķes lapu daudzumu, mainīsies izdalītā skābekļa daudzums? Pētāmai problēmai tika izvirzīta hipotēze: Ja palielinās katalāzes koncentrācija, tad palielinās arī reakcijas ātrums un izdalītā skābekļa daudzums. Lai eksperimentāli pārbaudītu reakcijas norises likumsakarības un pierādītu vai apgāztu hipotēzi, skolēni izvēlējās darba piederumus un vielas:

- sensoru skābekļa daudzuma noteikšanai;
- datoru informācijas iegūšanai;
- 30 ml ūdeņraža peroksīda;
- mērcilindru;
- vaska puķes lapas (tās satur katalāzi);
- skalpeli;
- vienu sensoram pievienojamu šļirci.

Pārbaude notika nemainīgā temperatūrā (21°C), eksperiments veica trīs atkārtojumus ar dažādu vaska puķes gabaliņu skaitu.

Iegūtie dati tika apstrādāti un attēloti grafiski.



Turpini veidot darba gaitas plānu!

- 1) Vaska puķes lapu sagriež 16 vienādos gabaliņos un sadala trīs grupās (Nr. 1 – 1gab.; Nr. 2 – 5 gab. un Nr. 3 – 10 gab.).
- 2) Kādas kopīgas likumsakarības ir redzamas visām trijām līknēm? Vai izvirzītā hipotēze bija pareiza?

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa līmeņiem

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
Darba gaitas plānošana	Apraksta darbības secību atbilstoši dotajiem lielumiem.	3
	Apraksta darbības secību ar nebūtiskām neprecizitātēm.	2
	Uzraksta tikai atsevišķus darba soļus.	1
Iegūto datu apstrāde	Precīzi nolasa datus no grafika, tos salīdzina.	3
	Nelielas neprecizitātes, nolasot datus no grafika vai salīdzinot.	2
	Nolasa datus ar būtiskām neprecizitātēm.	1

Uzdevumi par darba piederumu un vielu lietošanu

1. Kādā secībā saslēdz elektrisko ķēdi?
2. Kādi drošības noteikumi jāievēro, strādājot ar multimetru, kondensatoriem, elektrostātiskās indukcijas mašīnu?
3. Kā ieslēdz ķēdē multimetru pretestības mērīšanai; līdzstrāvas stipruma mērīšanai; maiņstrāvas stipruma mērīšanai, sprieguma mērīšanai, temperatūras mērīšanai?

Uzdevumi par datu apstrādi

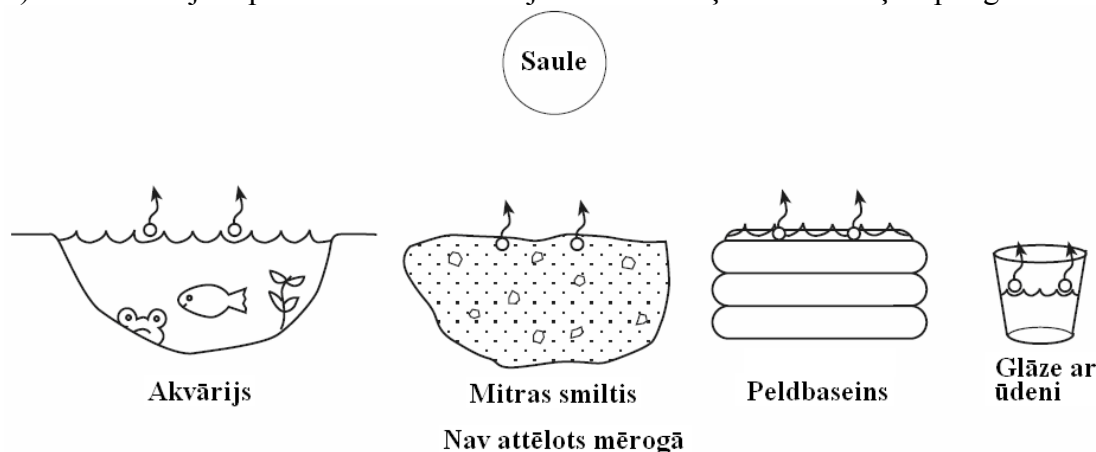
1. Dots situācijas apraksts. Difrakcijas režģi, kuram ir 600 spraugas uz 1 mm, izmanto lāzera gaismas viļņa garuma noteikšanai. Parādi, kādi mērījumi jāveic un kā, izmantojot šos datus, var aprēķināt izmantotās gaismas viļņa garumu!
2. Vēja caurulē maina gaisa plūsmas ātrumu uz automobili. Iegūtie dati attēloti tabulā.

Ātrums v , m/s	Pretestības spēks, N	v^2 , m^2/s^2
4,04	169	
6,12	340	
7,99	512	
10,1	820	
11,9	1080	

Attēlo grafikā spēka atkarību no ātruma kvadrāta un uzraksti matemātisko sakarību!

Uzdevumi par rezultātu analīzi, izvērtēšanu un secināšanu

- 1) Dots situācijas apraksts. Četrās situācijās ūdens no šķidra ūdens kļūst par gāzveida.



Kurš novērojums ir pierādījums, ka ūdens maina agregātstāvokli?

- A viļņi veidojas uz akvārija ūdens virsmas;
- B ūdens samērcē jūrmalas smiltis;
- C ūdens šļakstās pāri peldbaseina malām;
- D ūdens līmenis glāzē samazinās.

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa līmeņiem

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
Rezultātu analīze, izvērtēšana, secināšana	Loģiski, pamatoti analizēti rezultāti, novērtēti eksperimenta trūkumi, ierosināti uzlabojumi. Secinājumi formulēti atbilstoši izvirzītajai pētāmai problēmai un hipotēzei.	3
	Loģiski, pamatoti analizēti rezultāti, novērtēti eksperimenta trūkumi, ierosināti uzlabojumi. Secinājumi formulēti, bet nav saistīti ar izvirzīto pētāmo problēmu un hipotēzi.	2
	Veikti atsevišķi soļi rezultātu izvērtēšanā. Secinājumos uzrakstīts apgalvojums par hipotēzes pareizību/nepareizību, bet tālāk tā nav paskaidrota.	1

Uzdevumi par darba rezultātu prezentēšanu

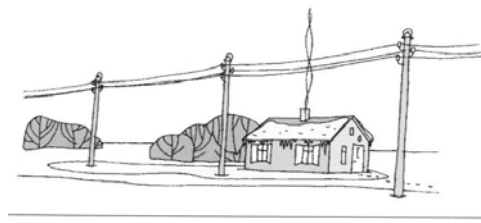
Uzraksti viena pētījuma prezentācijas plānu, izmantojot vispārīgo plānu!

1. Izvirzītā hipotēze.
2. Izmantotā(-ās) metode(-es).
3. Neatkarīgie, atkarīgie un nemainīgie jeb fiksētie lielumi.
4. Iegūto datu raksturojums, mērījumu precizitāte.
5. Datu analīze, grafiki.
6. Secinājumi atbilstoši izvirzītajai pētāmai problēmai un hipotēzei.

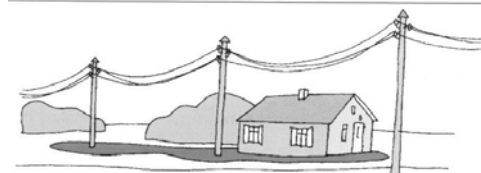
Pētniecisko uzdevumu piemēri dabaszinātņu priekšmetos

1. piemērs.

Jānis ievēroja, ka ziemā elektrības vadi pie viņa mājām starp diviem stabiem bija stingri nostiepušies, bet vasarā – nokarājušies.



Jānis gribēja izpētīt šo problēmu skolas fizikas laboratorijā, izmantojot tur pieejamās ierīces: 2 m garš vara vads, ommetrs, lineāls, statīvs, termometrs, sildītājs.



1. Uzraksti hipotēzi/pieņēmumu par problēmu, kuru tu pētīsi, lai meklētu šīs parādības cēloņus.

2. Uzraksti darba gaitas soļus, kā skolas fizikas laboratorijā pārbaudīsi savu pieņēmumu! Darba gaitā noteikti uzraksti, kuru lielumu tu mainīsi, kurš lielums manīsies neatkarīgi no tā, kuru lielumu tu turēsi nemainīgu.

3. Attēlo zīmējumā, kā jāizvieto ierīces! Blakus uzzīmē elektriskā slēguma shēmu!

Vieta ierīču izvietošanas zīmējumam.

Vieta elektriskā slēguma shēma.

4. Sagatavo tabulu mērījumu fiksēšanai. Ieraksti atbilstošo mērāmo lielumu apzīmējumus, to mērvienības!

Mērījumu tabula

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa soļiem

Solis	Kritērijs	Punkti kopā
I	Formulē hipotēzi (pieņēmumu), kuru var pārbaudīt, veicot eksperimentu – 1 punkts.	10
II	Plāno vienkārša fizikāla eksperimenta norisi. Izvēlas ierīces un izmanto tās atbilstoši lietojumam. Par secīgiem darba gaitas soļiem – 1 punkts. Par ierīču atbilstošu izmantošanu – 1 punkts. Par mērījumu atkārtošanu – 1 punkts. Kopā – 3 punkti.	
III	Attēlo slēguma shēmu. Par visu nepieciešamo ierīču un piederumu parādīšanu zīmējumā – 1 punkts. Par ierīču un piederumu lietošanu atbilstoši drošības noteikumiem – 1 punkts. Kopā – 2 punkti.	
IV	Sagatavo tabulu datu fiksēšanai. Par neatkarīgā lieluma uzrakstīšanu – 1 punkts. Par atkarīgā lieluma uzrakstīšanu – 1 punkts. Par fizikālo lielumu apzīmējumiem – 1 punkts. Par atbilstošu vienību lietošanu – 1 punkts. Kopā – 4 punkti.	

2. piemērs.

Ja ledu ievieto vidē, kuras temperatūra augstāka par tā kušanas temperatūru, ledus kūst. Kūst lāstekas, kūst ledus vāks, kas pārklājis peļķi, kūst ledus klucīši kokteilī.

1. Papildini neatkarīgo lielumu sarakstu!

Lai pētītu, no kādiem apstākļiem ir atkarīga ledus kušana, varētu mainīt...

- apkārtējo vidi ap ledu (gaiss, ūdens, piens, augļu sula, sālsūdens);
- apkārtējās vides temperatūru;
- ledus gabala formu (puslode, cilindrs, plāksne);

- _____
- _____

2. Papildini atkarīgo lielumu sarakstu!

Lai pētītu, no kādiem apstākļiem ir atkarīga ledus kušana, varētu mērīt un aprēķināt...

- mērīt ledus izkušanas laiku un aprēķināt tā vidējo kušanas ātrumu (g/min);
- mērīt ledus gabala izkusušās daļas lielumu atsevišķos momentos un aprēķināt tā kušanas ātrumu atkarībā no laika;

- _____
- _____

3. Uzraksti iespējamās konstantos lielumus!

Lai pētītu, no kādiem apstākļiem ir atkarīga ledus kušana, varētu turēt fiksētu, konstantu..

- _____
- _____

4. Formulē un uzraksti pētāmo problēmu, ko esi izvēlējies!

5. Formulē hipotēzi!

6. Uzskaiti pētījuma objektus, darbā izmantojamajos traukus, ierīces, mērierīces!

7. Plāno darba gaitu, aprakstot eksperimenta darbību secību!

8. Izveido datu tabulu mērījumu fiksēšanai!

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa soļiem

Solis	Kritērijs	Punkti kopā
1	Izvēlas neatkarīgo lielumu. Par katru izvēlēto lielumu – 1 punkts. Kopā – 2 punkti.	17
2	Izvēlas atkarīgo lielumu. Par katru izvēlēto lielumu – 1 punkts. Kopā – 2 punkti.	
3	Izvēlas fiksēto (konstanto) lielumu. Par katru izvēlēto lielumu – 1 punkts. Kopā – 2 punkti.	
4	Formulē pētāmo problēmu – 1 punkts.	
5	Formulē hipotēzi/pieņēmumu, kuru var pārbaudīt, veicot eksperimentu – 1 punkts.	
6	Uzskaita darba piederumus – 1 punkts.	
7	Plāno darba gaitu. Par neatkarīgā lieluma izvēli – 1 punkts. Par atkarīgā lieluma izvēli – 1 punkts. Par fiksētā lieluma izvēli – 1 punkts. Par mērījumu atkārtošānu – 1 punkts. Par loģisku darbību secību – 1 punkts. Kopā – 5 punkti.	
8	Sagatavo tabulu datu fiksēšanai. Par neatkarīgā un atkarīgā lieluma uzrakstīšanu – 1 punkts. Par fizikālo lielumu apzīmējumiem – 1 punkts. Par atbilstošu vienību lietošanu – 1 punkts. Kopā – 3 punkti.	

3. piemērs.

Situācijas apraksts. Dacei pirms došanās divu nedēļu ziemas brīvdienu izbraukumā vajadzēja atrisināt problēmu, kā nodrošināt mitru augsni istabas puķēm. Vairākām puķēm bija iestājies miera periods, kurā liešana vajadzīga nedaudz, taču alveja ziedēja, tāpēc tai bija svarīgi saņemt pietiekami daudz ūdens.

Alvejas “apliešanai” Dace bija iecerējusi izmantot kapilaritāti vairākām marles saitēm vienu galu iemērcot traukā ar ūdeni, bet otru ierušinot poda augsnē. Taču, cik saites ņemt, cik garas, kur novietot ūdens trauku attiecībā pret alvejas podu, to Dace gribēja izpētīt.

Formulē pētāmo problēmu!

Formulē hipotēzi!

Uzskaiti pētījuma objektus, darbā izmantojamus traukus, ierīces, mērierīces!

Plāno darba gaitu! Norādi lielumu, kuru mainīsi (neatkarīgo); norādi lielumu, kuru mērīsi (atkarīgo); norādi fiksētos lielumus, kurus kontrolēsi; apraksti eksperimenta darbību secību, uzzīmē eksperimentu paskaidrojošu zīmējumu!

Izveido tabulu iegūto datu reģistrēšanai un apstrādei! Norādi fiksēto lielumu un, ja iespējams, arī to skaitlisko vērtību reģistrēšanas vietu un veidu!

Izplāno eksperimenta rezultātu grafisku attēlojumu!

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa soļiem

4. piemērs.

Novietojot kvēlspuldzi 70 cm attālumā no galda virsmas un darbinot to ar maksimālo jaudu, Andris konstatēja, ka galda virsmas apgaismojums ir 180 lx. Lai taupītu elektroenerģiju, spuldzei var ieregulēt mazāku jaudu un iegūt 100 lx apgaismojumu, tāpēc vajadzēja izpētīt, kā galda virsmas apgaismojums mainās atkarībā no spuldzes jaudas. Jaudas mērīšanai var izmantot vatmetru.

I. Formulē un uzraksti hipotēzi šim pētījumam!

Uzraksti pamatojumu savai izvēlētajai hipotēzei!

II. Uzraksti, kurus mērinstrumentus vai kurus sensorus tu izmantosi savas hipotēzes pārbaudei!

III. Uzraksti, kurus lielumus tu mērīsi!

Neatkarīgais lielums

Atkarīgais lielums

Fiksētie lielumi

Uzraksti pa soļiem darba gaitu savam pētījumam!

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa līmeņiem

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
Hipotēzes izvirzīšana	Formulē apgalvojumu atbilstoši pētāmai problēmai un to paskaidro.	3
	Formulē apgalvojumu atbilstoši pētāmai problēmai, bet to nepilnīgi paskaidro.	2
	Formulē apgalvojumu atbilstoši pētāmai problēmai, bet to nepaskaidro.	1
Lielumu/pazīmju izvēle	Saskata visus lielumus, pazīmes, tos grupē.	3
	Dažas neprecizitātes lielumu, pazīmju izvēlē vai grupēšanā.	2
	Saskatītie lielumi, pazīmes neatbilst situācijas aprakstam.	1
Darba piederumu izvēle	Patstāvīgi izvēlas visus nepieciešamos darba piederumus no dotajiem.	3
	No dotajiem izvēlas vismaz 3 nepieciešamos darba piederumus.	2
	Izvēlas vismaz 1 darbam nepieciešamu piederumu.	1
Darba gaitas plānošana	Apraksta darbības secību, atbilstoši dotajiem lielumiem.	3
	Apraksta darbības secību ar nebūtiskām neprecizitātēm.	2
	Uzraksta tikai atsevišķus darba soļus.	1

5. piemērs.

SIA “Ātrie dzērieni” īpašnieki izveidoja automātu, kas pārdeva karstus dzērienus vienreizlietojamās krūzēs. Viņi vēlējās noskaidrot divas lietas:

- kurš ir labākais materiāls krūzes izgatavošanai;
- vai ir vērts apgādāt krūzes ar vākiem, lai dzēriens ilgāk turētos silts.

Viņi piepildīja dažādas krūzes ar vienādu tilpumu karstas kafijas un katru minūti nolasīja termometra rādījumus.

Rezultāti ir apkopoti tabulās.

Papīra krūze bez vāka		Polistirola krūze bez vāka	
Laiks, min	Temperatūra, °C	Laiks, min	Temperatūra, °C
0	100	0	100
1	82	1	85
2	80	2	84
3	77	3	80
4	75	4	78
5	72	5	76
6	68	6	73
7	64	7	70
8	60	8	69
9	57	9	67
10	55	10	65

Papīra krūze ar vāku		Polistirola krūze ar vāku	
Laiks, min	Temperatūra, °C	Laiks, min	Temperatūra, °C
0	100	0	100
1	84	1	88
2	81	2	86
3	79	3	84
4	77	4	82
5	75	5	80
6	71	6	78
7	68	7	77
8	65	8	75
9	63	9	74
10	60	10	73

I. Kurš šajā pētījumā ir neatkarīgais lielums?

Izvēlies divus lielumus no dotā saraksta un pasvītro!

- A materiāls, no kura izgatavota krūze;
- B vai krūzei ir vāks vai tā nav;
- C ūdens sākuma temperatūra;
- D eksperimenta laiks;
- E dzēriena tilpums krūzē.

II. Uzraksti vienu lielumu, kurš pētījumā paliek konstants!

III. Kāds ir labākais veids, kā attēlot temperatūras izmaiņu laikā vienā krūzē?

Izvēlies vienu un pasvītro!

Stabiņu diagramma; līniju grafiks; sektoru diagramma; funkcijas grafiks (*scatter graph*).

IV. Kāds ir labākais veids, lai attēlotu temperatūras samazināšanos visās četrās krūzēs?

Izvēlies vienu un pasvītrot!

Stabiņu diagramma; līniju grafiks; sektoru diagramma; funkcijas grafiks.

V. Viens rezultāts vienā no tabulām ir acīmredzami kļūdainš. Apvelc ar aplīti šo rezultātu!

VI. Kāpēc eksperimentētājs droši sāka visus izmēģinājumus ar kafijas temperatūru pie 100 °C?

VII. Tika noskaidrots, ka vienā pētījumā termometrs rādīja par 5 °C augstāku temperatūru nekā citos. Kāda veida kļūda tā ir? Vai tas rada atšķirības secinājumos? Paskaidro savu atbildi!

VIII. Katru krūzi pārbaudīja vienu reizi. Ja eksperimentu ar katru krūzi veiktu atkārtoti, tad ko tas uzlabotu? Izvēlies vienu un pasvītrot! Precizitāti, drošums, atkārtotamību, ticamību.

IX. Ja eksperimentu atkārtotu, tad kā rezultāti būtu jāapstrādā?

Izvēlies vienu un pasvītrot!

- A labākie rezultāti jāatstāj pārējie jāsvītrot;
- B jāatrod visu rezultātu vidējā vērtība;
- C pirmie rezultāti jāatstāj, bet pārējie ir ļoti atšķirīgi;
- D visi rezultāti jāapvieno kopā.

X. Kurā krūzē ir lielākā temperatūras izmaiņa?

XI. Par cik Celsija grādiem samazinājās temperatūra pirmajās piecās minūtēs polistirola krūzē ar vāku?

XII. Izdari secinājumus, kā, tavuprāt, labāk saglabāt siltu dzērienu atkarībā no krūzes materiāla un vāka esamības.

Es domāju, izdevīgāk ir lietot...

Es tā domāju tāpēc, ka...

XIII. SIA "Ātrie dzērieni" viens pircējs teica: "Manuprāt, vāks palīdz uzturēt kafiju karstu, jo tas neļauj tvaikam aizplūst prom."

Vai rezultātu tabulā ir kaut viens pierādījums, lai zinātniski varētu pamatot šo domu, vai arī tas ir viena cilvēka viedoklis? Pamato savu atbildi!

XIV. SIA "Ātrie dzērieni" nolēma, ka, pamatojoties uz krūzes spēju saglabāt dzērienu siltu, viena krūze ir labāka nekā otra. Pirms nolemšanas, kuru no tām lietot, jāņem vērā arī ekonomiskie, vides un tehnoloģiskie faktori. Uzraksti vienu piemēru katrai faktoru grupai!

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa soļiem

Solis	Kritērijs	Punkti kopā
1	Izvēlas neatkarīgo lielumu. Par katru izvēlēto lielumu – 1 punkts. Kopā – 2 punkti.	19
2	Izvēlas fiksēto/konstanto lielumu – 1 punkts.	
3	Izvēlas vizualizācijas veidu – 1 punkts.	
4	Izvēlas vizualizācijas veidu – 1 punkts.	
5	Apstrādā datus – 1 punkts.	
6	Plāno darba gaitu – 1 punkts.	

Solis	Kritērijs	Punkti kopā
7	Analizē datus. Nosauk kļūdas veidu – 1 punkts. Analizē rezultātus un pamato spriedumu – 1 punkts. Kopā – 2 punkti.	
8	Saprot mēģinājuma atkārtotības nozīmi – 1 punkts.	
9	Apstrādā datus – 1 punkts.	
10	Analizē datus – 1 punkts.	
11	Analizē datus – 1 punkts.	
12	Izdara secinājumus. Formulē secinājumus – 1 punkts. Pamato spriedumus – 1 punkts. Kopā – 2 punkti.	
13	Izdara un argumentē secinājumus – 1 punkts.	
14	Izdara secinājumus. Uzraksta vienu piemēru ekonomiskiem faktoriem – 1 punkts. Uzraksta vienu piemēru vides faktoriem – 1 punkts. Uzraksta vienu piemēru tehnoloģiskiem faktoriem – 1 punkts. Kopā – 3 punkti.	

6. piemērs.

Vingrojot trenāžieru zālē ar atsperu expanderu, Andris ievēroja, jo vairāk grib izstiept atsperes, jo grūtāk ir to izdarīt. Izplāno, kā Andris var pētīt šo problēmu skolas fizikas laboratorijā izmantojot tur pieejamās ierīces – dinamometru, atsperi un lineālu.



7. piemērs.

Jānis ievēroja, ka, dzīvoklī pārbīdot mēbeles, ir ļoti grūti pastumt pilnu skapi, bet daudz vieglāk ir pastumt tukšu skapi. Izplāno, kā Jānis var izpētīt berzes spēka atkarību no ķermeņa masas ar fizikas laboratorijā pieejamām ierīcēm – dinamometru, koka klucīti un atsvariem ar zināmu masu.



8. piemērs.

Atpūšoties kopā ar ģimeni, Ernests pārliecinājās, ka Nāves jūrā ir iespējams peldēt ūdens virspusē, nekustinot rokas un kājas. Izplāno, kā Ernests var izpētīt šo situāciju skolas laboratorijā ar tur pieejamām ierīcēm: trauku ar ūdeni, vārāmā sāli, nelielu kartupeli un lineālu.

9. piemērs.

1. daļa.

Ūdens cietības pētījums. Jautājumi ir par darba plānošanu, lielumu izvēli, datu ieguvu, rezultātu analīzi un secinājumiem.

1. Kāds varētu būt tava pētījuma mērķis?
2. Nosauc vienu nemainīgo lielumu!
3. Apraksti, kā tu varētu kontrolēt nemainīgo lielumu!
4. Pētījumā varēja mainīt vienu no lielumiem (neatkarīgais lielums), lai izpētītu, kā mainās otrs lielums (atkarīgais lielums). Kurš šajā pētījumā ir neatkarīgais lielums?

5. Vai ūdens cietības pētījums paredzēja kontroles pētījumu?
 - A. Kāds ir kontroles pētījuma mērķis?
 - B. Apraksti, ko tu darīji kontroles pētījumā!
6. Vai bija nepieciešama atkārtota atsevišķu datu iegūšana? Paskaidro savu atbildi!
7. Grafikā vai datu tabulā apvelc ar aplīti datus, kuri tev neliekas ticami, droši.
Ja tu neatradi kaut kādus anomālus rezultātus, paskaidro to atbildē!
8. Vai rezultātos bija nejaušas kļūdas?
Ja atbilde ir “jā”, paskaidro, kādas tās bija!
Ja atbilde ir “nē”, paskaidro, kā tu to uzzināji/noskaidroji!
9. Vai ir kāda likumsakarība iegūtajos rezultātos? Paskaidro savu atbildi, aprakstot grafiku!
10. Vai tev ir pietiekami daudz datu, lai izdarītu galīgo secinājumu? Paskaidro savu atbildi!
11. Piedāvā vienu sava pētījuma uzlabojumu, ja tev nāktos atkārtot pētījumu!

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa soļiem

Solis	Kritērijs	Punkti kopā
1	Formulē pētījuma mērķi – 1 punkts.	11
2	Izvēlas fiksēto/konstanto lielumu – 1 punkts.	
3	Apraksti, kā kontrolēs fiksēto/konstanto lielumu – 1 punkts.	
4	Izvēlas neatkarīgo lielumu – 1 punkts.	
5	Plāno darba gaitu – 1 punkts.	
6	Plāno darba gaitu – 1 punkts.	
7	Analizē datus – 1 punkts.	
8	Analizē datus – 1 punkts.	
9	Analizē datus – 1 punkts.	
10	Analizē datus – 1 punkts.	
11	Izdara un argumentē secinājumus – 1 punkts.	

2. daļa.

Ūdens mīkstināšana. Iespējams, lai atbildētu uz šiem jautājumiem, tev palīdzēs zināšanas, kas gūtas veiktā pētījuma gaitā par ūdens cietību.

Jadvigas kundze bija satraukta par ūdens kvalitāti, ko piegādā SIA “Tīrais ūdens”. Viņa uzskatīja, ka ūdens ir ļoti ciets. Internetā Jadvigas kundze atrada informāciju par to, ka viņa dzīvo reģionā, kurā ir mīksts un vidēji mīksts ūdens.

1. Kā tu varētu izskaidrot ūdens cietības faktu, ja Jadvigas kundze dzīvo reģionā, kurā ir mīksts ūdens?
2. Jadvigas kundze un viņas vīram Leopolda kungam bija atšķirīgi viedokļi jautājumā par ūdens cietību. Jadvigas kundze teica, ka ūdens ir ciets, jo mazgāšanās laikā viņa tērē daudz ziepju. Leopolda kungs teica, ka viņš nedomā, ka ūdens ir ciets, jo tējkannā nav nosēdumu un kaļķu. Kādi zinātniskie pierādījumi ir nepieciešami, lai izlemtu, kuram no viņiem bija taisnība?

Ūdens cietība

Galvenais ūdens cietības iemesls ir kalcija un magnija sāļi. Ūdens cietība var būt divi veidi: pārejoša un nepārejoša. Pārejošo cietību veido hidroģēnkarbonāti. To var novērst ar ūdens vārīšanu. Nepārejošo cietību galvenokārt veido sulfāti un hlorīdi. To nevar novērst ar ūdens vārīšanu.

Ūdens cietību (C) izsaka ar Ca^{2+} un Mg^{2+} jonu miligramiem vienā litrā ūdens:

- mīksts ūdens $0 \text{ mg/l} \leq C \leq 100 \text{ mg/l}$;
- vidēji ciets $100 \text{ mg/l} \leq C \leq 200 \text{ mg/l}$;
- ļoti ciets $200 \text{ mg/l} \leq C$.

Jadvigas kundze piezvanīja ūdens kompānijai. Viņi piekrita paņemt ūdens paraugus analīzei. Zinātniskie līdzstrādnieki, kuri ieradās, vispirms atvēra krānu un izlaida vairākus litrus ūdens no caurulēm. Viņi paņēma trīs paraugus: vienu no krāna virtuvē, otru no vannas istabas un trešo no krāna dārzā.

3. Kāpēc zinātniskie līdzstrādnieki no caurulēm izlaida lielu ūdens daudzumu? Izdariet vienu pieņēmumu!

4. Kāpēc tika paņemti trīs ūdens paraugi, nevis viens?

Šeit apkopoti ūdens analīzes rezultāti. Analīze katram ūdens paraugam veikta ar divām dažādām metodēm.

Ūdens ņemšanas vieta	Kopējā ūdens cietība, mg/l	Ūdens analīzes vidējais statistiskais rezultāts
Virtuve	93	
Vannas istaba	101	
Dārzs	103	
Jūsu ūdens ir pietiekami mīksts, tāpēc jums nevajag to papildus mīkstināt.		

5. Kāpēc zinātniskie līdzstrādnieki izmantoja divas atšķirīgas ūdens analīzes metodes?

6. Aprēķini un ieraksti tabulā vidējo kopīgo ūdens cietību!

7. Apraksti Jadvigas kundze lietotā ūdens cietību, izmantojot iegūto kopējās ūdens cietības vidējo lielumu un informāciju par ūdens īpašībām tajā apkārtnē, kurā dzīvo Jadvigas kundze!

8. Kā vislabāk var attēlot ūdens analīzes rezultātus grafiski? Apvelc ar aplīti atbildes burtu!

A stabiņu diagrammā;

B līnijas diagrammā;

C riņķa diagrammā;

D punktu diagrammā.

Jadvigas kundze nolēma, ka viņai nepieciešams vēl viens viedoklis jautājumā par ūdens cietību, un vērsās ar lūgumu veikt ūdens analīzi kompānijā, kas risina cieta ūdens problēmas. Kompānija analīzei paņēma vienu paraugu no dārza krāna.

9. Kāda priekšrocība ir tam, lai būtu divi viedokļi vienā jautājumā?

10. Ko nozīmē apzīmējums $\pm 10\%$, kas parādījās atskaitē?

Jadvigas kundze un Leopolda kunga ūdens analīzes rezultāti.
Mēs atklājām, ka jums piegādātā ūdens cietības pakāpe ir apmēram 100 mg/l. Tas nozīmē, ka jūsu ūdens ir ciets, tāpēc mēs iesakām jums iegādāties ūdens mīkstinātāju *Deluxe Water Softeners*. Šobrīd *Deluxe Water Softeners* cena ir...

11. Vai tu piekrīti kompānijas *Watersoft* pētījumu rezultātiem? Kā tu uzskati, vai kompānija *Watersoft* izdarīja pareizu secinājumu par nepieciešamību iegādāties ūdens mīkstinātāju? Kuras kompānijas *Water Board* vai *Watersoft* ūdens analīze, tavuprāt, ir precīzāka? Atbildes paskaidro! 12. Piedāvā vienu iemeslu, kāpēc kompānijas *Water Board* un *Watersoft* sniedza atšķirīgas rekomendācijas?

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa soļiem

Solis	Kritērijs	Punkti kopā
1	Formulē idejas par lokālām svārstībām – 1 punkts.	
2	Izsaka idejas par ķīmisko analīzi, lai noteiktu ūdenī hidrokarbonātus un sulfātus – 1 punkts.	
3	Izsaka idejas par tīra ūdens parauga iegūvi – 1 punkts.	
4	Zina par atkārtota eksperimenta priekšrocībām (precizitātes palielināšana) – 1 punkts.	

Solis	Kritērijs	Punkti kopā
5	Plāno ticamāku rezultātu ieguvu – 1 punkts.	15
6	Aprēķina vidējos lielumus – 1 punkts.	
7	Analizē datus – 1 punkts.	
8	Analizē datus – 1 punkts.	
9	Izsaka idejas par papildu pierādījumiem vai par secinājuma ticamības paaugstināšanu ņemot vērā lielo datu daudzumu – 1 punkts.	
10	Analizē datus, izdara secinājumus – 1 punkts.	
11	Izdara un argumentē secinājumus. Novērtē datus – 1 punkts; pamato spriedumu – 1 punkts; argumentē secinājumus – 1 punkts; atskaites kvalitātes vērtējums. Kopā – 4 punkti.	
12	Izsaka idejas par peļņas gūšanu – 1 punkts.	

10. piemērs.

Situācijas apraksts. Augi uzlabo mikroklimatu telpās, jo tie mitrina gaisu. Cilvēkam ir grūti elpot, ja gaiss telpās ir pārāk sauss. Augiem ir īpaši liela nozīme tad, ja telpās ir centrālapkure.

Darba uzdevums. Iepazīties ar divu skolotāja doto augu lapas epidermas uzbūvi un novērtēt, kurš no šiem augiem labāk uzlabo mikroklimatu telpās.

Darba piederumi. Mikroskops ar okulārmikrometru, divu dažādu augu lapas, divi priekšmetstikli, divi segstikli, 4% KMnO_4 šķīdums, pipete, skalpelis, pincete, preparējamā adata.

Darba gaita

1. Pagatavo divu doto augu lapu apakšējās epidermas mikropreparātus! Ar skalpeli lapas apakšējā daļā veic divus iegriezumus līdz 0,5 cm attālumā vienu no otra! Ar pinceti saņem epidermu iegriezuma vietā un noplēs tās gabaliņu!
 2. Ievieto epidermas gabaliņus 4% KMnO_4 šķīduma pilienā uz priekšmetstikla un ļauj tiem krāsoties 5 minūtes! Pārsedz preparātus ar segstiklu! Gatavojot preparātus, ievēro drošības noteikumus! Atrādi pagatavotos un nokrāsotos preparātus skolotājam!
 3. Aplūko pagatavotos preparātus mikroskopā! Uzzīmē nelielus pagatavoto preparātu fragmentus, pieraksti paskaidrojumus! Pasvītro tās struktūras nosaukumu, kura regulē iztvaikošanu no auga lapas!
 4. Izmēri abos preparātos triju to struktūru garumu, kura regulē ūdens iztvaikošanu no auga!
 5. Aprēķini šīs struktūras patieso lielumu!
 6. Novērtē, kurš no augiem labāk uzlabo mikroklimatu telpā!
- Pēc darba beigām sakārto darba piederumus un darba vietu!
 Datu reģistrēšana un apstrāde
 Zīmējums: _____ Zīmējums: _____

Auga nosaukums _____ Auga nosaukums _____
 Novērošanai izmantotais palielinājums _____

Tabula. Ūdens iztvaikošanu veicinošās struktūras garums

Auga nosaukums	1. mērījums (iedaļu skaits)	2. mērījums (iedaļu skaits)	3. mērījums (iedaļu skaits)	Vidējais (iedaļu skaits)

Šūnas ūdens iztvaikošanu veicinošās struktūras patiesā lieluma aprēķins: Okulārmikrometra iedaļas vērtība ir _____ (ieraksta skolotājs)!

Aprēķins:

Augs: _____

Augs: _____

Secinājumi:

Kurš no augiem labāk uzlabo mikroklimatu telpā? Pamato atbildi!

Vērtēšanas kritēriji – vērtēšana notiek pa līmeņiem

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
Lieto darba piederumus un vielas	Pareizi un patstāvīgi pagatavo mikropreparātus, veic to krāsošanu ar 4% KMnO_4 šķīdumu; pareizi lieto darba piederumus; ievēro drošības noteikumus.	3
	Pareizi un patstāvīgi pagatavo mikropreparātus un veic preparātu krāsošanu ar 4% KMnO_4 šķīdumu; pareizi lieto darba piederumus; ievēro drošības noteikumus, tomēr skolotājs spiests izteikt atsevišķus aizrādījumus.	2
	Preparātus pagatavo ar skolotāja palīdzību; ievēro drošības noteikumus, tomēr skolotājs spiests izteikt vairākus aizrādījumus.	1
Eksperimentālā darbība (darbs ar mikroskopu)	Pareizi sagatavo mikroskopu darbam, novieto un aplūko mikropreparātus, noregulē skaidru attēlu.	3
	Darbu veic ar nelielām neprecizitātēm.	2
	Darbu veic ar vairākām kļūdām.	1
Eksperimentālā darbība (mikropreparāta pagatavošana)	Pagatavotie preparāti ir labas kvalitātes, visas šūnas, to sastāvdaļas var labi saskatīt.	3
	Pagatavotie preparāti ir apmierinošas kvalitātes. Šūnas var saskatīt tikai vietām.	2
	Pagatavotie preparāti ir sliktas kvalitātes, tie ir biezi, šūnas un šūnu sastāvdaļas nevar atšķirt.	1
Eksperimentālā darbība (darba vietas sakārtošana)	Pēc darba bez uzaicinājuma pareizi sakārto darba piederumus un darba vietu.	3
	Pēc darba bez uzaicinājuma sakārto darba piederumus un darba vietu, bet ar atsevišķām neprecizitātēm.	2
	Pēc darba pavirši sakārto darba piederumus un darba vietu.	1
Novēro, mēra, reģistrē un apstrādā datus	Novēro un precīzi uzzīmē vairākas šūnas no katra mikropreparāta. Zīmējumi ir labas kvalitātes, ievērotas proporcijas.	3
	Zīmējumi apmierinošas kvalitātes, proporcijas ievērotas, bet ir dažas neprecizitātes.	2
	Zīmējumi sliktas kvalitātes, nav ievērotas proporcijas, vai ir uzzīmēts tikai viens zīmējums.	1
Zīmējumu paskaidrojumi	Paskaidrojumi pie zīmējumiem un palielinājums norādīti pareizi.	3
	Paskaidrojumu pierakstā ir kāda kļūda.	2
	Paskaidrojumi nepilnīgi vai palielinājums aprēķināts nepareizi.	1
Aprēķini	Izmēra 3 atvērtnišu garumu katrā preparātā, aprēķina vidējo garumu un	3

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
	patieso lielumu.	
	Mērījumi un aprēķini veikti, tomēr pieļauta kāda kļūda.	2
	Mērījumi un aprēķini veikti neprecīzi, ar būtiskām neprecizitātēm.	1
Analizē un izvērtē rezultātus, secina	Secina, ka iztvaikošanu no lapas ietekmē atvārsnīšu skaits un lielums; novērtē, kurš augs labāk uzlabo mikroklimatu, pamato savu secinājumu.	3
	Secina, ka iztvaikošanu no lapas ietekmē atvārsnīšu skaits un lielums; nav pamatots, kāpēc norādītais augs uzlabo gaisu.	2
	Secinājumos nav norādīts, ka pētāmā struktūra ir atvārsnītes, nav pamatojuma auga izvēlei.	1

11. piemērs.

Situācijas apraksts. Skolēns interesējās, kā vislētāk var ziemā izaudzēt tomātus. Skolēns zināja, ka augšanai nepieciešama gaisma, tāpēc gribēja noskaidrot, cik daudz gaismas nepieciešams, lai augs izaugtu. Skolēns izaudzēja tomātu stādus līdz piektajai lapai, tad izpiķēja atsevišķos stikla trauciņos. Skolēns katru stādiņu novietoja atšķirīgos gaismas apstākļos, tādējādi nodrošināja atšķirīgu gaismas intensitāti. Vienu stādu skolēns audzēja tumšos apstākļos. Lai izmērītu ar sensoru ogļskābās gāzes koncentrāciju, skolēns paņēma pa vienam trauciņam ar stādu un ielika stikla korpusā. Ogļskābās gāzes koncentrāciju skolēns mērīja eksperimenta sākumā un ik pēc 12 stundām.

Iegūtos datus skolēns apkopoja tabulā. Gaismas intensitāte, temperatūra un CO₂ koncentrācija eksperimenta laikā

Temperatūra (°C)	Gaismas intensitāte (% no normālā saules apgaismojuma)	CO ₂ koncentrācija eksperimenta sākumā (%)	CO ₂ koncentrācija pēc 12 stundām (%)	Auga lapu skaits
25	0	0,35	0,368	5
25	10	0,35	0,342	5
25	20	0,35	0,306	5
25	40	0,35	0,289	5
25	60	0,35	0,282	5
25	80	0,35	0,280	5
25	95	0,35	0,279	5

Izmanto iegūtos datus un atbildi uz jautājumiem!

1. Kāds bija eksperimenta mērķis?
2. Kas bija neatkarīgais lielums?
3. Kādus mērījumus skolēns veica?
4. Norādi vienu atkarīgo lielumu!
5. Kādi bija fiksētie lielumi?
6. Eksperimenta noslēgumā skolēns bija neapmierināts ar iegūtajiem rezultātiem, jo nezināja, kāda gaismas intensitāte ir vispiemērotākā tomātu audzēšanai. Komentē, vai bija kādas neprecizitātes skolēna eksperimentā!
7. Kāpēc vienu augu skolēns turēja tumsā?
8. Kādi dati liecina, ka CO₂ sensors mērīja ļoti precīzi?
9. No iegūtajiem datiem, veido grafiku, kurš ataino sakarību starp gaismas intensitāti un CO₂ koncentrāciju.
10. Secini par šo skolēna pētījumu!

Vērtēšanas kritēriji - vērtēšana notiek pa soļiem

Pētījuma solis	Kritēriji	Punkti
Eksperimenta plānošana	Pētījuma mērķis ir skaidri uzrakstīts.	1
	Neatkarīgais lielums ir izvēlēts pareizi (CO ₂ koncentrācija).	1
	Korekti veikti mērījumi, kuri uzrāda izmaiņas.	1
	Atkarīgais lielums ir izvēlēts pareizi (gaismas intensitāte).	1
	Fiksētie lielumi ir izvēlēti pareizi (auga lapu skaits, temperatūra).	1
Eksperiments	Komentētas eksperimenta laikā pieļautās neprecizitātes un trūkumi (piemēram, nebija atkārtoti mērījumi, netika ņemts vērā lapu diametrs, eksperiments tika veikts tikai ar jauniem augiem).	1–3
Datu apstrāde	Paskaidrots, ka kontroles grupas augs tika turēts tumsā.	1
	Paskaidrots par sensora mērījumu precizitāti.	1
	Uz grafika x ass atzīmēta gaismas intensitāti, uz y ass atzīmēta CO ₂ koncentrācija.	1
Secinājumi	Secinājumos aprakstīta sakarība starp gaismas intensitāti un CO ₂ koncentrāciju no pētījumā iegūtajiem datiem. Secinājumiem jābūt pamatotiem uz pētījuma sākumā izvirzīto mērķi un iegūtajiem rezultātiem.	1

Fizikas 2008. gada centralizētā eksāmena pētnieciskā uzdevuma vērtēšana

2008. gada fizikas centralizētā eksāmena 2. daļas 8. uzdevums:

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas!

Hipotēze (pieņēmums) _____

Darba piederumi _____

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietošanu eksperimentā.

Pārbaudes darba vērtēšanas kritēriji un paskaidrojumi

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	1	Par loģisku pieņēmumu. Piezīme: pamatojums var nebūt rakstīts.
Pētījuma ierīču izvēle	1	Par pētījuma ierīcēm (vismaz: priekšmets, gaismas avots).
Mērierīču izvēle	1	Par mērierīcēm (lineāls vai mērlenta). Piezīme: transportiera var arī nebūt.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	1	Par zīmējumu, ja tajā parādīts “priekšmets”, “gaismas avots” vai “stari” vai “leņķis” un “ēna”.
Atkarīgais lielums	1	Par atkarīgā lieluma – ēnas garuma – pieminēšanu zīmējumā, mērījumu tabulā vai tekstā.
Neatkarīgais lielums	1	Par maināmā lieluma – leņķis – pieminēšanu zīmējumā, mērījumu tabulā vai tekstā. Piezīme: leņķis var tikt izteikts ar garumiem.
Fiksētais lielums	1	Par vismaz viena nemainīga lieluma – spuldzes jauda, spuldzes attālums, priekšmeta augstums vai cita – pieminēšanu zīmējumā, mērījumu tabulā vai tekstā.
Mēģinājumu atkārtošana	1	Par mērījumu atkārtošānu tekstā vai tabulā.
Kopā	8	

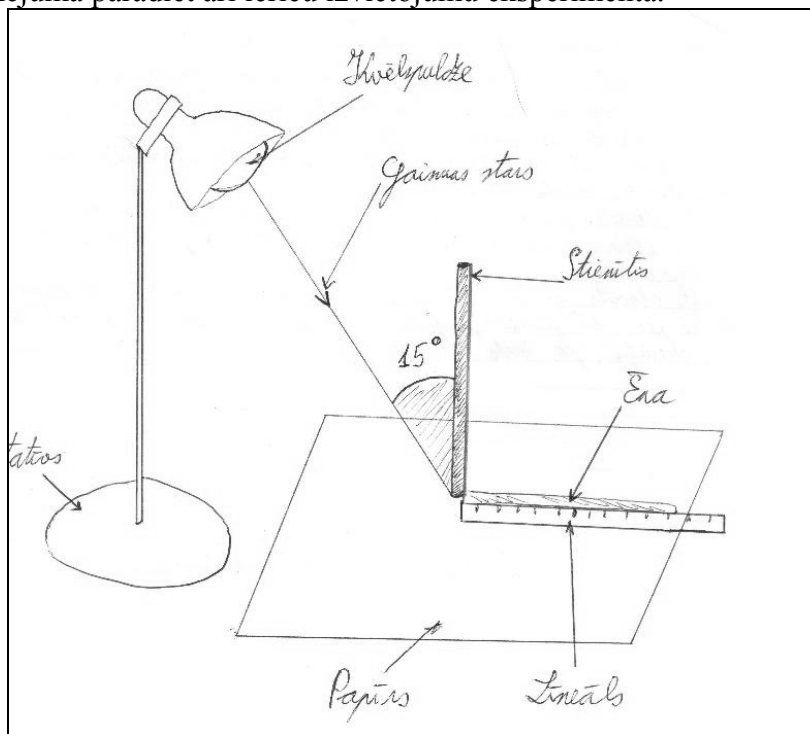
Skolēns F1

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas!

Hipotēze (pieņēmums). Ja palielinās staru krišanas leņķis, tad palielinās arī ēnas garums uz Zemes virsmas.

Darba piederumi. Lineāls, kvēlspuldze, transportieris, metāla stienītis, statīvs, balts papīrs.

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietojumu eksperimentā.



1. Nostiprina (novieto) stienīti uz balta papīra tā, lai tas ar papīru veidotu deviņdesmit grādu lielu leņķi.
2. Kvēlspuldzi iestiprina statīvā un novieto statīvu tā, lai spuldze atrastos tieši virs stienīša, proti, tā, lai krītošie stari ar stienīti veidotu nulle grādu leņķi.
3. Novieto spuldzi tā, lai tas ar stienīti veidotu 15° lielu leņķi.
4. Nolasa (izmēra) ēnas garumu no stienīša pamatnes līdz ēnas beigām.
5. Novieto spuldzi 30° leņķī un atkārti, un tā veic šo funkciju ik pēc 15° grādiem, līdz tam, ka gaismas stari iet perpendikulāri stienītim jeb veido ar to 90° lielu leņķi.

Vērtējums un vērtējuma anotācija

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	1	Pieņēmums ir uzrakstīts. Arī nepareizs pieņēmums ir pārbaudāms.
Pētījuma ierīču izvēle	1	Minimums ierīču nosaukts.
Mērierīču izvēle	1	Minimums ierīču nosaukts.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	1	Zīmējums ir loģisks, tas atspoguļo iespējamo eksperimenta gaitu. Tajā attēlots atkarīgais un neatkarīgais lielums.
Atkarīgais lielums	1	4. punktā "Nolasa (izmēra) ēnas garumu no stienīša pamatnes līdz ēnas beigām."
Neatkarīgais lielums	1	Ir norādīts.
Fiksētais lielums	1	"Nostiprina (novieto) stienīti.." un "Kvēlspuldzi iestiprina statīvā.."
Mēģinājumu atkārtošana	1	Tekstā ir norādīts, ka maina leņķi ik pa 15° .
Kopā	8	

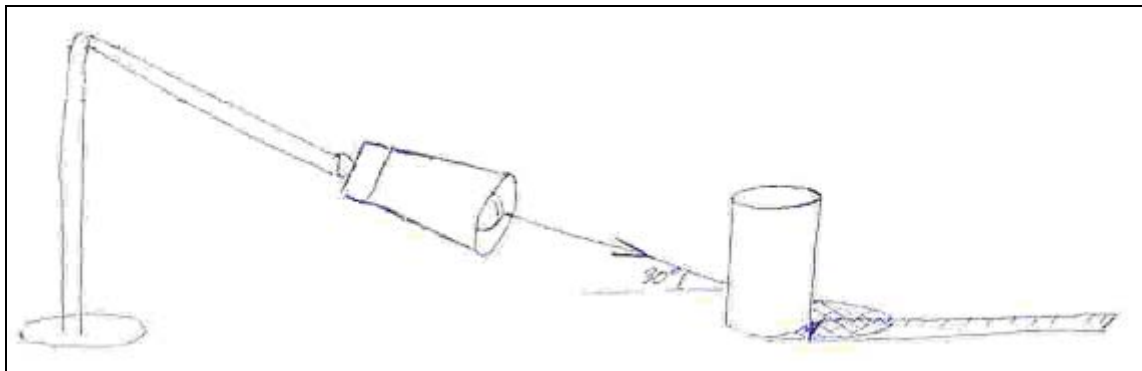
Skolēns F2

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas!

Hipotēze (pieņēmums). Ja palielina leņķi kādā saules stari krīt uz koka cilindru, tad arī ēna samazinās.

Darba piederumi. Kvēlspuldze, koka cilindrs, transportieris, lineāls

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietojumu eksperimentā.



1. Nolikt cilindru un nostatīt lampu tā, lai gaisma spīd uz cilindru 30° lielā leņķī.
2. Izmērīt ēnas garumu.
3. Mainīt gaismas spīdēšanas leņķi 45° , 60° un 90° un izmērīt katras ēnas garumu.

Vērtējums un vērtējuma anotācija

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	1	Loģisks pieņēmums.
Pētījuma ierīču izvēle	1	Minimums ierīču norādīts.
Mērierīču izvēle	1	Minimums ierīču norādīts.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	1	Eksperimenta būtība ir uztverta, zīmējumā attēlots neatkarīgais un atkarīgais lielums.
Atkarīgais lielums	1	Atkarīgais lielums ir nosaukts un norādīts, kā to izmērīs.
Neatkarīgais lielums	1	Neatkarīgais lielums – krišanas leņķis – ir nosaukts un zīmējumā attēlots, kā to izmērīs.
Fiksētais lielums	0	Nav norādīts.
Mēģinājumu atkārtošana	1	Ir parādīts 3. punktā “Mainīt gaismas spīdēšanas leņķi 45° , 60° un 90° ..”.
Kopā	7	

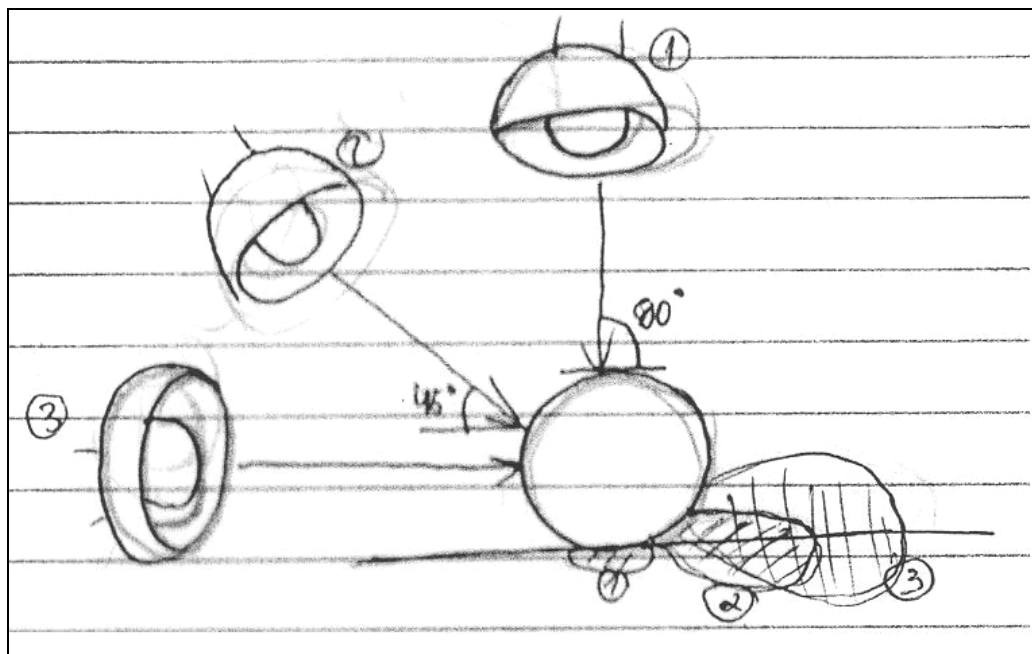
Skolēns F3

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas!

Hipotēze (pieņēmums). Ja palielinās leņķis, kādā saules stari krīt uz zemes, tad ķermeņa ēna ir mazāka.

Darba piederumi. Kvēlspuldze, transportieris, lode, cirkulis, lineāls.

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietojumu eksperimentā.



1. Novietot lodi uz galda virsmas.
2. Kvēlspuldzi novieto virs lodes tā, lai stari krīt leņķī 90° . Ievēro, lai uz lodi nekristu no citiem dabiskajiem gaismas avotiem.
3. Izmēra ēnas laukumu.
4. Tabulā ieraksta krišanas leņķi gaismai un ēnas laukumu.
5. Kvēlspuldzi novieto tā, lai gaismas krišanas leņķis ir 45° . Attālums no spuldzītes līdz lodei nemainās.
6. Izmēra ēnas laukumu un rezultātu ieraksta tabulā.
7. Darbības atkārto, izmainot krišanas leņķi gaismai.

Vērtējums un vērtējuma anotācija

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	1	Doma pareiza, taču nav skaidrs, ko nozīmē mazāka ēna.
Pētījuma ierīču izvēle	1	Minimums ierīču norādīts.
Mērierīču izvēle	1	Minimums ierīču norādīts.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	0	Plānotais eksperiments grūti īstenojams, jo ēnas laukumu bumbai nevar izmērīt.
Atkarīgais lielums	0	"Izmēra ēnas laukumu" – laukumu nevar izmērīt, tas arī nebija prasīts.
Neatkarīgais lielums	1	"..lai gaismas krišanas leņķis ir 45° .."
Fiksētais lielums	1	"Attālums no spuldzītes līdz lodei nemainās."
Mēģinājumu atkārtošana	1	"Darbības atkārto, izmainot krišanas leņķi gaismai."
Kopā	6	

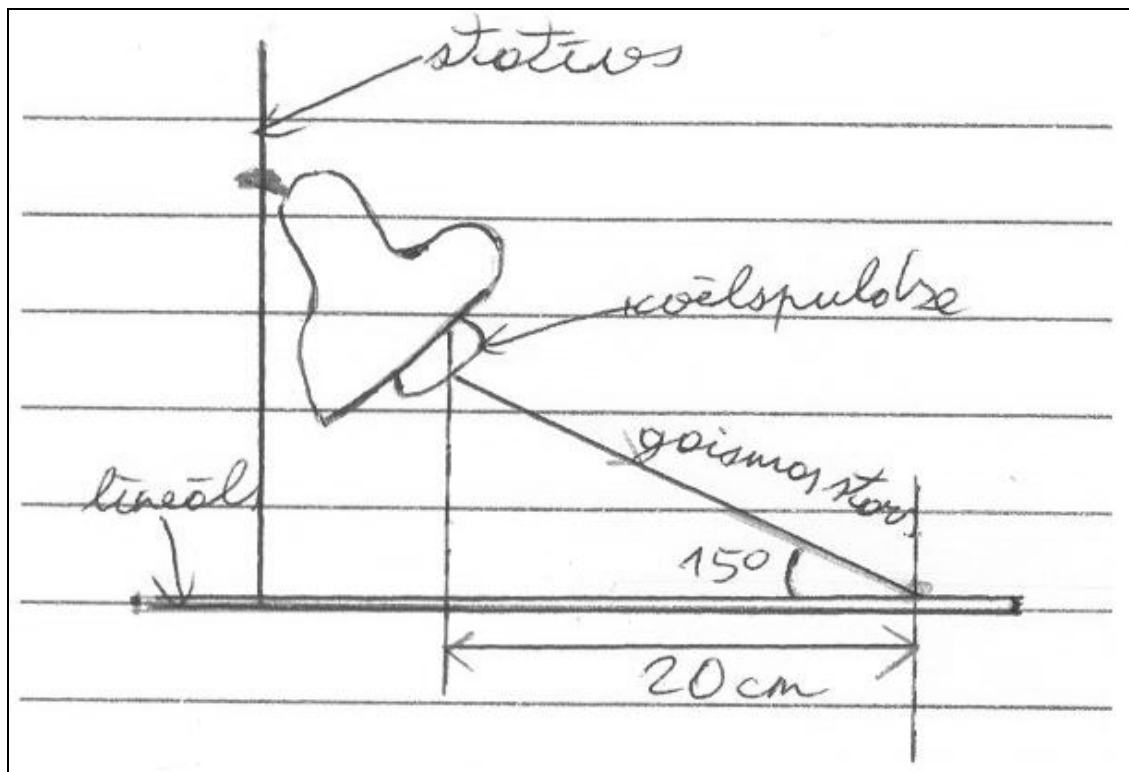
Skolēns F4

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas!

Hipotēze (pieņēmums). Ja palielinās leņķis starp krītošajiem stariem un Zemi, tad ēnas garums samazinās.

Darba piederumi. Kvēlspuldze, lineāls, transportieris, statīvs kvēlspuldzei.

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietošanu eksperimentā.



Darba gaita

1. Nostiprina lampu statīvā.
2. Nostāda lampu, lai tā spīd vienā punktā uz lineālu.
3. Nemainot kvēlspuldzes atrašanās vietu, pārvieto to dažādos grādos pret šo punktu.
4. Ieslēdz kvēlspuldzi un nolasa rādījumus uz lineāla.
5. Veic 7 mērījumus dažādos leņķos, pret lineālu novietojot kvēlspuldzi.

Vērtējums un vērtējuma anotācija

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	1	Loģisks pieņēmums.
Pētījuma ierīču izvēle	1	Minimums ierīču norādīts.
Mērierīču izvēle	0	Nav norādīts.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	0	Nav saprasta eksperimenta jēga. Nav norādīta ēna.
Atkarīgais lielums	0	Nav norādīts.
Neatkarīgais lielums	1	Ir norādīts: "Veic 7 mērījumus dažādos leņķos..".
Fiksētais lielums	1	Zīmējumā norādīti 20 cm.
Mēģinājumu atkārtošana	1	Ir norādīts: "Veic 7 mērījumus dažādos leņķos pret lineālu..".
Kopā	5	

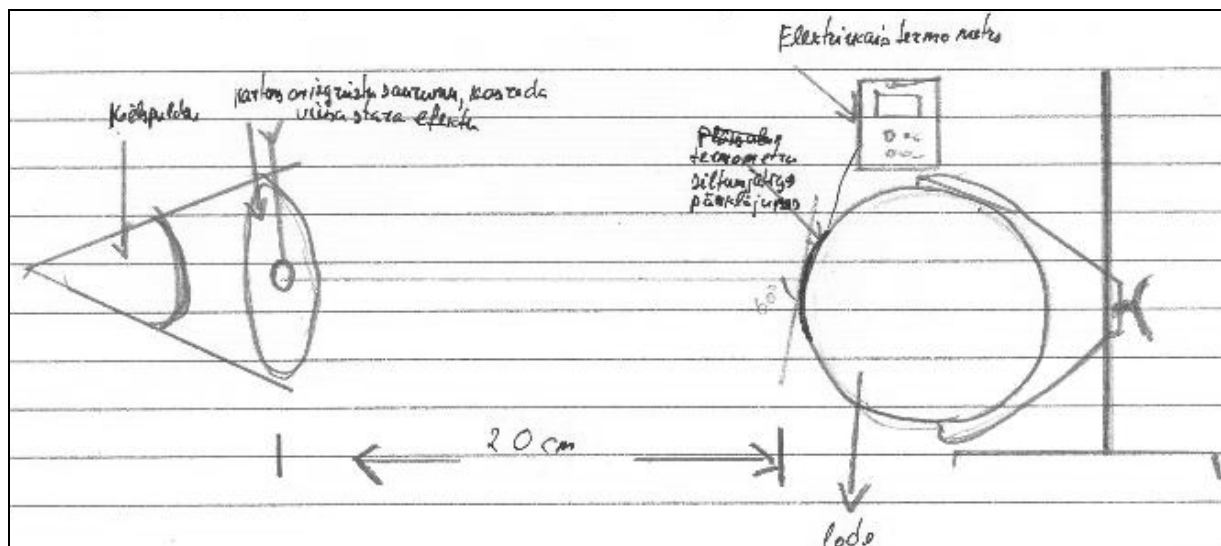
Skolēns F5

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas.

Hipotēze (pieņēmums). Jo mazāks leņķis starp krītošo staru un zemes virsmu, jo vairāk siltuma zeme dabū.

Darba piederumi. Kvēlspuldze, lode, elektriskais termometrs, statīvs, hronometrs, papīrs (kartons) ar izgrieztu caurumu, ka no kvēlspuldzes mums ļautu dabūt tikai vajadzīgo staru kūli.

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietošanu eksperimentā.



1. Nostiprina lodi statīvā, 20 cm attālumā no kvēlspuldzes un 60° pret krītošo staru.
2. Pārklāj lodes apgabalu ar termometra siltumjutīgo pārklājumu.
3. Nolasa termometra rādījumu.
4. Ieslēdz kvēlspuldzi un nolasa termometra rādījumu pēc 2,5 minūtēm un 5 min.
5. Pārvieta lodi attiecīgi 15° , 30° , 90° nemainot attālumu starp lodi un spuldzi.
6. Ļauj atdzist un atkārto 3.–6. punktam.

Vērtējums un vērtējuma anotācija

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	0	Hipotēzē nav parādīta iespējamā sakarība starp prasītajiem lielumiem – staru krišanas leņķi un ēnas garumu.
Pētījuma ierīču izvēle	0	Minimums ierīču norādīts.
Mērierīču izvēle	0	Nav norādīts.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	0	Nav saprasta eksperimenta jēga.
Atkarīgais lielums	0	Nav norādīts.
Neatkarīgais lielums	1	Ir norādīts lielums – staru krišanas leņķis.
Fiksētais lielums	1	“..nemainot attālumu starp lodi un spuldzi.”
Mēģinājumu atkārtošana	1	6. punktā norādīts “..eksperimentu atkārto 3.–6. punktam”. Tāpat arī 5. darba gaitas punktā norādīts, ka maina stara krišanas leņķi – 15° , 30° un 90° .
Kopā	4	

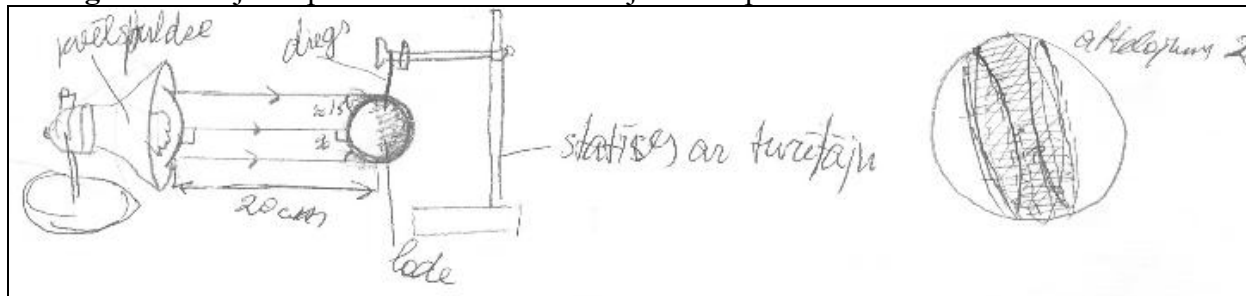
Skolēns F6

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas.

Hipotēze (pieņēmums). Saules stari vienmērīgi sadala Zemi uz saulainu pusi (diena) un uz tumšu pusi (nakts).

Darba piederumi. Kvēlspuldze, transportieris, statīvs ar turētāju, diegs un lode.

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietošanu eksperimentā.



1. Nostiprināt lodi uz statīva ar diegu palīdzību.
2. Perpendikulāri lodes centram nostiprināt kvēlspuldzīti (attālums 10 cm)
Pētījumu darām sliktā apgaismotā istabā. Kad visi piederumi ir savās vietās, ieslēdzam kvēlspuldzīti. Kā Jānis un Pēteris es pieņemam, kā visi stari ies paralēli viens otram. Jo lielāks leņķis starp stariem un lodes virsmām, jo intensīvāka ir apstarošana. Zemei ir lodes forma, tādēļ šķēsgriezumā lauka zona nav tiešas robežas starp tumšu un baltu (attēlojums 2). Sektorā, kura ir iekrāsota – tur ir pusēnu zona.
Secinājumi: var secināt, ka Zeme dalās trīs sektoros:
 - apstarošanas sektors (diena);
 - ēnas sektors (nakts) – apmēram viņi ir vienādi;
 - pusēnas sektors (rīta vai vakars).

Vērtējums un vērtējuma anotācija

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	0	Pieņēmums nav saistīts ar plānojamo eksperimentu. Nav nosaukts atkarīgais un neatkarīgais lielums, nav prognozēta to maiņa. Pieņēmums neloģisks.
Pētījuma ierīču izvēle	1	Minimums ierīču nosaukts.
Mērierīču izvēle	1	Minimums ierīču nosaukts.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	0	Nav attēlots, kā mainās leņķis un kur rodas ēna no priekšmeta. Nav parādīts, kur ir ēnas garums.
Atkarīgais lielums	0	Nav minēts, kā veiks ēnas garuma mērījumus.
Neatkarīgais lielums	0	Nav norādīts, kā mainās staru krišanas leņķis.
Fiksētais lielums	1	“Perpendikulāri lodes centram nostiprināt kvēlspuldzīti (attālums 10 cm)”.
Mēģinājumu atkārtošana	0	Nav norādīts.
Kopā	3	

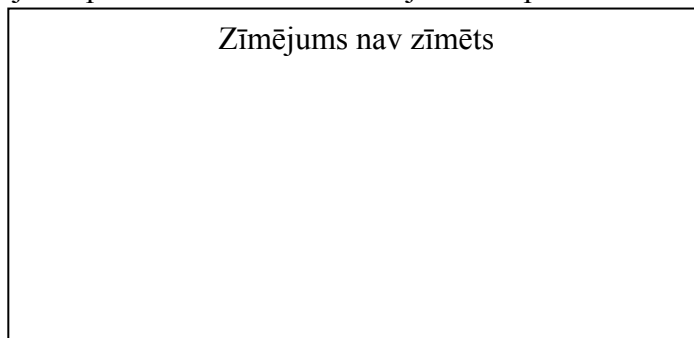
Skolēns F7

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas!

Hipotēze (pieņēmums). Palielinot ēnas garumu, kura krīt uz Zemes, palielināsies Zemes temperatūra, taču ēnas vietā temperatūra vairākas reizes samazināsies.

Darba piederumi. 2 termometri, kvēlspuldze, koka klucītis, transportieris, mērlenta, statīvs, balts papīrs.

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietojumu eksperimentā.



1. Nostiprināt 2 termometrus pie koka klucīša (vienu ēnas pusē, otru apg. pusē).
2. Noklāj baltu papīru uz termometra un noklāj klucīti.
3. Nostiprina koka klucīti tādā leņķī, lai stara krišanas punkti(?) Ietekmē ēnu garumu.
4. Nomēra visus attālumus, kuri tika nostiprināti no zemes, līdz tādām augstumam, lai veidotos ēna.
5. Nomēra leņķi, kas tiek izstarots no kvēlspuldzes uz priekšmetu.
6. Nomēra temperatūru bez ieslēgtas kvēlspuldzes.
7. Ieslēdz kvēlspuldzi un nomēra temperatūru apgaismotā punktā un ēnas punktā.
8. Atkārtoto darba gaitu, mainot attālumu no enerģijas avota līdz apgaismotam priekšmetam.

Vērtējums un vērtējuma anotācija

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	0	Pieņēmums ir neloģisks. Tas nav saistīts ar plānojamo eksperimentu.
Pētījuma ierīču izvēle	1	Minimums ierīču nosaukts.
Mērierīču izvēle	1	Minimums ierīču nosaukts.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	0	Nav parādīts zīmējumā.
Atkarīgais lielums	0	Mēra temperatūru, bet tas nav nepieciešams, ņemot vērā uzdevuma nosacījumus.
Neatkarīgais lielums	0	Nav norādīts, vai leņķis ir neatkarīgais lielums, jo “nomēra visus attālumus”. Nav skaidrs, par kādu leņķi darba gaitā ir runāts (“nomēra leņķi, kas tiek izstarots no kvēlspuldzes uz priekšmetu”).
Fiksētais lielums	0	No teksta nav saprotams.
Mēģinājumu atkārtošana	0	No teksta nav saprotams.
Kopā	2	

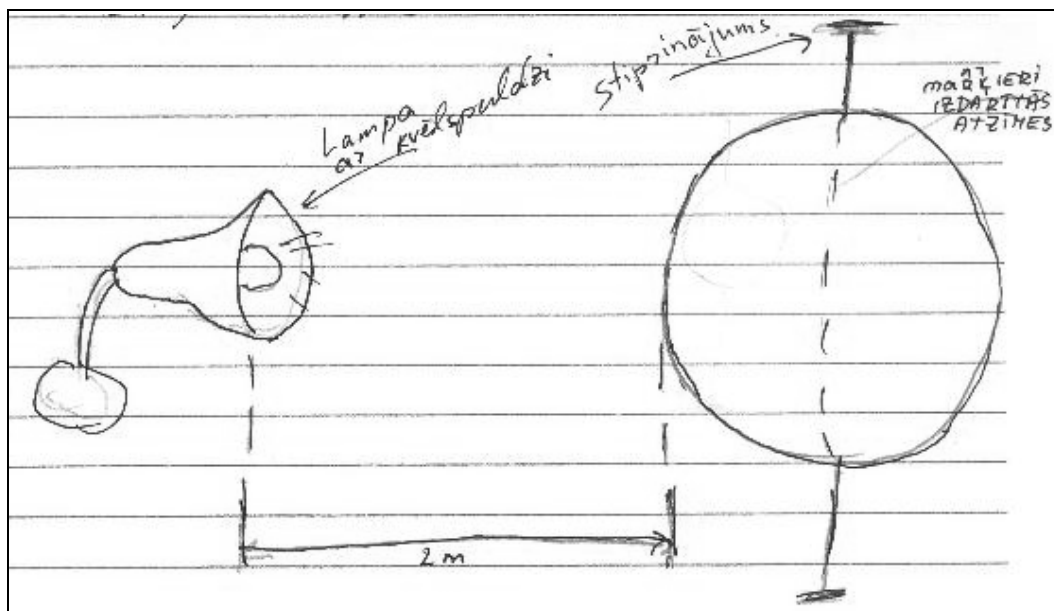
Skolēns F8

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas!

Hipotēze (pieņēmums). Saule vienmēr apstaro pusi Zemeslodes, izņemot tad, kad ir saules aptumsums.

Darba piederumi. Bumba vai globuss, lampa ar kvēlspuldzi, tumša telpa, diegs vai striķis, melns marķieris, mēraukla.

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietojumu eksperimentā.



1. Nostiprina bumbu vai globusu ar diegu tā, lai tā (bumba) brīvi varētu karāties gaisā, bet nekustētos.
2. Telpā izslēdz visu gaismu tā, lai vienīgais gaismas ķermenis būtu lampa ar kvēldiegu.
3. Iedez lampu un novieto to 2 m attālumā no bumbas un ieslēdz. Pēc tam ar melno marķieri atzīmē tās vietas, kur sākas ēna un ar mērauklu izrēķina cik liels ir ēnas virsmas laukums attiecībā pret visu bumbas pilnas virsmas laukumu.

Vērtējums un vērtējuma anotācija

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	0	Nav izmantoti lielumi, kuru sakarības ir jāpēta.
Pētījuma ierīču izvēle	0	Ar globusu nevarēs noteikt ēnas garuma maiņu atkarībā no staru krišanas leņķa.
Mērierīču izvēle	0	Nav norādīts. Ar mērauklu vēlāk darba gaitā rēķina, nevis mēra: “..ar mērauklu izrēķina, cik liels ir ēnas virsmas laukums..”.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	0	Ēnas garums nav norādīts. Nav saprotams, kā mainīs staru krišanas leņķi.
Atkarīgais lielums	0	Norādīts, kāds laukums tiek rēķināts, bet uzdevumā nekas tāds nav prasīts.
Neatkarīgais lielums	0	Nav norādīts.
Fiksētais lielums	1	Lielums ir fiksēts zīmējumā.
Mēģinājumu atkārtošana	0	Norādīts, ka maina kvēlspuldzes novietojumu, taču nav norādīts, vai maina leņķi vai attālumu līdz klucītim.
Kopā	1	

Skolēns F9

Izplānojiet eksperimentu: kā Saules staru leņķis starp krītošo staru un pieskares plakni Zemes virsmai stara krišanas punktā ietekmē ēnas garumu uz Zemes virsmas!

Hipotēze (pieņēmums). Ja kaut kas noslēgs stāvu gaismu, tad ēnas garums būs lielāks. Jo tuvāks objekts būs gaismai, jo vairāk ēnas būs uz zemes.

Darba piederumi. Lampa, spuldze, balta lapa, un mazs papīra bumbulītis vai lineāli.

Darba gaita. Zīmējumā parādiet arī ierīču izvietojumu eksperimentā.

Zīmējums nav zīmēts

1. Uzlikt uz galda baltu lapu (A4).
2. Nostiprināt virs galda lampu ar spuldzīti.
3. Ieslēgt lampu.
4. Balta lapa būs apgaismota.
5. Paņemt lineālu un paturēt to zem lampas, apmēram 10 cm.
6. To pašu lineāli novietot tuvāk lampai.
7. Jūs redzēsiet kā mainās ēnas daudzums uz lapas.

Vērtējums un vērtējuma anotācija

Kritērijs	Punkti	Paskaidrojums
Pieņēmums	0	Hipotēzē nav norādīts leņķis.
Pētījuma ierīču izvēle	0	Nav saprotams, kas ir priekšmets eksperimentā.
Mērierīču izvēle	0	Nevar saprast, vai lineāls paredzēts mērīšanai vai arī kalpo par priekšmetu ēnas iegūšanai: “..mazs papīra bumbulītis vai lineāls”.
Loģiska eksperimenta gaitas plānošana	0	Nav saprotams, kā veidojas ēna, nav parādīts leņķis, nav norādīts ēnas garums.
Atkarīgais lielums	0	Nav norādīts.
Neatkarīgais lielums	0	Nav norādīts.
Fiksētais lielums	0	Nav norādīts.
Mēģinājumu atkārtošana	0	Nav norādīts.
Kopā	0	