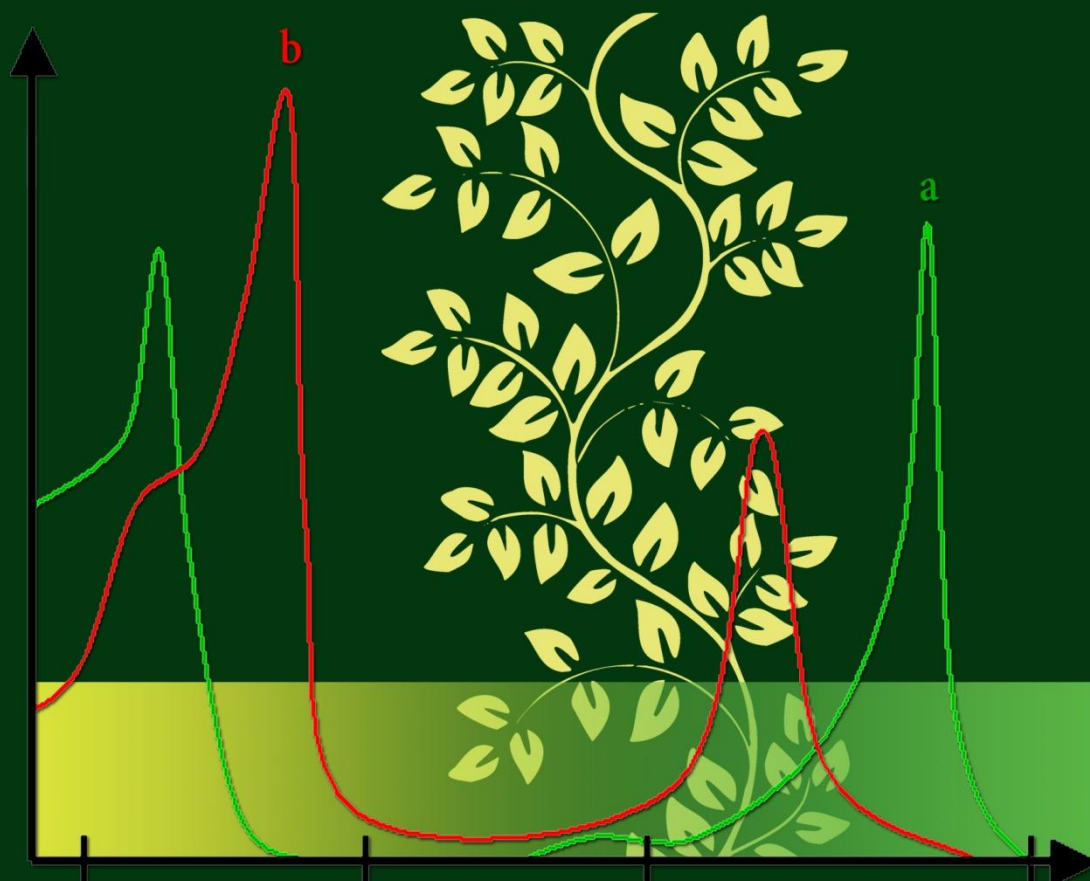




# MOKYKLINIŲ BIOLOGIJOS EKSPERIMENTŲ TEORIJA IR PRAKTIKA

MOKYTOJO KNYGA



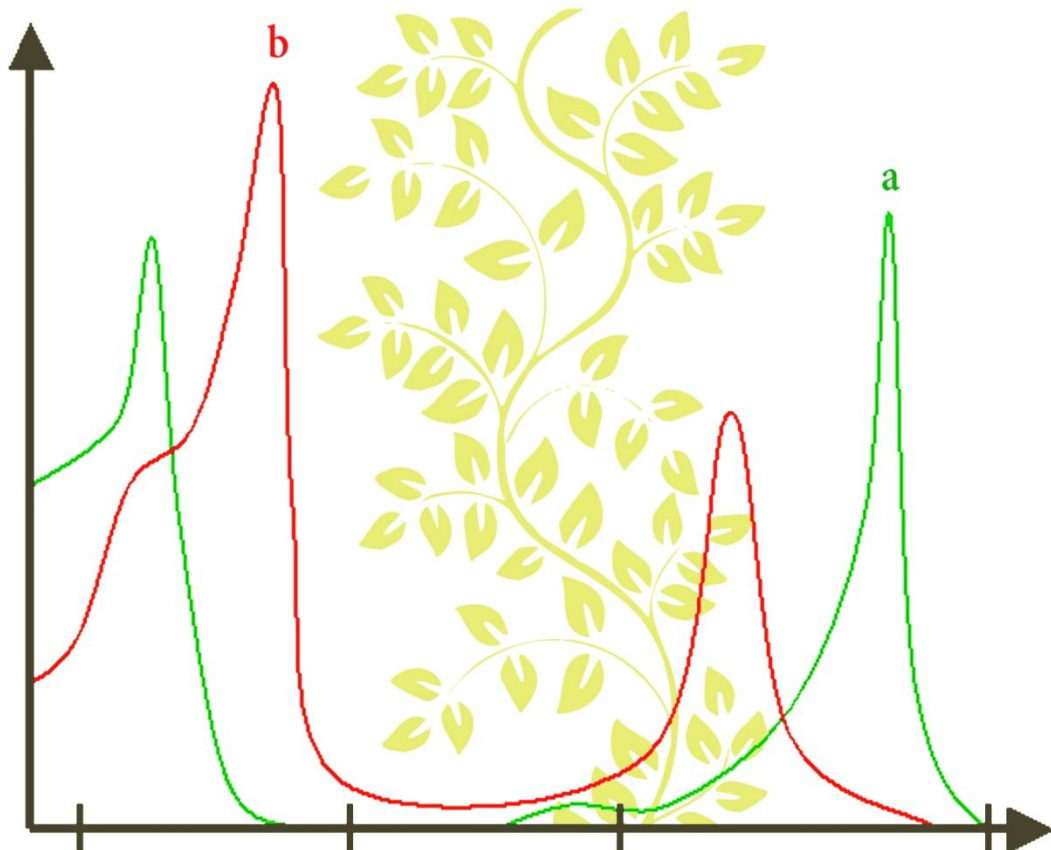




Irina Barabanova, Vyktintas Baublys, Regina Čekianienė, Valdas Girdauskas, Kęstutis Grinkevičius, Arvydas Kanapickas, Asta Klimienė, Ramutis Klimas, Nerijus Lamanauskas, Palmira Pečiuliauskienė, Lina Ragelienė, Loreta Ragulienė, Jūratė Sitonytė, Violeta Šlekienė, Mindaugas Tamošiūnas, Raimundas Žaltauskas, Judita Žukauskienė

# MOKYKLINIŲ BIOLOGIJOS EKSPERIMENTŲ TEORIJA IR PRAKTIKA

MOKYTOJO KNYGA



Vilnius, 2014



UDK 57(072)  
Mo 53

2007–2013 m. Žmogiškųjų išteklių plėtros veiksnių programos 2 prioriteto „Mokymasis visą gyvenimą“ VP1-2.2-ŠMM-03-V priemonę „Mokymo personalo, dirbančio su lietuvių vaikais, gyvenančiais užsienyje, užsienio šalių piliečių vaikais, gyvenančiais Lietuvoje, ir kitų mokymosi poreikių turinčiais mokiniais, kompetencijų tobulinimas“ projektas „**Gamtos mokslų mokytojų eksperimentinės veiklos kompetencijos tobulinimas atnaujintų mokymo priemonių ir 9–12 klasių bendrųjų programų pagrindu (VP1-2.2-ŠMM-03-V-01-002)**“. Projekto vykdytojas – **Lietuvos edukologijos universitetas**. Partneriai – Vytauto Didžiojo universitetas ir Šiaulių universitetas.

#### **Mokyklinių biologijos eksperimentų teorija ir praktika. Mokytojo knyga. Vilnius, 2014**

**Autoriai:** Irina Barabanova<sup>3</sup>, Vykintas Baublys<sup>1</sup>, Regina Čekianienė<sup>2</sup>, Valdas Girduškas<sup>1</sup>, Kęstutis Grinkevičius<sup>2</sup>, Arvydas Kanapickas<sup>1</sup>, Asta Klimienė<sup>3</sup>, Ramutis Klimas<sup>3</sup>, Nerijus Lamanauskas<sup>1</sup>, Palmira Pečiuliauskienė<sup>2</sup>, Lina Ragelienė<sup>1</sup>, Loreta Ragulienė<sup>3</sup>, Jūratė Sitonytė<sup>3</sup>, Violeta Šlekienė<sup>3</sup>, Mindaugas Tamošiūnas<sup>1</sup>, Raimundas Žaltauskas<sup>2</sup>, Judita Žukauskienė<sup>1</sup>.

Metodinė priemonė apsvaistyta Lietuvos edukologijos universiteto Gamtos, matematikos ir technologijų fakulteto Tarybos posėdyje 2014-06-17 (protokolo Nr. 22).

Metodinę priemonę sudaro keturi skyriai. Pirmasis knygos skyrius yra teorinio pobūdžio, jame išryškintas pažinimo kompetencijos vaidmuo eksperimentinėje veikloje, nagrinėjamas tyrinėjimu grindžiamas mokymasis, aktyvieji mokymosi metodai, kurie galėtų pajavairinti edukacinę praktiką. Antrajame skyriuje aprašytos kompiuterizuotos mokymo sistemos, pritaikytos gamtamoksliam ugdymui. Trečiasis mokytojo knygos skyrius yra praktinio pobūdžio, susijęs su dalyko laboratoriniais darbais. Tyrimai laboratorijoje, konkrečios situacijos analizė, problemų sprendimas padeda nuo mokymo pereiti prie mokymosi, gamtos mokslus daro patrauklius, o patį mokymosi procesą įdomesnį ir prasmingesnį. Aprašomos tyrimų metodikos skiriasi tyrimo objektais, veiklų apimtimi ir sudėtingumu, todėl kiekvienas mokytojas, priklausomai nuo moksleivių pasirengimo lygio, gali pasirinkti tinkamus tyrimus. Ketvirtasis knygos skyrius yra praktinio tarpdalykinio pobūdžio. Šioje metodinėje priemonėje aprašytos metodikos yra išbandytos pedagogų kvalifikacijos tobulinimo kursuose su gamtos dalykų (biologijos, chemijos, fizikos) mokytojais. Mokymuose gamtamokslinę kompetenciją tobulino per 330 gamtos dalykų mokytojų, mokymų trukmė – 60 val.

**Leidinio ekspertė** – Giedrė Kmitienė.

**Recenzentė** – Margarita Purlienė (Ugdymo plėtotės centro projektų metodininkė).

<sup>1</sup> Vytauto Didžiojo universitetas

<sup>2</sup> Lietuvos edukologijos universitetas

<sup>3</sup> Šiaulių universitetas

## TURINYS

|   |    |
|---|----|
| Pratarmė.....   | 8  |
| I. EKSPERIMENTINĖS VEIKLOS TEORINIAI PAGRINDAI.....   | 9  |
| 1.1. Kūrybinės visuomenės iššūkiai gamtamoksliam ugdymui .....  | 9  |
| 1.2. Eksperimentinės veiklos filosofija .....   | 9  |
| 1.3. Eksperimento vaidmuo moksliniame realybės pažinime. Eksperimento struktūra ir R. Marzano tikslų taksonomija.....           | 11 |
| 1.4. Bendrųjų kompetencijų modeliai. KompetentingumaS .....   | 13 |
| 1.5. Pažinimo kompetencija – eksperimentinės veiklos pagrindas. Pažinimo kompetencijos ir kitų bendrųjų kompetencijų dermė..... | 15 |
| 1.6. Konstruktyvizmas. Tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapai .....  | 17 |
| 1.7. Tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenys .....  | 19 |
| 1.8. Grafų metodo taikymas tarpdalykinių ryšių paieškai.....  | 21 |
| 1.9. Probleminės situacijos tiriamojoje veikloje. Euristinis pokalbis .....   | 24 |
| 1.10. Diskusijos tinklo ir mokymosi dienoraščio taikymas gamtamokslinių dalykų pamokose..                                       | 25 |
| II. KOMPIUTERINIS EKSPERIMENTAS.....  | 27 |
| 2.1. Kompiuterizuotos mokymo sistemos gamtamoksliam ugdymui .....   | 27 |
| 2.2. Nova .....   | 28 |
| 2.2.1. Nova 5000 paskirtis ir sandara.....  | 28 |
| 2.2.2. Nova 5000 išorinės jungtys ir valdymas .....   | 30 |
| 2.2.3. Nova 5000 eksperimentų atlikimas su MultiLab .....   | 31 |
| 2.2.4. Kiti Nova 5000 programų įrankiai .....   | 33 |
| 2.2.5. Būdingos jutiklių charakteristikos .....   | 34 |
| 2.3. Xplorer GLX įvadas .....   | 38 |
| 2.3.1. Xplorer GLX paskirtis ir savybės .....   | 38 |
| 2.3.2. Xplorer GLX išorinės jungtys ir valdymas .....   | 38 |
| 2.3.3. Matavimo atlikimas su Xplorer GLX .....  | 39 |
| 2.3.4. Pagrindinio ekrano funkcijos .....   | 40 |
| III. DALYKINIO TURINIO EKSPERIMENTAI.....   | 43 |
| 3.1. Gamtos tyrimai .....   | 43 |
| 3.1.1. Šviesinio mikroskopo sąranga: Mechaninės ir optinės dalys, mikroskopavimas .....   | 43 |
| 3.2. Medžiagų apykaita ir pernaša. Žmogaus sveikata .....   | 46 |
| 3.2.1. Žmogaus kraujas ir kraujotakos sistema .....   | 46 |
| 3.2.1.1. Kraujo sandaros mikroskopinis tyrimas.....   | 46 |
| 3.2.1.2. Limfmazgio mikroskopinė sandara .....  | 53 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 3.2.1.3. | Aterosklerozės pažeistos arterijos stebėjimas pro mikroskopą.....   | 57  |
| 3.2.1.4. | Skirtingo fizinio krūvio įtakos širdies darbui ir kraujospūdžiui tyrimas bei analizė.....   | 62  |
| 3.2.1.5. | Skirtingo fizinio krūvio įtakos širdies darbui ir kraujospūdžiui tyrimas bei analizė.....   | 69  |
| 3.2.2.   | Žmogaus virškinimo sistema.....   | 74  |
| 3.2.2.1. | Žmogaus virškinimo sistemos sandara ir virškinimo procesai .....  | 74  |
| 3.2.2.2. | Kepenų katalazės fermentų veiklos ir savybių tyrimas (priklausomybė nuo temperatūros) .....   | 77  |
| 3.2.3.   | Medžiagų pernaša augaluose.....   | 80  |
| 3.2.3.1. | Plazmolizės tyrimas: koncentracijų ląstelėje ir jos aplinkoje skirtumo įtakos membranos laidumui tyrimas, svogūno lukšto epidermio plazmolizės tyrimas .....                                | 80  |
| 3.2.3.2. | Fotosintezės metu išsiskyrusių dujų tyrimas .....   | 83  |
| 3.2.3.3. | Fotosintezės reakcijos greičio priklausomybės nuo šviesos intensyvumo tyrimas.....  | 85  |
| 3.2.4.   | Žalingi įpročiai lemia žmonių sergamumą.....  | 89  |
| 3.2.4.1. | Rūkymo ir alkoholio vartojimo įtaka žmogaus fizinei sveikatai .....   | 89  |
| 3.3.     | Ląstelė – gyvybės pagrindas. Homeostazė ir organizmo valdymas .....   | 94  |
| 3.3.1.   | Ląstelių sandaros, cheminės sudėties ir funkcijų ypatumai .....   | 94  |
| 3.3.1.1. | Ląstelės sandaros tyrimas mikroskopu. Ląstelių (augalinės ir gyvūninės) stebėjimas, atpažinimas .....   | 94  |
| 3.3.1.2. | Ląstelių ir audinių stebėjimas mikroskopu, ląstelių struktūros atpažinimas, schemiškas pavaizdavimas piešiniu. Šviesinio mikroskopo naudojimo ląstelės tirti galimybių išsiaiškinimas ..... | 97  |
| 3.3.1.3. | Augalinės kilmės maisto produktų cheminės sudėties tyrimas .....  | 102 |
| 3.3.1.4. | Griaučių ir širdies skersaruožių raumenų mikroskopinis tyrimas.....   | 104 |
| 3.3.2.   | Ląstelių gyvybinė veikla, paveldimumas ir kintamumas .....  | 108 |
| 3.3.2.1. | Mikroorganizmų bioįvairovė vandens mėginyje .....   | 108 |
| 3.3.2.2. | Planktono vėžiagyvių kūno sandara, judėjimas ir prisitaikymas prie aplinkos .....   | 115 |
| 3.3.2.3. | Penkių karalysčių organizmų klasifikavimo sistema.....  | 121 |
| 3.3.2.4. | Transkribuojamų vietų paieška politeninėse chromosomose .....   | 131 |
| 3.3.3.   | Ląstelių sandaros ir dauginimosi ypatumai .....   | 137 |
| 3.3.3.1. | Lytinis ir nelytinis dauginimasis ląsteliniu lygiu .....  | 137 |
| 3.3.3.2. | Mitozės stadijos ir biologinė prasmė .....  | 144 |
| 3.3.3.3. | Parazitinės kirmėlės ir jų adaptacijos prie parazitinio gyvenimo būdo .....   | 151 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.3.4. Organizmo sistemų homeostazė.....  | 158 |
| 3.3.4.1. Osmoso tyrimas (naudojant bulvę).....  | 158 |
| 3.3.4.2. Rūgimo proceso, kaip energijos susidarymo būdo be deguonies, tyrimas .....   | 161 |
| 3.3.4.3. Šlapimo tyrimo modeliavimas .....  | 165 |
| 3.4. 1 priedas. Gamtamokslinio pranešimo rengimas.....                                | 168 |
| IV. TARPDALYKINIO TURINIO LABORATORINIAI DARBAI.....                                  | 170 |
| 4.1. Bakterijų buvimo nustatymas pagal jų gaminamų porfirinų sugerties spektrus ..... | 170 |
| 4.2. Dujų difuzija.....   | 180 |
| 4.3. Dirvožemio elektrinio laidžio tyrimas.....                                       | 191 |
| 4.4. Energija iš vaisių ir daržovių.....  | 195 |
| 4.5. Fotosintezė (O <sub>2</sub> slėgio matavimo metodu).....                         | 213 |
| 4.6. Gliukozės ir fruktozės optinio aktyvumo tyrimas .....                            | 218 |
| 4.7. Smėlio ir vandens savitųjų šilumų palyginimas .....                              | 235 |
| 4.8. Spektroskopinis chlorofilo nustatymas augalų ekstraktuose.....                   | 248 |
| 4.9. Transpiracija.....   | 261 |
| 4.10. Vaisių sulčių biologinių, cheminių ir fizinių savybių tyrimas .....             | 267 |
| 4.11. Vandens, esančio moliniame ąsotyje, šilumos kitimo tyrimas.....                 | 284 |
| 4.12. Žmogaus kūno ir aplinkos šilumos apykaitos tyrimas žmogui prakaituojant .....   | 290 |

## PRATARMĖ

Šio leidinio paskirtis – padėti biologijos mokytojui pasirengti praktinio darbo pamokoms ir jas vesti, naudojantis įprastomis bei skaitmeninėmis eksperimentinių darbų atlikimo priemonėmis. Leidinyje taip pat aprašomos šiuolaikinėmis ugdymo(si) paradigmomis – konstruktyvizmu ir humanizmu – pagrįstos metodikos, padėsiančios kūrybiškai organizuoti mokinių praktinę veiklą formalaus ir neformalaus gamtamokslio ugdymosi procese. Tyrinėjamu grindžiamas mokymasis gali būti vienas iš gamtamokslio ugdymosi būdų, kuris paskatintų mokinių motyvaciją, didintų susidomėjimą gamtos mokslais ir kartu keltų žinių lygį.

Mokytojo knygą sudaro keturi skyriai. Pirmasis skyrius yra teorinis. Jame apžvelgiami kūrybinės visuomenės bruožai, bendrųjų kompetencijų ugdymo aktualijos ir realijos, išryškinamas pažinimo kompetencijos vaidmuo eksperimentinėje veikloje, pažinimo kompetencijos ir kitų bendrųjų kompetencijų dermė, nagrinėjamas tyrinėjimu grindžiamas mokymasis, aktyvieji mokymosi metodai, kurie galėtų pajavairinti edukacinę mokytojo praktiką. Antrajame skyriuje aprašytos kompiuterizuotos mokymo sistemos, pritaikytos gamtamoksliui ugdymui. Trečiasis mokytojo knygos skyrius yra praktinio pobūdžio, susijęs su dalyko mokyklinių praktikos darbų atlikimu. Ketvirtasis skyrius yra praktinio tarpdalykinio pobūdžio. Jame aprašomos tarpdalykinio turinio užduočių atlikimo metodikos. Tarpdalykinių praktikos darbų aprašai pateikiami tokio pat nuoseklumu kaip ir dalykinių: tema, darbo teorinis pagrindimas, eksperimento metodika, eksperimento eiga, kontrolinės užduotys ir jų atsakymai.

Biologijos mokytojams skirti praktinių darbų aprašai parengti įgyvendinant ES struktūrinių fondų finansuojamą projektą „Gamtos mokslų mokytojų eksperimentinės veiklos kompetencijos tobulinimas atnaujintų mokymo priemonių ir 9–12 klasių bendrųjų programų pagrindu“ (Nr. VP1-2.2-ŠMM-03-V-01-002).

Leidinyje aprašyti praktiniai darbai gali būti pritaikyti įvairioms biologijos kurso temoms nagrinėti skirtingo dalykinio pasirengimo mokiniams. Kai kuriems praktikos darbams atlikti naudojama multilaboratorija NOVA5000. Ji gali atlikti ir realius, ir imitacinius praktinius darbus. Su šia laboratorija, susieti įvairūs jutikliai, padės nustatyti skirtingus parametrus ir jų pagrindu modeliuoti bei analizuoti biologinius procesus. Vis dėlto ne visos mokyklos yra apsirūpinusios NOVA5000 kompiuterine įranga, todėl šiame rinkinyje aprašytus darbus galima atlikti tam tikrus jutiklius keičiant mokyklose jau esamais prietaisais. Pavyzdžiui, kompiuterizuotą kraujospūdžio ir pulso matuoklį – mechaniniu arba elektroniniu kraujospūdžio aparatu, temperatūros – termometru ir pan.

Mokytojo knygoje pateikti dalykinio pobūdžio eksperimentiniai darbai pasirinkti atsižvelgiant į atnaujintas mokymosi priemones ir bendrąsias ugdymo programas. Jie skirti plėsti ir gilinti mokinių žinias, ugdyti eksperimentinio darbo gebėjimus bei tobulinti tyrinėjimo įgūdžius.

Darbus galima atlikti keturiais lygmenimis. Atsižvelgdamas į mokinių pasirengimo lygį, mokymosi stilių, lygmenį parenka mokytojas. Pirmieji trys lygmenys – iš esmės skirti mokinių įgūdžiams lavinti: jie turi konkretų ir aiškų laboratorinio darbo aprašą, kuriuo vadovaudamiesi mokiniai dirba praktiškai. Ketvirtas lygmuo – tai savarankiškas darbas, projektas, kai mokinys pats gali pasirinkti temą, tinkamus analizės metodus ir atlikti tyrimus. Tyrimo rezultatai gali būti aptariami grupelėse, o apibendrinami – diskutuojant darbą atlikusiose atskirose grupelėse. Žinoma, ketvirtajam lygmeniui jau reikia būti pasiruošus ir būti atlikus žemesniųjų lygmenų užduotis. Kiekvieno darbo aprašo gale pateikiami skirtingo lygio klausimai ir užduotys mokiniams padės ne tik geriau suvokti nagrinėjamą medžiagą, bet ir patiems įsivertinti žinias bei gebėjimus.

Kai kurie šiame leidinyje pateikti darbai viršija bendrųjų programų reikalavimus, nes jie yra skirti gabiesiems, dalyvaujantiems olimpiadose, jaunųjų mokslininkų veikloje ir biologija visapusiškai besidomintiems mokiniams.

Autoriai



# I. EKSPERIMENTINĖS VEIKLOS TEORINIAI PAGRINDAI

## 1.1. KŪRYBINĖS VISUOMENĖS IŠŠŪKIAI GAMTAMOKSLIAM UGDYMIUI

Mokykla – visuomenės institucija. Visuomenės pokyčiai sąlygoja mokyklos pokyčius. Sociologijoje išskiriami keturi visuomenės tipai: tradicinė, industrinė, poindustrinė, informacinė. Šiuolaikinis laikotarpis – perėjimo iš informacinės visuomenės į kūrybinę visuomenę laikotarpis.

Kūrybinės visuomenės sąvoką pirmą kartą pavartojo JAV ekonomistas, profesorius Ričardas Florida (*Richard Florida*). Knygoje *The rise of the creative class* (2002) jis aprašė naują visuomenės sluoksnį – kūrybinę klasę, kurios kūrybingumas yra pagrindinis visuomenės variklis. Jo manymu, kūrybinėje visuomenėje 25–30 proc. žmonių turėtų dirbti naujų technologijų industrijos, mokslo ir inžinerijos, meno, muzikos, kultūros; finansų nuostatų ir teisinės kūrybos bei kitose kūrybinių pajėgumų reikalaujančiose veiklos srityse. Kūrybinei visuomenei būdingas sudėtingumas, dinamiškumas, sparti technologijų pažanga, beveik vienodi inovacijų kūrimo ir įgyvendinimo tempai, ūkinės veiklos poslinkis iš tradicinių priemonių dauginimo į naujų kūrimą.

Svarbus šiuolaikinės visuomenės bruožas – nuolatinė žinių kaita. Kūrybinėje visuomenėje neįmanoma įgyti žinių visam gyvenimui, svarbu išmokyti reikiamu momentu susirasti žinių ir gebėti jomis pasinaudoti. Pokyčiai tapo gyvenimo norma, ir kuo toliau, tuo jie darosi spartesni. Maža to, stabilumas – jau patologija ir dabar gali būti išlaikomas nebent dirbtinėmis priemonėmis, kadangi šiuolaikinės visuomenės ir modernių organizacijų prigimčiai būdinga orientacija į nuolatinę kaitą.<sup>1</sup> Vykstant pokyčiams, keičiasi ir švietimo sistema, o kartu ir esminis jos komponentas – ugdymo proceso „ląstelė“<sup>2</sup> – ugdomoji situacija. Besikeičiančioje visuomenėje kinta svarbiausi ugdomosios situacijos didaktiniai komponentai: ugdymo turinys, ugdymo technologijos, ugdytojų profesinės kompetencijos.

Kaitos požiūrį teoriškai įprasmina naujausia ugdymo teorija – konektyvizmas, susijęs su modernių informacinių komunikacinių technologijų (saityno Web2) diegimu į edukacinę praktiką. G. Siemens (2004)<sup>3</sup> metais pasiūlytos teorijos – konektyvizmo – idėja pateisina elektroninių mokymosi priemonių, naujos kartos saitynų naudojimą. Pagal konektyvizmą *mokymasis yra ryšio su informacijos šaltiniais sudarymo procesas*, informacija nuolat keičiasi, atnaujinama, todėl svarbu palaikyti ryšį su informacijos šaltiniais. Tampa aktualūs informacijos paieškų, valdymo gebėjimai. Išskyla bendrųjų, plačiai pritaikomų kompetencijų poreikis.

Gamtamokslių dalykų mokymasis mokykloje sudaro savitas sąlygas bendrųjų kompetencijų ugdymui, kūrybingumui puoselėti. Jį galima ugdyti per mokinio ir aplinkos aktyvią sąveiką, pasireiškiančią tyrinėjimu, eksperimentine veikla. Netradicinės mokymosi priemonės, virtualios mokymosi aplinkos atveria naujas galimybes mokinių kūrybingumui ugdyti.

### **Klausimas refleksijai**

Kokie kūrybinės visuomenės bruožai ir kokie jos iššūkiai gamtamoksliniam ugdymui?

## 1.2. EKSPERIMENTINĖS VEIKLOS FILOSOFIJA

Eksperimentinės veiklos metodologinis pagrindas – pažinimo filosofija, kuri dar vadinama gnoseologija. Pažinimas yra aktyvus žmogaus santykis su tikrove. Žmogus priima informaciją iš aplinkos jutimo organais: regėjimu, lytėjimu, klausa. Pažintinė asmens veikla įvairi: stebėjimai, bandymai, eksperimentai, mintiniai eksperimentai ir pan.

Atsakymo į klausimą, kas yra pažinimo procesas, filosofai ieško daugiau nei du tūkstančius metų. Filosofai, kurie pažinimo šaltiniu laiko protą, vadinami racionalistais (lot. *ratio* – protas).

<sup>1</sup> Želvys, R. (1998). Švietimo kaitos samprata. *Švietimo reformos. Švietimo studijos*, 4, p. 11.

<sup>2</sup> Bitinas, B. (2006). *Edukologinis tyrimas: sistema ir procesas*. Vilnius.

<sup>3</sup> Siemens, G. (2004). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. Internaktyvus. Prieiga per internetą adresu: <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>

Priešingo požiūrio filosofai vadinami empirikais (gr. *Empeiria* – patirtis) arba sensualistais (lot. *sensus* – pojūtis).

Skirtingo istorinio laikmečio filosofai įvairiai aiškino pažinimo procesą. Antikos filosofai Demokritas ir Platonas buvo įsitikinę, kad filosofinio pažinimo šaltinis yra intelektas, protas. Jų manymu, remiantis logika galima įrodyti tai, ko nežinome iš patirties. Demokritas teigė, kad svarbu atskleisti daiktų esmę. Ją sudaro atomai, kurių joslėmis patirti neįmanoma. Todėl tik protu žmogus gali pažinti nekintamus, nedalijamus atomus.

Aristotelis atsižvelgė ir į juslinį patyrimą. Jis teigė, kad faktų nustatymas yra būtinas mokslinio pažinimo etapas. Vėliau nuo patyrimo faktų pereinama prie bendrųjų principų, kurių tikrumui nustatyti būtinas protas. Tačiau Aristotelis buvo racionalistinių pažiūrų filosofas.

Empirikai teigia, kad niekas iš mūsų gimdamas neatsineša į pasaulį jokių, nors ir menkiausių, žinių. Anglų filosofas Džonas Lokas (*John Locke, 1632–1704*) teigė, kad gimstant žmogaus protas yra lyg neprirašyta lenta – *tabula rasa* (lot. švari lenta). Pirmuosius ženklus žmogaus prote palieka joslėmis įgyjama patirtis.

Racionalistai kritikuodami empirikus teigė, kad jutimais galima pažinti tik pavienius reiškinius. Tarkime gerai žinodami vieno žmogaus savybes, nieko negalima pasakyti apie kitus žmones, žmoniją. Be to, racionalistai skelbia, kad įvairūs žmonės skirtingai suvokia išorės poveikį, kad jutimais gautos žinios turi subjektyvų pobūdį. Pavyzdžiui, žmonės skirtingai suvokia šilumos, šalčio poveikį.

XVII a. sparčiai vystantis gamtos mokslams vis didesnę reikšmę įgavo empirizmas. Anglų filosofas *Frensis Baconas (Francis Bacon, 1561–1626)* kaltino racionalistus atitrūkimu nuo gyvenimo. Jis rašė, kad racionalistai sugalvojo savo teorijas kaip voras, verpiantis voratinklį. F. Bacono filosofija padėjo klasikinės naujųjų laikų gamtotyros pagrindus.

Naujųjų amžių filosofijos pradininkas R. Dekartas (*René Descartes, 1596–1650 m.*) buvo racionalizmo šalininkas. Jis teigė, kad juslinė patirtis negali būti tikras pažinimo šaltinis. Patyrimu įgytoms žinioms aiškia struktūrą suteikia protas. R. Dekaro manymu, per patyrimą įgytos žinios nepasižymi visuotinumu ir būtinumu. Patyrimą gali nustatyti tik protas. Pavyzdžiui, Pitagoro teorema pasižymi visuotinumu, nes ji tinka visiems statiesiems trikampiems. Matydami lietu, negalime tvirtinti, kad lyja visur. Juslinė patirtis nusako tai, kas vyksta čia ir dabar. Protas, pasak R. Dekarto, gali nustatyti ne tik tai, kas yra, bet ir kas turi būti visur ir visada. Todėl protas ir yra pažinimo šaltinis.

XIX–XX a. susiformavo nauja filosofijos kryptis – pozityvizmas [pranc. *positivisme* < *positif* – pagrįstas]. Jos atstovai pabrėžė žinojimo reikšmę žmonijos pažangai. Jų požiūriu, mokslinio žinojimo šaltinis yra patyrimas. Šiuo atžvilgiu pozityvizmas yra artimas empirizmui.

Materialistinė filosofija pažinimo objektu laiko tikrovę, o pažinimą – jos atspindžiu. XVII ir XVIII amžiaus materializme gyvavo požiūris, kad jutimo organais žmogus suvokia tikrovę tokią, kokia ji yra iš tikrųjų. Netgi buvo manoma, kad skoniai, spalvos egzistuoja ir objektyvioje tikrovėje. XIX a. vokiečių fiziologas J. Miuleris (*Johan Peter Muller, 1801–1858*) įrodė, kad spalvos suvokimas susidaro žmogaus nervų sistemoje, kai šviesos bangos dirgina akies tinklainę. Spalvos suvokimas yra psichinis vaizdas, kuris neegzistuoja objektyviai (nepriklausomai nuo žmogaus), o objektyviai egzistuoja tik įvairaus dažnio elektromagnetiniai virpesiai. Vadinasi, pažinimas nėra tiesioginis tikrovės atspindys žmogaus sąmonėje.

Materialūs daiktai tampa pažinimo objektu tada, kai jie yra išreiškiami sąvokomis. Pavyzdžiui, stebime nuo kalno rogutėmis besileidžiančius vaikus. Buitinio pažinimo lygmeniu svarbios įvairios detalės: vaikų apranga, amžius, nuotaika, bendravimas ir pan. Minėtas reiškinys tampa mokslinio pažinimo objektu, kai jis išreikštas minties konstrukcijomis, mokslo sąvokomis. Šiuo atveju fizikas šį reiškinį apibūdintų taip: nuožulnia plokštuma juda m masės kūnas, kurio pradinis greitis lygus **nuliui**, galutinis greitis lygus **v**. Fizikos mokslo atstovui pažinimo objektas yra ne realus reiškinys (su spalvomis, garsais), o tik savybių, būdingų ne tik šiam reiškiniui, bet ir visiems judantiems ir masę turintiems kūnams, visuma.

Fizikos eksperimentų metodologinis pagrindas – įvairios filosofinės kryptys. Svarbus empirizmas, pozityvizmas, materializmas. Tai yra tos filosofinės kryptys, kurios pripažįsta

objektyviai egzistuojančią tikrovę, galimybę ją pažinti. Atliekant fizikos eksperimentus svarbu vadovautis ir racionalistine filosofija, pripažįstančią žmogaus proto, abstrahavimo vaidmenį pažinimo procese.

### **Klausimas refleksijai**

Kaip filosofiniu požiūriu paaiškinamas gamtos pažinimo procesas?

### **1.3. EKSPERIMENTO VAIDMUO MOKSLINIAME REALYBĖS PAŽINIME. EKSPERIMENTO STRUKTŪRA IR R. MARZANO TIKSLŲ TAKSONOMIJA**

„Aplinkos pažinimo galimybės, kurias lemia žmogaus pojūčiai, yra ribotos. Žmogaus uoslė skiria tik keleto rūšių dujų arba jų mišinių kvapus, skonio receptoriai jautrūs taip pat nedaugeliui cheminių junginių ir medžiagų. Lytėdamas žmogus gali justi tik siauro intervalo temperatūrų skirtumus. Jis girdi ne visus gamtoje egzistuojančius garsus, o tik tuos, kurių dažnis yra nuo 16 Hz iki 20 kHz <...>, suvokia elektromagnetines bangas, kurių ilgio diapazonas yra tik nuo 380 nm iki 760 nm, skiria objektus, kurių matmenys apytiksliai lygūs vienam mikrometrui. <...> Nuolatinis prieštaravimas tarp mažo informacijos srauto, kurį teikia pojūčiai, ir milžiniškos informacijos, glūdinčios žmogų supančiame pasaulyje, sudarė prielaidas tobulinti pažinimo procesą. Naudodamas įvairius prietaisus bei įrenginius, žmogus praplėtė savo pažinimo ribas, įgijo daugiau žinių apie aplinką.“<sup>4</sup> Žmogaus pažinimo ribas išplečia pažinimo procese naudojami prietaisai, įranga, naudojamos naujos technologijos.

Eksperimentas (lot. *experimentum* – mėginimas, bandymas) – tai empirinis tyrimas, padedantis planingai valdant daikto ar reiškinių sąlygas patikrinti priežastinių ryšių hipotezes (Kardelis, 1997). Eksperimentas – yra bendramokslis metodas naujoms žinioms gauti, siekiant nustatyti priežastinius ryšius. Jo eiga yra kontroliuojama, atsiribojama nuo pašalinių veiksnių įtakos.

Eksperimentinio tyrimo etapai:

1. Apibrėžiama tyrimo problema;
2. Suformuluojama eksperimento hipotezė;
3. Numatomas eksperimento tikslas;
4. Pasirenkamos eksperimento priemonės;
5. Pasirenkami eksperimento būdai;
6. Renkami eksperimento duomenys;
7. Formuluojamos eksperimento išvados;
8. Patvirtinamos arba paneigiamos hipotezės.

Problemos formuluotėje paprastai glūdi mus dominančio objekto ar reiškinių nežinoma savybei, požymiui išsiaiškinti skirti praktiniai ir teoriniai klausimai. Mokslinė problema – tai klausimas (*kas, kodėl, kaip?*), į kurį tyrėjas turi atsakyti, pasitelkęs tyrimo priemones. Pavyzdžiui, kaip keičiasi laisvai krintančių kūnų greitis? Suformulavus tyrimo problemą, numatomas galimas jos sprendimo rezultatas. Jis atsispindi eksperimento hipotezėje (lot., gr. *hypothesis* – spėjimas). Hipotezės kuriamos, kai, remiantis turimomis mokslo žiniomis, patirtimi neįstengiama paaiškinti naujų reiškinių, objektų. Hipotezės suteikia eksperimentui kryptingumą, nuoseklumą, padeda tyrėjui išlaikyti darną visoje tyrimo eigoje. Pavyzdžiui, laisvai krintančių kūnų greitis didėja. Remiantis tyrimo problema ir hipoteze, formuluojamas tyrimo tikslas. Pavyzdžiui, išmatuoti laisvai krintančio kūno greitį.

Formuluojant tyrimo problemą, hipotezę, tikslą atsiskleidžia tyrėjo metakognityvinis mąstymas. Tai yra pirmasis pažinimo lygmuo pagal šiuolaikinę mokymosi paradigmą. Pagal klasikinę mokymo paradigmą daugiau dėmesio skiriama mokinio kognityviniams mąstymams ugdyti. Šis mąstymas apima informacijos apdorojimą, atgaminimą, lyginimą, klasifikavimą, apibendrinimą, nagrinėjimą, tyrinėjimą ir išvadų formulavimą. Kognityvinis mąstymas neapima

<sup>4</sup> Pečiuliauskienė P. (2012). Fizika 11-12. Judėjimas ir jėgos. Kaunas: Šviesa.

visos mokymosi veiklos. Jį papildoma metakognityvinis mąstymas. Metakognityvinio ir kognityvinio mąstymo santykis atsispindi 2005 metais Roberto J. Marzano (*Robert J. Marzano*) pasiūlytame mokymosi modelyje, kuris vadinamas Marzano tikslų taksonomija. Ji sukurta pagal S. Froido (*Sigmund Freud, 1856–1939*) pasiūlytą struktūrinį asmenybės modelį. Pagal šį modelį asmenybė sudaro trys struktūros:

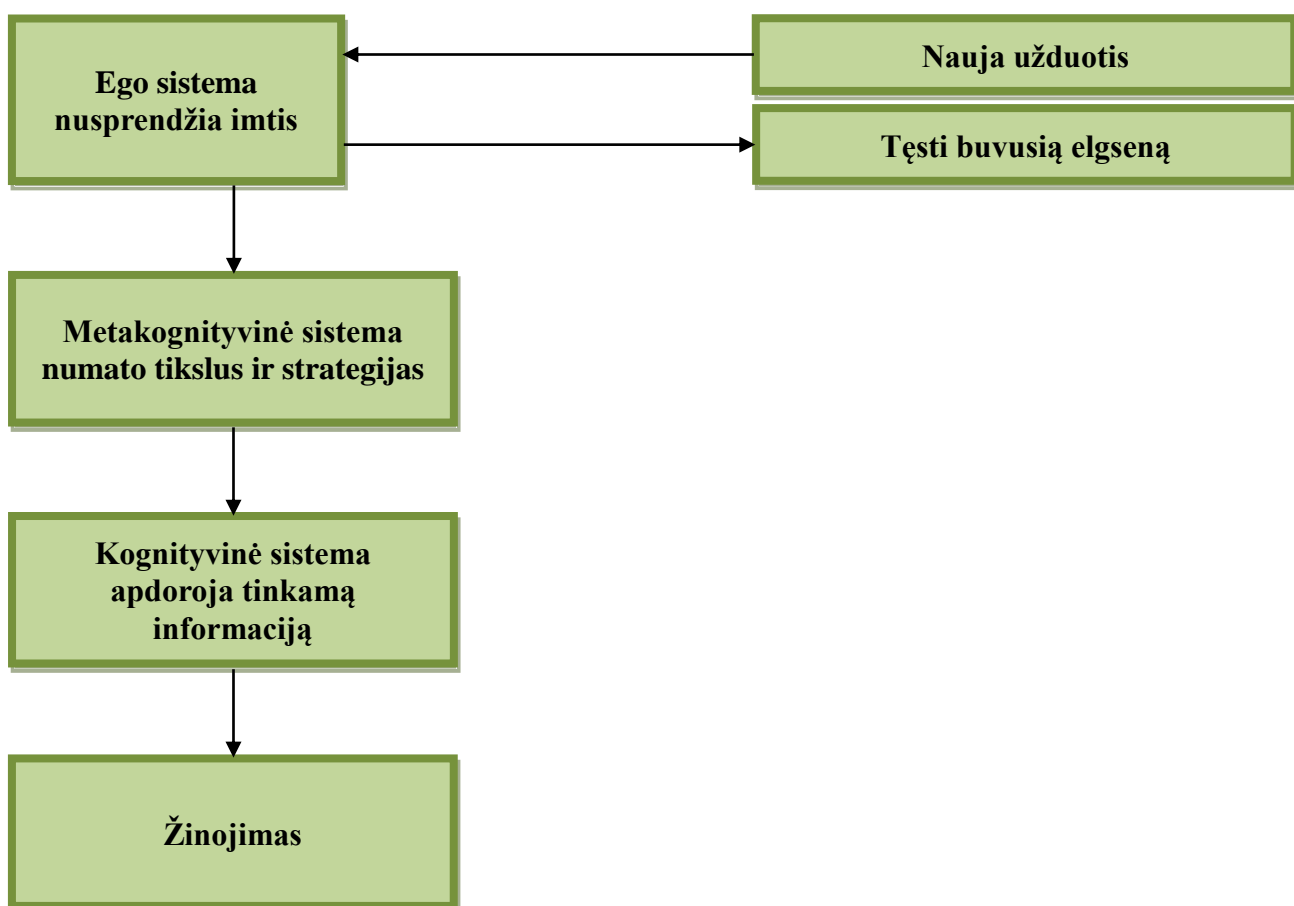
Id (lot. *tai*) – nesąmoningas ir paveldimas asmenybės struktūrinis darinys. Vienintelis psichinės energijos šaltinis. Id veikia pagal malonumo principą. Tai pirminis procesas – instinktyvių poreikių patenkinimas fantazijoje. Tai ikiloginis, ikižodinis, patyrimo ir išmokimo dar nesupavidalintas ir nespecializuotas psichikos vyksmas.

Ego (lot. *aš*) – tai psichikos dalis, atsakinga už sprendimų priėmimą. Ego stengiasi patenkinti id norus, suderindama juos su išorinio pasaulio apribojimais ir superego reikalavimais. Veikia pagal realybės principą, loginį mąstymą ir įgūdžius.

Superego (lot. *virš aš*) – tai internalizuotos tradicinės vertybės, idealai, kuriuos vaikui perduoda tėvai. Pagrindinė užduotis – įvertinti vieno ar kito reiškinių teisingumą, remiantis moraliniais standartais. Superego padeda palaikyti tradicijas ir tęstinumą, perduodamas vertybes iš kartos į kartą.

R. Marzano tikslų taksonomija apima tris mąstymo lygmenis: ego („aš“ sistemos), metakognityvinį ir kognityvinį (žr. 1 pav.). Tarp jų yra aiškus hierarchinis ryšys – ego sistemos lygmens mąstymas kontroliuoja abu lygmenis – metakognityvinį ir kognityvinį mąstymą.

Atliekant eksperimentą ego sistema yra atsakinga už eksperimento atlikimo svarbos, mokymosi veiksmingumo įvertinimą, motyvaciją. Ego sistema sprendžia, ar eksperimento tema atitinka jo patirtį, ar tema jam įdomi, įveikiama. Jei eksperimento tema mokiniui įdomi, jis įsitrauks į darbą ir sėkmingai jį atliks. Jei vidiniai motyvai atlikti eksperimentą silpni, mokinys gali eksperimentą atlikti paviršutiniškai. Eksperimentinės užduoties suformulavimas priklauso nuo tyrinėjimu grindžiamo lygmens (1.6 tema). Todėl mokytojai, pasirinkdami tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenį, turėtų atsižvelgti į mokinių tiriamosios veiklos patirtį, nes netinkamai



1 pav. R. Marzano tikslų taksonomijos modelis

pasirinktas tiriamosios veiklos lygmuo gali slopinti eksperimentinės veiklos motyvaciją. „Pedagogai, patys to nepastebėdami, dažnai patiria nesėkmę būtent šiuo mokymo etapu – skirdami mokiniams užduotį. Tolesni mokymo žingsniai – užduoties atlikimas, vertinimas – tokiu atveju būna betiksliai.“ (*Inovatyvių mokymo(si) metodų taikymas, I knyga* (2010, p.17)

Jei ego sistema nusprendžia imtis eksperimentinės užduoties, pradeda veikti metakognityvinė sistema. Ji atsakinga už konkretų eksperimento problemos, hipotezės, tikslo formulavimą, eksperimento eigos planavimą, eksperimento priemonių pasirinkimą. Metakognityvinis mąstymas sąlygoja kognityvinį mąstymą (1 pav.). Atliekant tiriamojo pobūdžio eksperimentą, kognityvinis mąstymas apima informacijos rinkimą, atgaminimą, analizavimą, apibendrinimą, išvadų formulavimą, eksperimento hipotezės tikrinimą.

### **Klausimas refleksijai**

Kaip eksperimento eiga susijusi su R. Marzano tikslų taksonomija?

## **1.4. BENDRŲJŲ KOMPETENCIJŲ MODELIAI. KOMPETENTINGUMAS**

Kompetencijos sąvoka vartojama nuo XVI a., tačiau iki šiol nėra priimtas jos vienodas apibrėžimas. Vienų autorių požiūriu, kompetencija (lot. *Competentia* – priklausomybė (pagal teisę)) – tai gebėjimas atlikti tam tikrą veiklą, grindžiamas individo žiniomis, mokėjimais, įgūdžiais, požiūriais, patirtimi, polinkiais, asmenybės savybėmis bei vertybėmis.

Kiti autoriai kompetenciją apibūdina kaip įgūdžius, gebėjimus, žinojimą ir charakteristikas, išryškėjančias žmonių veikloje bendraujant su pasauliu ir siekiant sėkmingo rezultato, kai atliekamos tam tikros užduotys ir veikiama tam tikromis aplinkybėmis.

Kompetencija (lot. *Competentia* – priklausomybė (pagal teisę)) apibūdinama kaip gebėjimas atlikti tam tikrą veiklą priimtinu lygiu. Europos švietimo dokumentuose kompetencija apibrėžiama kaip „žinių, gebėjimų ir nuostatų derinys“<sup>5</sup>. Dažniausiai mokslinėje literatūroje *kompetencija* apibūdinama kaip asmens gebėjimas atlikti tam tikrą veiklą, grindžiamą *žiniomis, mokėjimais, įgūdžiais vertybėmis*. Asmens kompetencijos lemia kompetentingumą. *Kompetentingumas* suprantamas kaip gebėjimas praktikoje panaudoti kompetencijas. Kompetentingumo pagrindas yra kompetencijos. *Kompetentingumas* – tai asmens veiklos efektyvumas, kokybė arba gebėjimas praktikoje panaudoti tam tikras kompetencijas arba kvalifikaciją.

Kompetencijos gali būti bendrosios ir dalykinės. **Bendrosios kompetencijos** tai universali, dinamiška ir nuolat atsinaujinanti vertybinių nuostatų, gebėjimų ir žinių integrali visuma, sudaranti prielaidas atlikti įvairias veiklas nuolat besikeičiančiuose unikaliose ugdymo turinio, socialinėse, kultūrinėse ir ekonominėse situacijose.

Europos Komisijos darbo grupė pasiūlė aštuonias pagrindines kompetencijas:

1. Komunikavimas gimtąja kalba;
2. Komunikavimas užsienio kalba;
3. Matematinis raštingumas ir pagrindinės gamtos mokslų ir technologijų kompetencijos;
4. Informacinių ir komunikacinių technologijų gebėjimai;
5. Mokymasis mokytis;
6. Tarpasmeniniai ir pilietiniai gebėjimai;
7. Verslumas;
8. Kultūrinė kompetencija.

Europos Komisijos darbo grupė pažymėjo, kad pagrindinės kompetencijos turėtų sudaryti Europos modelį, kuris būtų įtrauktas į visas valstybines bendrąsias programas. Į šalyje parengtas Bendrąsias programas įtrauktos šešios bendrosios kompetencijos: mokėjimo mokytis, komunikavimo, kūrybingumo ir iniciatyvumo, pažinimo, asmeninė, socialinė.

<sup>5</sup> *Concept document of the Commission expert group on „Key competencies“*, 2002.

Bendrosios kompetencijos yra svarbi sudėtinė visų dalykinių kompetencijų dalis, jos papildo ir išplečia dalykinių kompetencijų turinį. **Dalykinės kompetencijos** – tai žinių, gebėjimų, įgūdžių ir vertybinių nuostatų integrali visuma, sąlygojanti sėkmingą veiklą konkrečioje ugdymo turinio srityje / konkreste. Ugdant dalykines kompetencijas kartu ugdomos ir bendrosios kompetencijos.

**Mokėjimo mokytis** kompetencija pasireiškia atsakingumu už savo mokymąsi, gebėjimu valdyti mokymosi procesus, tobulinti savo mokymąsi. Kompetencijos ugdymas yra ilgalaikis procesas, kurį galima išskaidyti į atskirus etapus. Mokėjimas mokytis prasideda nuo savo žinių, gebėjimų įsivertinimo, gebėjimų refleksijos.

Įsivertinęs savo dalykinę patirtį, mokinys turi gebėti kelti mokymosi tikslus, uždavinius, pasirinkti mokymosi laiką, mokymosi priemones, mokymosi strategijas ir pradėti savarankišką mokymąsi. Mokėjimas mokytis pasireiškia ne tik gebėjimu savarankiškai mokytis, bet ir gebėjimu reflektuoti mokymosi veiklą, įsivertinti mokymosi procesą, pasiektus rezultatus, kelti naujus mokymosi tikslus.

Daug vertingos mokytojui informacijos apie mokėjimo mokytis kompetenciją, jos turinį, ugdymo priemones ir būdus, vertinimą ir įsivertinimą skelbiama internetinėje svetainėje adresu: <http://www.ugdome.lt/kompetencijos5-8/pagrindinis/pagrindiniai-kompetenciju-ugdymo-aspektai/siuolaikinio-ugdymo-tikslas-asmens-kompetencijos/bendrosios-ir-esmines-dalykines-kompetencijos/>

**Komunikavimo kompetencija** apibrėžiama kaip integrali žinių, gebėjimų ir nuostatų visuma, sudaranti prielaidas suprantamai perduoti ir priimti informaciją, ją suprasti, analizuoti bei tinkamai reaguoti realiuose ir virtualiuose kontekstuose.

**Pažinimo kompetencija** atsiskleidžia kritiniu mąstymu, gebėjimu spręsti problemas, tyrinėti aplinką, gebėjimu pažinti tikrovę ir save<sup>6</sup>.

**Iniciatyvumo ir kūrybingumo kompetencija** pasireiškia gebėjimu matyti idėjų sąsajas ir kurti naujas idėjas, originaliai mąstyti, gebėti pritaikyti patirtį naujose situacijose, numatyti alternatyvius iškilusių problemų sprendimo būdus; gebėjimu priimti kitų idėjas, jas analizuoti, užduoti klausimus; gebėjimu pritaikyti sumanymus naujose situacijose. Iniciatyvus ir kūrybingas žmogus yra atviras pokyčiams, nebijo rizikos, neapibrėžtumo, ne tik pats aktyviai dalyvauja įgyvendinant naujas idėjas, bet ir įtraukia kitus. Daugelis iniciatyvumo ir kūrybingumo kompetencijos gebėjimų būdingi verslumo kompetencijai.

**Socialinė pilietinė kompetencija.** Kiekvienas asmuo yra visuomenės dalis, todėl jis privalo išmanyti visuomenės gyvenimo normas, reikalavimus. Socialinės žinios yra svarbios, svarbus socialinės aplinkos supratimas, socialinių vertybių suvokimas, nusiteikimas pozityviam bendravimui ir bendradarbiavimui. Bendrosiose programose teigiama, jog **socialinės pilietinės kompetencijos** ugdymo tikslas – „išugdyti atsakingą, sąžiningą, aktyvų, demokratinėmis nuostatomis besivadovaujantį, tėvynę mylintį pilietį“. Išsiugdęs socialinę kompetenciją asmuo moka gerbti įvairių kultūrų, socialinių ir amžiaus grupių žmones, žino savo ir kitų teises ir pareigas, suvokia save kaip bendruomenės ir visuomenės narį, geba palaikyti draugiškus santykius, valdyti konfliktus, padėti kitiems.

**Asmeninė kompetencija.** Asmeninė kompetencija yra glaudžiai susijusi su socialine kompetencija. Tik išsiugdęs asmeninę kompetenciją, asmuo gebės tinkamai elgtis visuomenėje. **Asmeninė kompetencija** suprantama kaip asmeninių savybių visuma, grindžiamų aukšta savimone, savirefleksija. Šią kompetenciją išsiugdęs asmuo geba pozityviai mąstyti, naudotis turima patirtimi, įveikti sunkumus, susikurti tinkamą gyvenimo aplinką, geba numatyti savo elgesio padarinius.

Bendrųjų kompetencijų ugdymo metu vyksta vertikalus mokinių asmeninės patirties perkėlimas, tai yra mokinių patirtis perkeliama į vis aukštesnį lygmenį. Todėl planuojant bendrųjų kompetencijų ugdymą, svarbu išskirti bendrosios kompetencijos komponentų lygmenis, numatyti jų tobulinimo kryptis, priemones, būdus. Į šį procesą svarbu įtraukti mokinius, kad jie patys suvoktų savo bendrųjų kompetencijų tobulėjimo kelią, galėtų diskutuoti dėl pasirenkamų tikslų, priemonių.

---

<sup>6</sup> 1.5 temoje pažinimo kompetencija aptarta detaliau.

## Klausimas refleksijai

Koks yra kompetencijos ir kompetentingumo santykis?

### 1.5. PAŽINIMO KOMPETENCIJA – EKSPERIMENTINĖS VEIKLOS PAGRINDAS. PAŽINIMO KOMPETENCIJOS IR KITŲ BENDRŲJŲ KOMPETENCIJŲ DERMĖ

Pažintinė veikla sudaro sąlygas mokinių bendrųjų kompetencijų formavimuisi. Savarankiška tiriamojo pobūdžio veikla skatina kritinį mąstymą, gebėjimą spręsti problemas, tyrinėti aplinką, gebėjimą pažinti aplinką ir save.

Mokinių eksperimentinėje veikloje formuojasi pažinimo kompetencija ir kitos bendrosios kompetencijos. Bendrosios kompetencijos turi daug bendrų bruožų, yra susijusios tarpusavyje (1 lentelė). Vadinasi, ugdant pažinimo kompetenciją, sudaromos sąlygos formuoti ir kitoms kompetencijoms: mokėjimo mokytis, asmeninei, socialinei ir pan. Pirmoje lentelėje atskleistas pažinimo kompetencijos turinys (2 stulpelis) ir kitų bendrųjų kompetencijų turinio komponentai, kurie siejasi su pažinimo kompetencija (4 stulpelis).

Pažinimo kompetencijos turinį ir struktūrą lemia bendrieji eksperimentinės veiklos etapai. Eksperimentinėje veikloje formuojasi gebėjimas atrasti tyrimo problemą, išskirti tyrimo objektą, apibūdinti jo požymius, formuluoti tyrimo hipotezes, numatyti tyrimo temą, iškelti tyrimo tikslą ir uždavinius, pasirinkti tyrimo priemones, numatyti tyrimo eigą, atlikti tyrimą, analizuoti tyrimo rezultatus, formuluoti tyrimo išvadas, patikrinti hipotezę. Šiuos dalykus papildo pažintinės veiklos vertybinės nuostatos: saugiai veikti, nekenkiant sau, kitiems ir aplinkai; prisiimti atsakomybę už tyrimo rezultatų skaidrumą ir patikimumą.

Anksčiau minėti pažinimo kompetencijos gebėjimai ir nuostatos yra susiję su mokėjimo mokytis kompetencijos gebėjimais ir nuostatomis. Pavyzdžiui, gebėjimas formuluoti tikslus yra tiek pažinimo kompetencijos, tiek mokėjimo mokytis kompetencijos komponentas. Eksperimentinėje veikloje svarbu mokėti numatyti eksperimentinės veiklos tikslus ir uždavinius. Mokėjimo mokytis kompetencijoje tikslų formulavimas yra svarbus komponentas. Besimokantis asmuo turi išmokti pats išsikelti mokymosi tikslus.

Atlikdamas eksperimentą mokinys turi gebėti pasirinkti tyrimo priemones, numatyti tyrimo eigą. Šie gebėjimai yra svarbūs ir mokėjimo mokytis kompetencijoje. Mokinys turi gebėti pats pasirinkti mokymosi priemones, organizuoti savo mokymąsi.

Refleksija yra svarbi eksperimentinėje veikloje ir savarankiškai mokantis. Pavyzdžiui, atlikęs eksperimentą mokinys turi gebėti atlikti tyrimo rezultatų analizę, formuluoti išvadas. Šiuose eksperimentinės veiklos etapuose mokinys reflektuoja eksperimento eigą, pasiektus rezultatus.

1 lentelė

Pažinimo kompetencijos ir kitų bendrųjų kompetencijų dermė

|                              |   |                                      |  |
|------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| <b>Pažinimo kompetencija</b> | Geba atrasti tyrimo problemą<br>Geba išskirti tyrimo objektą, apibūdinti jo požymius<br>Geba formuluoti tyrimo hipotezes<br>Geba numatyti tyrimo temą<br>Geba iškelti tyrimo tikslą ir uždavinius | <b>Socialinė kompetencija</b>        | Pasitiki savimi ir kitais<br>Gerbia ir toleruoja kitus<br>Konstruktyviai bendradarbiauja<br>Geba susitarti<br>Išmintingai naudoja informaciją    |
|                              | Geba pasirinkti tyrimo priemones<br>Geba numatyti tyrimo eigą<br>Geba atlikti tyrimą<br>Geba analizuoti tyrimo rezultatus   | <b>Mokėjimo mokytis kompetencija</b> | Suvokia mokymosi svarbą<br>Numato mokymosi tikslus ir uždavinius<br>Numato mokymosi strategijas<br>Planuoja mokymosi laiką<br>Pasirengia tinkamą |

|                              |   |   |  |
|------------------------------|---|---|--|
|                              | <p>Geba formuluoti tyrimo išvadas</p> <p>Geba patikrinti hipotezę</p> <p>Saugiai veikia, nekenkdami sau, kitiems ir aplinkai</p> <p>Prisiima atsakomybę už tyrimo rezultatų skaidrumą ir patikimumą</p>   |   | <p>mokymosi vietą ir šaltinius</p> <p>Savarankiškai mokosi</p> <p>Reflektuoja mokymąsi</p>   |
|                              |   | <b>Komunikavimo kompetencija</b>                | <p>Analizuoja, lygina žodinę ir informaciją</p> <p>Interpretuoja ir vertina informaciją</p> <p>Skleidžia, perteikia informaciją</p>  |
|                              |   | <b>Iniciatyvumo ir kūrybingumo kompetencija</b> | <p>Generuoja idėjas</p> <p>Kūrybiškai mąsto</p> <p>Tyrinėja įvairias galimybes</p> <p>Naudoja originalius idėjų realizavimo ir problemų sprendimo būdus</p> <p>Nevengia rizikos ir klaidų</p>                          |
|                              |   | <b>Asmeninė kompetencija</b>                    | <p>Pasitiki savo jėgomis</p> <p>Atsakingai siekia tikslo</p> <p>Numato savo elgesio pasekmes</p> <p>Įveikia kliūtis ir sprendžia konfliktus</p> <p>Priima iššūkius ir pokyčius</p> <p>Saugo save, kitus ir aplinką</p> |
| <b>Pažinimo kompetencija</b> | <p>Geba atrasti tyrimo problemą</p> <p>Geba išskirti tyrimo objektą, apibūdinti jo požymius</p> <p>Geba formuluoti tyrimo hipotezes</p> <p>Geba numatyti tyrimo temą</p> <p>Geba iškelti tyrimo tikslą ir uždavinius</p> <p>Geba pasirinkti tyrimo priemones</p> <p>Geba numatyti tyrimo eigą</p> <p>Geba atlikti tyrimą</p> <p>Geba analizuoti tyrimo rezultatus</p> <p>Geba formuluoti tyrimo išvadas</p> <p>Geba patikrinti hipotezę</p> <p>Saugiai veikia, nekenkdami sau, kitiems ir aplinkai</p> <p>Prisiima atsakomybę už tyrimo rezultatų skaidrumą ir patikimumą</p> | <b>Socialinė kompetencija</b>                   | <p>Pasitiki savimi ir kitais</p> <p>Gerbia ir toleruoja kitus</p> <p>Konstruktiviai bendradarbiauja</p> <p>Geba susitarti</p> <p>Išmintingai naudoja informaciją</p>   |

Eksperimentinėje veikloje formuojasi mokinių asmeninė, socialinė, komunikacinė kompetencija. Šių kompetencijų formavimuisi svarbu atlikti eksperimentus grupėse. Grupinėje eksperimentinėje veikloje formuojasi socialinės kompetencijos gebėjimai: mokiniai pasitiki savimi ir kitais, gerbia ir toleruoja kitus, konstruktyviai bendradarbiauja, geba susitarti. Eksperimentinėje



veikloje formuojasi asmeninė mokinių kompetencija: pasitikėjimas savo jėgomis, atsakingas tikslo siekimas, savo elgesio pasekmių numatymas ir pan. Grupinėje eksperimentinėje veikloje mokiniai mokosi komunikuoti: apsvarstyti informacijos paieškų būdus, keistis informacija.

Eksperimentinėje veikloje tobulėja mokinių iniciatyvumo ir kūrybingumo kompetencija. Ji ypač svarbi pirmuosiuose eksperimentinės veiklos etapuose atrandant tyrimo problemą, apibūdinant tyrimo objektą, atliekant eksperimento atlikimo galimybių analizę.

Apibendrinant pažinimo kompetencijos vaidmenį mokinių bendrųjų kompetencijų sistemoje, galima teigti, kad ši kompetencija yra integruojanti, todėl jos ugdymas eksperimentinėje veikloje duoda impulsą kitų bendrųjų kompetencijų tobulinimui.

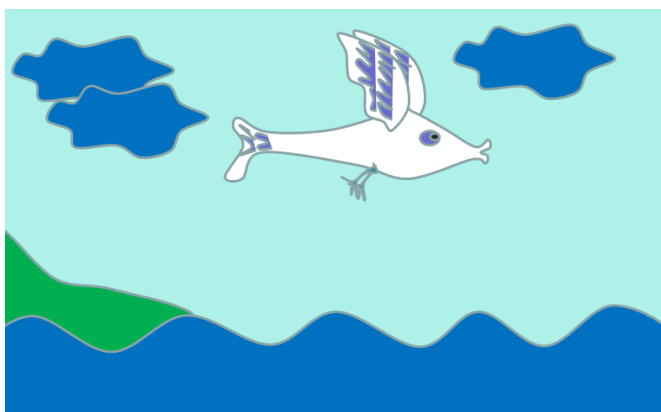
### **Klausimas refleksijai**

Kaip pažinimo kompetencija susijusi su kitomis bendrosiomis kompetencijomis?

## **1.6. KONSTRUKTYVIZMAS. TYRINĖJIMU GRINDŽIAMO MOKYMOSI ETAPAI**

Mokinių eksperimentinės veiklos pagrindas – konstruktyvizmo teorija. Pagal ją žinios nėra galutinės, nekintamos ir tokios, kurias galima perteikti. Žinojimas iš dalies yra asmeniškasis (subjektyvus), o reikšmę konstruoja pats mokinys, remdamasis savo patirtimi. Mokymasis suprantamas kaip interaktyvus, dinamiškas ieškojimo procesas, kuriame tyrinėjant aplinką bei su ja sąveikaujant gimsta naujas supratimas apie save patį ir supantį pasaulį.

Konstruktyvizmo teorijos vaidmenį mokymosi procese puikiai iliustruoja G. Petty knygoje *Šiuolaikinis mokymas* pasaka apie skrendančius paukščius (2 pav.). Pasakojama, kad tvenkinyje gyveno žuvis ir varliukas. Jie labai norėjo sužinoti, kas yra paukščiai. Pavasarį varliukas iššoko iš tvenkinio ir pamatė skrendančius paukščius. Grįžęs į tvenkinį jis papasakojo žuvytei, kaip atrodo paukščiai. Kaip žuvis įsivaizdavo skrendantį paukštį, iliustruoja 1 paveikslas. Skrendantis paukštis yra panašus į skrendančią žuvį – įsivaizduojamo paukščio kūnas yra žuvies formos. Tai atspindi patirties vaidmenį kuriant naują žinojimą. Žuvis žinojo, kaip atrodo kitos žuvis, todėl naują objekto vaizdinį pradeda kurti nuo ankstesnio žinojimo. Bendraudama su varliuku žuvis kuria naują žinojimą – prie žuvies kūno prideda sparnus, kojas. Vadinasi, bendravimas ir bendradarbiavimas yra naujo žinojimo kūrimo veiksnys.



**2 pav.** Konstruktyvizmas piešiniuose, pagal G. Petty

Pedagoginėje literatūroje konstruktyvizmu grindžiamos mokymo organizavimo metodikos vadinamos įvairiai:

- Atradimais grindžiamas mokymasis;
- Problemų sprendimu grindžiamas mokymasis (*Problem-based learning*);
- Tyrinėjimu grindžiamas mokymasis (*Inquiry learning*);
- Eksperimentais grindžiamas mokymasis (*Experiential learning*);
- Konstruktyvizmu grindžiamas mokymasis (*Constructivist learning*).

Gamtamokslinio ugdymo pedagoginėje literatūroje dažniausiai vartojama tyrinėjimu grindžiamo mokymosi sąvoka. Jo studijoms ir praktiniam įgyvendinimui Europoje buvo skirti tarptautiniai projektai: Mind the Gap: Learning, Teaching, Research and Policy in Inquiry-Based Science Education (7BP pajėgumai), Gamtos mokslų mokytojų mokymas pažangiais metodais (Science-Teacher Education Advanced Methods) (7 BP pajėgumai).

Kadangi tyrinėjimu grindžiamu mokymusi remiasi eksperimentinė veikla, aktualu aptarti pedagoginius psichologinius jo pagrindus. Kitaip tariant, reikia atsakyti į klausimą, kaip mokinys mokosi naudojant tyrinėjimu grindžiamo mokymosi strategiją. Tik suprantant mokymosi proceso esmę, galima jį sėkmingai planuoti, vykdyti, koordinuoti.

Tyrinėjimu grindžiamas mokymasis skaidomas į tris etapus, kurie pedagoginėje literatūroje vadinami skirtingai. Fizikos dėstytojas R. Karplius (1967) (*Robert Karplus*)<sup>7</sup> išskiria tris tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapus: tyrinėjimas (*exploration*), išradimas (*invention*) ir atradimas (*discovery*). Tyrinėjimo etape renkami duomenys; išradimo – apibrėžiamos sąvokos, nustatomi jų ryšiai, kuriamos žinių sistemos; atradimo etape – žinių sistemos pritaikomos naujiems reiškiniams tyrinėti. D. C. Edelsonas (*Daniel C. Edelson*) (1999) tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapus įvardija kitaip: motyvacija (*motivation*), konstruktas (*construct*), tobulinimas (*refine*) (2 lentelė).

Pirmasis tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapas pagal D. C. Edelsoną yra motyvacija. Svarbu pastebėti, kad šį etapą D. C. Edelsonas susieja su mokinio patirtimi. Išskiriami du patirties aspektai: patirties poreikis ir patirties įdomumas. Patirties poreikį skatina strategijos, kurios sukuria žinių poreikį. Patirties įdomumą užtikrina strategijos, kurios išryškina žinių spragas, besimokančiojo asmens patirties ribotumą (2 lentelė).

2 lentelė

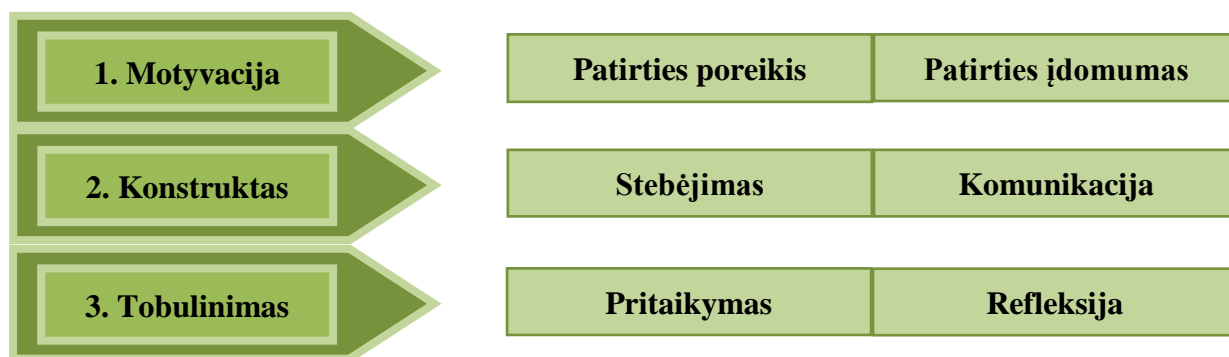
**Tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapai, procesai, strategijos**

| Tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapai | Procesas           | Strategijos   |
|---------------------------------------|--------------------|---|
| Motyvacija                            | Patirties poreikis | Veikla, kuri sukuria žinių poreikį, skatina jas sėkmingai sisteminti, pritaikyti.   |
|                                       | Patirties įdomumas | Veikla, kuri skatina susidomėjimą nagrinėjama problema, išryškina žinių spragas, besimokančiojo patirties ribotumą.   |
| Konstruktas                           | Stebėjimas         | Veikla, kuri tiesiogiai susijusi su besimokančiųjų patirtimi ir nauju fenomenu, kuri skatina pastebėti sąvokų tarpusavio sąryšingumą ir jų inkorporavimą į naujas žinių struktūras. |
|                                       | Komunikacija       | Veikla, kuri užtikrina tiesioginį ar netiesioginį bendradarbiavimą ir sudaro sąlygas naujų žinių sistemų kūrimui mokantis bendradarbiaujant.  |
| Tobulinimas                           | Pritaikymas        | Veikla, kuri skatina prasmingai pritaikyti žinias, padeda stiprinti ir pertvarkyti supratimą taip, kad jis būtų praktiškai pritaikomas.   |
|                                       | Refleksija         | Veikla, kuri suteikia galimybę besimokančiajam įsivertinti savo žinojimą supratimą, suteikia galimybę jį tobulinti ar keisti.   |

<sup>7</sup> Karplus, R., & Thier, H.D. (1967). A new look at elementary school science. Chicago: Rand McNally.

Antrasis tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapas – konstrukto. Jame išskiriamas stebėjimo ir komunikacijos procesas. Stebėjimo procesą užtikrina veikla, kuri skatina pastebėti sąvokų tarpusavio sąryšingumą ir jų inkorporavimą į naujas žinių struktūras. Komunikacijos procesą skatina tiesioginis ar netiesioginis bendradarbiavimas.

Trečiasis tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapas pavadintas tobulinimo etapu. Jame vyksta du procesai: pritaikymas ir refleksija. Pritaikymo procesą laiduoja veikla, kuri skatina prasmingai pritaikyti žinias, padeda stiprinti ir pertvarkyti supratimą taip, kad jis būtų praktiškai pritaikomas. Refleksijos procesą užtikrina strategija, kuri suteikia galimybę besimokančiajam įsivertinti savo žinojimą, supratimą, suteikia galimybę jį tobulinti ar keisti.



3 pav. Tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapai

Aptartus tyrinėjimu grindžiamo mokymosi procesus galima pavaizduoti klasifikacine schema (3 paveikslas).

Į aptartus tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapus derėtų atsižvelgti planuojant ir organizuojant mokinių veiklą pamokoje. Pamokos plane, kuriame numatoma taikyti tyrinėjimu grindžiamą mokymąsi, turėtų atsispindėti tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapai, numatytos priemonės jam įgyvendinti.

### Klausimas refleksijai

Kokie yra tyrinėjimu grindžiamo mokymosi etapai? Kuriuos etapus sunkiausiai praktiškai įgyvendinti?

## 1.7. TYRINĖJIMU GRINDŽIAMO MOKYMOŠI LYGMENYS

Žinoma, kad tą patį laboratorinį darbą, naudojant tas pačias laboratorines priemones, galima atlikti skirtingais būdais. Edukacinėje praktikoje dažniausiai taikomas tas laboratorinių darbų atlikimo modelis, kai mokiniui pateikiamas išsamus laboratorinio darbo aprašymas. Jį sudaro darbo tikslas, priemonės, darbo eiga, paklaidų skaičiavimo paaiškinimai. Tačiau galima taikyti ir kitas laboratorinių darbų atlikimo metodikas.

H. Banchi ir R. Bell (2008)<sup>8</sup> nagrinėjo tyrinėjimu grindžiamą mokymąsi ir išskyrė keturis jo lygmenis (metodikas): patvirtinantis tyrinėjimas, struktūruotas tyrinėjimas, koordinuotas tyrinėjimas, atviras tyrinėjimas (4 paveikslas). Šie lygmenys yra išskiriami pagal tris kriterijus: klausimą, procedūrą, sprendimą (3 lentelė).

3 lentelė

Tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenys (pagal H. Banchi, R. Bell, 2008)

| Tyrinėjimo lygmuo          | Klausimas/problema | Procedūra | Sprendimas |
|----------------------------|--------------------|-----------|------------|
| Patvirtinantis tyrinėjimas | +                  | +         | +          |
| Struktūruotas tyrinėjimas  | +                  | +         |            |

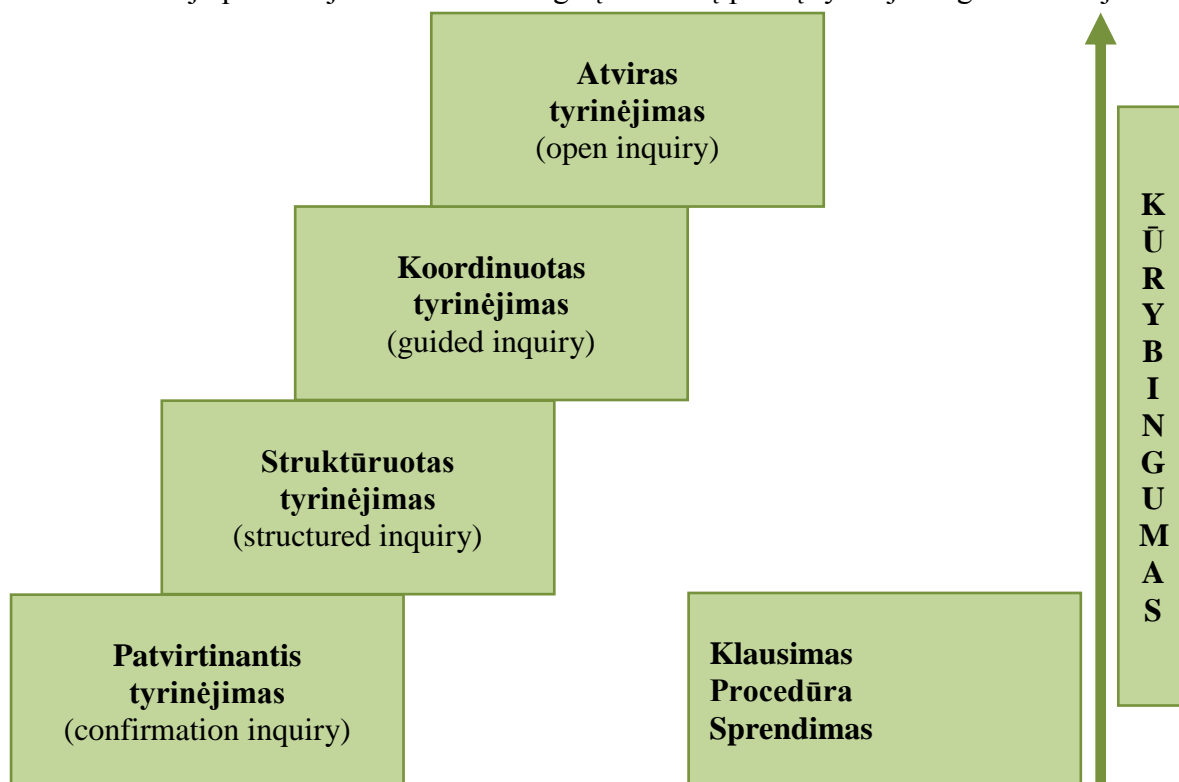
<sup>8</sup> Banchi, H. & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46 (2), 26–29.

|                          |   |   |   |
|--------------------------|---|---|---|
| Koordinuotas tyrinėjimas | + |   |   |
| Atviras tyrinėjimas      | - | - | - |

- 1. Patvirtinantis tyrinėjimas.** Šį tyrinėjimo lygmenį atitinka klasikiniai laboratoriniai darbai. Mokinys žino laboratorinio darbo temą, darbo eigą ir laboratorinio darbo atsakymą. Pavyzdžiui, atlikdamas laboratorinį darbą apie kūno laisvojo pagreičio skaičiavimą, žino, kad turi gauti atsakymą  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Tokio pobūdžio laboratoriniai darbai neskatina mokinių kūrybingumo.
- 2. Struktūruotas tyrinėjimas.** Šį tyrinėjimo lygmenį atitinka klasikiniai laboratoriniai darbai, kurių atsakymas iš anksto nėra žinomas. Pavyzdžiui, mokiniai matuoja spyruoklės standumo koeficientą, medžiagos tamprumo modulį. Tokio pobūdžio laboratoriniai darbai sudaro galimybę abejoti atsakymo teisingumu, sudaro sąlygas diskusijai grupėse. Jie efektyvūs, kai laboratorinį darbą atlieka 3–5 mokinių grupė.
- 3. Koordinuotas tyrinėjimas.** Šį tyrinėjimo lygmenį atitinka netradiciniai laboratoriniai darbai. Juos atliekant mokiniams žinoma tyrimo tema, tačiau nežinoma tyrimo eiga. Mokiniams galėtų būti pateikiamos tik reikalingos priemonės darbui atlikti. Darbo eigą mokiniai turėtų pasirinkti patys. Efektyvus darbas grupėse, kadangi ugdomi komunikaciniai gebėjimai ieškant teisingo darbo eigos būdo. Koordinuoto tyrinėjimo darbai skatina mokinių komunikavimą, informacijos paieškas, bendradarbiavimą.
- 4. Atviras tyrinėjimas.** Šį tyrinėjimo lygmenį atitinka laboratoriniai darbai, kai mokiniai nežino tyrimo temos, darbo eigos, darbo rezultato. Tai aukšto kūrybingumo reikalaujantys darbai. Atliekant gamtamokslio turinio laboratorinius darbus, galima mokiniams situaciją palengvinti. Pavyzdžiui, pasiūlyti mokiniams laboratorinių darbų temų sąrašą ir pateikti priemonių komplektą, iš kurio jie turėtų pasirinkti reikiamas priemones.

Tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenys skiriasi kūrybinės veiklos sudėtingumu. Mažiausiai kūrybingumo reikalauja pirmasis lygmuo, daugiausiai – ketvirtasis atviro tyrinėjimo lygmuo (4 pav.).

Edukacinėje praktikoje svarbu atsižvelgti į mokinių patirtį tyrinėjimu grindžiamoje veikloje.



4 pav. Kūrybingumo ir tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenys

Mokiniam, neturintiems struktūruoto tyrinėjimo patirties, paskyrus koordinuoto arba atviro tyrinėjimo laboratorinį darbą, gali kilti problemų jį atliekant. Koordinuoto ir atviro tyrinėjimo laboratoriniai darbai turi daug projektinės veiklos bruožų

### Klausimas refleksijai

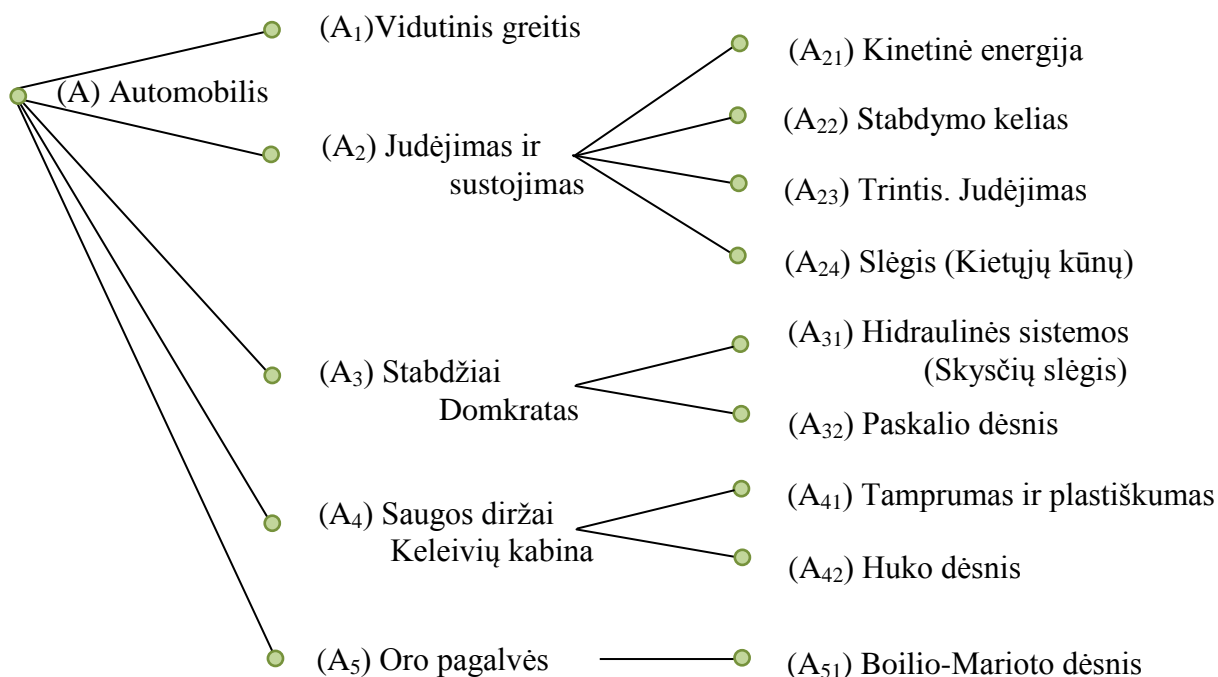
Kokie yra tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenys? Kodėl sunku išugdyti atviro tyrinėjimo gebėjimus?

## 1.8. GRAFŲ METODO TAIKYMAS TARPDALYKINIŲ RYŠIŲ PAIEŠKAI

Atskleidžiant tarpdalykinius ryšius aktualu aprėpti visą nagrinėjamo turinio struktūrą, nustatyti atskirų turinio struktūrinių komponentų tarpusavio priklausomybę. Šiam tikslui galima taikyti grafų-medžių metodą. Jis yra taikomas matematikoje, tačiau gali būti pritaikytas ir edukacinėje praktikoje. Bet kokios rūšies grafą sudaro keli taškai, vadinami viršūnėmis, ir kelios taškus jungiančios atkarpos, vadinamos grafo briaunomis. Grafu-medžiu yra vadinamas grafas, kuriame nėra ciklų (O. Ore, 1973)<sup>9</sup>. Grafai-medžiai leidžia visapusiškai pamatyti struktūrą to dalyko, kurį analizuojame, atskleisti jo struktūrinių komponentų tarpusavio priklausomybę, jų tarpusavio hierarchiją. Ypač jis tinkamas vidinės ir tarpdalykinės integracijos prielaidų, glūdinčių mokymo turinyje, analizei. Pagal grafo-medžio formą galima spręsti apie ugdymo turinio integralumą. Kuo didesnis yra turinio integralumo laipsnis, tuo grafas yra šakotesnis ir sudėtingesnis.

Grafų-medžių metodą patogu naudoti taikant integraciją reiškinių ar objekto pagrindu. Tai toks integravimo būdas, kai, pasirinkus vieną reiškinių ar objektą, skirtingų mokomųjų dalykų turinys yra susiejamas integraciniais ryšiais, atskleidžiančiais turinio panašumą ir giminingumą, parodančiais pagrindinių idėjų bendrą raidą. Pavyzdžiui, nagrinėjant judėjimo reiškinių per fizikos pamoką, integracijos objektu galima pasirinkti automobilį ir jo sandaros pagrindu ieškoti ryšių su kitomis fizikos temomis.

Automobilio temos grafo medžio šaknį (A) atitinka objekto (automobilis) pavadinimas (5 pav.). Paveiksle pavaizduoti taškai, pažymėti raidėmis A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, ..., A<sub>5</sub>, yra atskirų temų



5 pav. Automobilio temos grafas

pavadinimai, o A<sub>21</sub>, A<sub>22</sub>, ..., A<sub>25</sub> yra temos „Judėjimas ir sustojimas“ potemių pavadinimai.

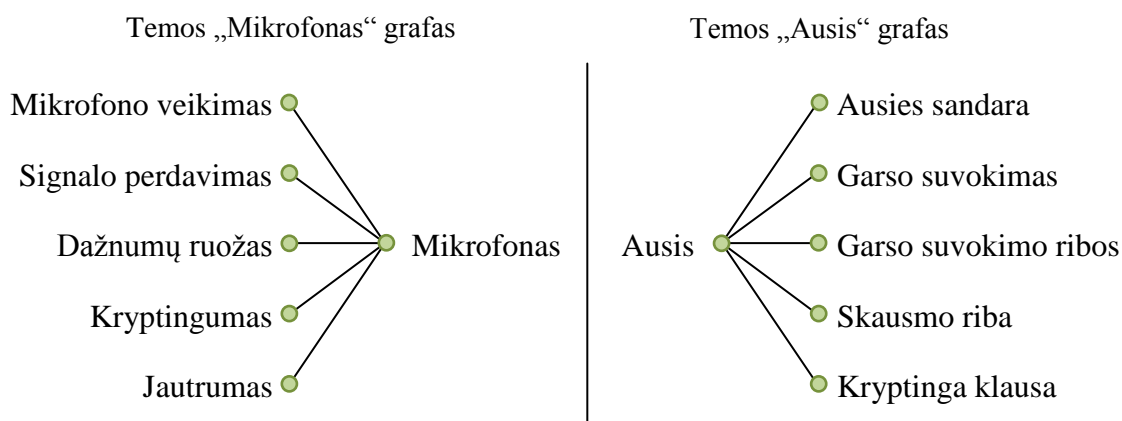
<sup>9</sup> Ore O. (1973). Grafai ir jų taikymas. Vilnius.

Automobilio temos nagrinėjimas gali būti dvejopas: 1) nagrinėjamas automobilio mechaninis judėjimas (vidutinis greitis, judėjimas ir sustojimas), 2) fizikiniu požiūriu nagrinėjamos kai kurios automobilyje esančios priemonės (stabdžiai, domkratas, saugos diržai, oro pagalvės), kurių veikimo principui paaiškinti reikia naudotis kituose fizikos skyriuose esančia mokomąja medžiaga. Nagrinėjant automobilyje esančių stabdžių, taip pat domkrato veikimą (grafo viršūnė  $A_{23}$ ) fizikiniu požiūriu, „Mechanikos“ skyriuje yra pateikiamos šios „Slėgio“ skyriaus temos: skysčių slėgis, Paskalio dėsnis, kietųjų kūnų slėgis; jos šiame vadovėlyje daugiau nėra nagrinėjamos. „Mechaninio judėjimo“ skyriuje pateikiamos slėgio skyriaus pagrindinės temos, sudarančios prielaidas fizikos mokomojo dalyko turinio vidinei integracijai. Tas pats pasakytina ir apie saugos diržų bei keleivių kabinos (grafo viršūnė  $A_4$ ) deformacinių savybių paaiškinimą fizikiniu požiūriu. Tokiu būdu į judėjimo skyrių yra integruoti dinamikos skyriaus klausimai: tamprumas, plastiškumas, Huko dėsnis.

Vidinis fizikos temų integralumas sustiprinamas paaiškinant automobiliuose esančių oro pagalvių veikimą. Kadangi „Mechaninio judėjimo“ skyriaus žinių automobilio veikimui nepakanka, tenka remtis vienu iš pagrindinių makrosistemų fizikos dujų dėsnų (Boilio-Marioto).

Nagrinėjant automobilio stabdymą (grafo viršūnė  $A_2$ ) svarbu žinoti, kaip stabdymo kelias priklauso nuo automobilio kinetinės energijos, trinties tarp stabdžių ir ratų bei trinties tarp ratų ir kelio paviršiaus. Taip mechaninio judėjimo temos susiejamos su kitų skyrių temomis: kinetinė energija, trintis, slėgis.

Grafų-medžių metodą galima taikyti paralelinei integracijai. Jos esmė – beveik tuo pačiu metu nagrinėjami panašūs klausimai skirtingų dalykų pamokose, arba remiamasi anksčiau nagrinėta mokomąja medžiaga. Pavyzdžiui, nagrinėjant mikrofono sandarą, jo veikimo principus, galima panaudoti anatomijos pamokas nagrinėta mokomąja medžiaga apie ausies sandarą, anatominius garso suvokimo principus. Galimą paralelinę temų „Mikrofonas“, „Ausis“ turinio integraciją vaizduoja šeštasis paveikslas.



**6 pav.** Temų „Mikrofonas“, „Ausis“ grafai

Grafų-medžių metodas gali būti taikomas tarpdalykinio turinio projektų kūrimui. Pavyzdžiui, fizikos vadovėlyje<sup>10</sup> kiekvieno skyriaus pabaigoje pateikiami tarpdalykinio turinio projektai. Pirmojo fizikos skyriaus apie mechaninį judėjimą pabaigoje pateikiamas šis tarpdalykinio turinio projektas:

„Bendradarbiaudami su klasės draugais grupėse aptarkite įvairius judėjimo atvejus gyvojoje gamtoje:

- a) Pirmuonių judėjimas.
- b) Gyvūnų judėjimas (greičiausi, lėčiausi gyvūnai).

<sup>10</sup> Pečiuliauskienė P. (2012). Fizika 11–12. Judėjimas ir jėgos. Kaunas: Šviesa. Tarp skaičių visada turi būti ilgasis brūkšnyš be tarpų.

c) Judėjimas ląstelės, augalo, žmogaus viduje, įvairių organizmų medžiagos perneša.

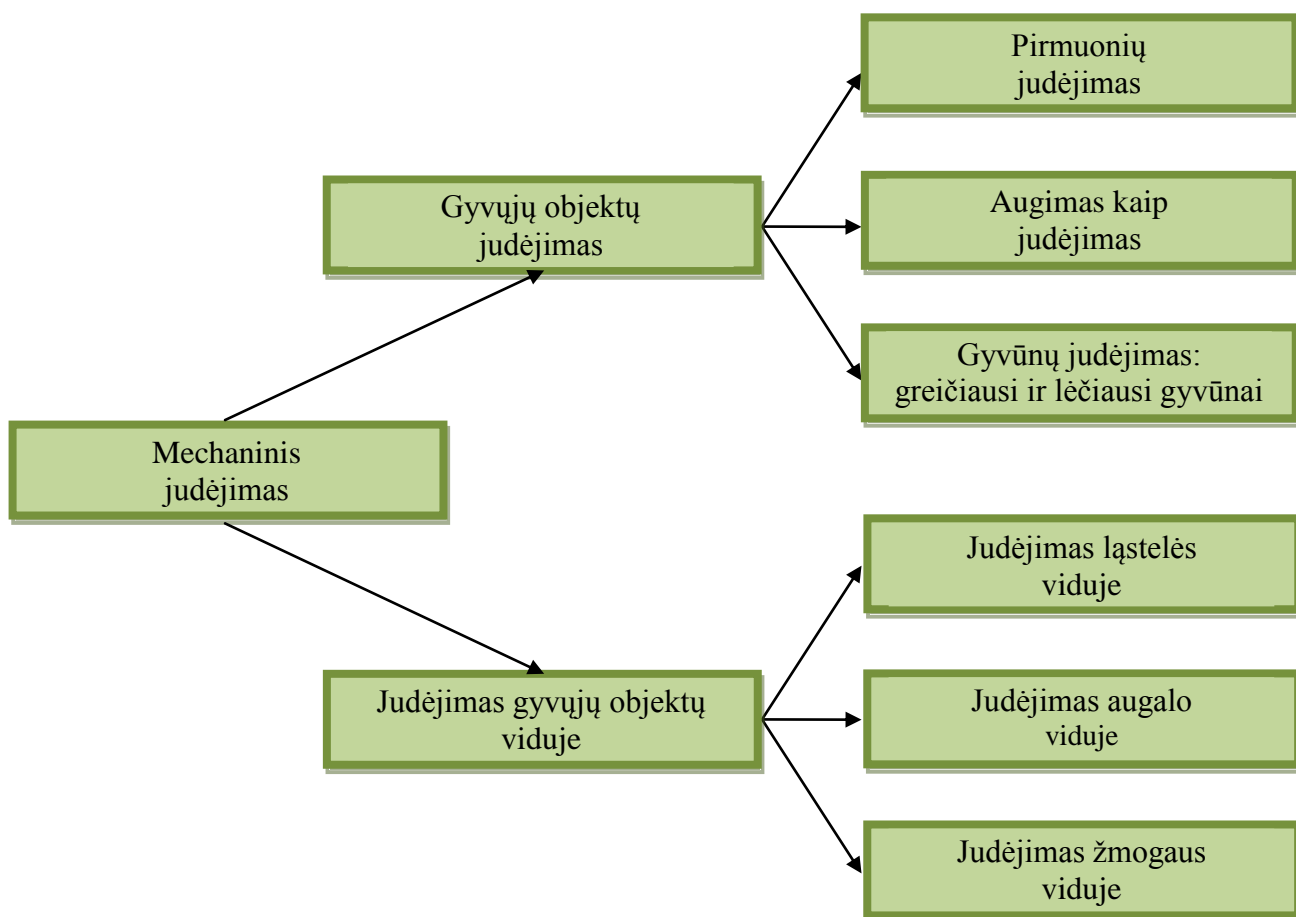
d) Augimas kaip judėjimas.“

Atlikus išsamią bendrųjų programų ir gamtamokslių dalykų vadovėlių analizę, buvo sukurtas medis-grafas (7 paveikslas).

Ieškant tarpdalykinių fizikos ir biologijos ryšių mechaninio judėjimo skyriuje, tikslinga nagrinėti gyvųjų organizmų judėjimą. Tai sudaro prielaidas pereiti prie gyvosios gamtos kinematikos – gyvųjų organizmų judėjimo. Gyvųjų organizmų pasaulis labai platus: nuo pirmuonių iki sudėtingų gyvųjų sistemų (gyvūnų, žmogaus). Projektuojant tarpdalykinio projekto turinį buvo pasirinkta tokia gyvųjų objektų klasifikacija: pirmuoniai, gyvūnai (greičiausi, lėčiausi), augalų judėjimas (augimas kaip judėjimas). Gyvosios gamtos kinematiką nuspręsta nagrinėti dviem požiūriais: gyvųjų organizmų judėjimas ir judėjimas gyvųjų organizmų viduje (7 pav.).

Fizikos vadovėliuose<sup>11</sup> esantys tarpdalykiniai projektai gali būti sėkmingai naudojami ne tik fizikos, bet ir biologijos, chemijos pamokose. Jie gali papildyti tarpdalykinius eksperimentus, atliekamus su skaitmeninėmis laboratorinėmis priemonėmis. Atliekant tarpdalykinio turinio projektus, mokiniais galima rekomenduoti savarankiškai sukurti grafus-medžius pagal tarpdalykinio projekto aprašymą. Ši metodika skatina išsiaiškinti užduoties sąlygą, atrasti įvairių užduotyje aprašomų reiškinių sąryšius, juos vizualizuoti.

Edukacinėje praktikoje dažnai taikomas idėjų žemėlapių metodas yra panašus į grafų-medžių metodą. Grafų-medžių metodas nuo idėjų žemėlapių metodo skiriasi griežtesne objektų klasifikacija, klasifikacijos loginiu pagrindimu ir jos pavaizdavimu (grafo-medžio šaknis, viršūnės, šakos).



7 pav. Mechaninio judėjimo grafas-medis. Fizikos ir biologijos tarpdalykiniai ryšiai.

### Klausimas refleksijai

<sup>11</sup> Pečiuliauskienė P. (2012). Fizika 11–12. Judėjimas ir jėgos. Kaunas: Šviesa  
Pečiuliauskienė P. (2012). Fizika 11–12. Makrosistemų fizika. Kaunas: Šviesa

Kokius metodus taikote vidinei, tarpdalykinei integracijai? Koks jūsų požiūris į grafų – medžių metodo taikymą tarpdalykinei integracijai?

### 1.9. PROBLEMINĖS SITUACIJOS TIRIAMOJOJE VEIKLOJE. EURISTINIS POKALBIS

Gamtamokslis tyrimus galima atlikti taikant aktyvius mokymosi metodus: diskusijas, didaktinius žaidimus, projektinę veiklą ir kitus. Šie metodai turi skatinti mokinių priimti sprendimus; analizuoti įvairius požiūrius, kontekstus; nagrinėti pateiktus klausimus; priimti ir patikrinti prielaidas; pateikti suprantamus ir pagrįstus argumentus; kurti ir patikrinti hipotezes, atlikti tyrimus.

Kiekvienas tiriamasis darbas prasideda mokslinės problemos atradimu. Problema – tai užduotis, kurios sprendimo rezultato mokiniai iš anksto nežino, bet turi pakankamai žinių ir įgūdžių, kad galėtų surasti sprendimo atsakymą ir būdą. Probleminių situacijų kūrimo prielaidos gali būti eksperimentus papildančiose užduotyse. Jų sprendimas susideda iš šių etapų: problemos formulavimas, problemos sprendimo planavimas, hipotezių kėlimas, hipotezių įrodymas, problemos sprendimo patikrinimas, problemos sprendinio siejimas su praktika. Pavyzdžiui, mokantis fizikos, probleminio turinio užduotis vadovėlyje gali būti formuluojama klausimu: *Kaip apskaičiuoti netaisyklingos formos kūno tūrį?* (Per matematiką mokiniai mokosi apskaičiuoti taisyklingos formos kūnų tūrį). Problemos sprendimo planavimas: *eksperimentinis būdas*. Hipotezė: *eksperimentiniu būdu galima išmatuoti netaisyklingų kūnų tūrį*. Hipotezės įrodymas: *naudojant menzurą, vandenį išmatuojamas akmenuko tūris*. Problemos sprendimo patikrinimas: *tomis pačiomis priemonėmis išmatuojamas trintuko tūris*. Problemos sprendinio siejimas su praktika: *namuose būtiniomis priemonėmis išmatuojamas šaukštelio, kiaušinio tūris*.

Probleminės situacijos skiriasi savo turiniu. Sudarant užduočių sistemą, turėtų būti į tai atsižvelgta. Pagal turinio pobūdį probleminės situacijos gali būti šios: netikėtumo, konfliktinės, spėjimo, neatitikimo, neigimo.

- Netikėtumo situacija – mokiniai supažindinami su reiškiniais, išvadomis, faktais, kurie sukelia nuostabą, atrodo neįprasti. Pavyzdžiui: *Žvaigždės matomos kaip taškeliai nakties danguje. Saulė – taip pat yra žvaigždė. Kodėl ji matoma dieną? Kodėl Saulė atrodo kitaip nei naktį matomos žvaigždės?*
- Konfliktinė situacija – nagrinėjami skirtingi požiūriai, dėsningumai, pasireiškiantys skirtingomis sąlygomis. Pavyzdžiui, nagrinėjant temą apie panaudoto branduolinio kuro panaudojimą, galima pasiūlyti mokiniams aptarti panaudoto branduolinio kuro neigiamas ir teigiamas savybes.
- Spėjimo situacija – iš vieno reiškinio spėjama, kad galimas kitas panašiais dėsningumais pasižymintis reiškinys. Pavyzdžiui, fizikinio turinio užduotis: *Iš rankų iškritęs trintukas krinta žemyn. Pagrįskite, ar kris beorėje erdvėje trintukas, plaukas, vandens lašelis?*
- Neatitikimo situacija – būtinė patirtis prieštarauja mokslo dėsniams. Dar viena fizikinio turinio užduotis: *Net ir nesimokęs fizikos, Domantas iš savo patirties žinojo, kad gatvės triukšmas kambaryje geriau girdimas pro atvirą langą. Tačiau, kai per fizikos pamoką mokytoja aiškino, jog stiklas mažiau sugeria garsą negu oras, berniukas sutriko. Kaip paaiškintumėte jam šį reiškinį?*

Problemines situacijas galima sukurti taikant euristinį pokalbį. Tai – kūrybinis metodas, skatinantis mokinių kritinį mąstymą, žadinantis aktyvumą pamokoje. Pagrindinis euristinio pokalbio įrankis – klausimas. Pagal santykį su mokomąja medžiaga klausimai gali būti atgaminamieji, mokomieji (priežastis – pasekmė), taikomieji, vertinamieji. Klausimai pagal mokinių kognityvinės veiklos lygį skirstomi į tikslaus atsakymo (*gebėti pasakyti; pakartoti; išvardyti; atpažinti; rūšiuoti; atkartoti; informuoti; aprašyti...*), interpretavimo (*gebėti paaiškinti; pateikti argumentus; nustatyti priežastis; iliustruoti*), pritaikymo (*gebėti naudoti; taikyti; konstruoti; spręsti; rūšiuoti...*), analizės (*suskaidyti į dalis; surasti ryšius, susieti, atskirti, klasifikuoti, grupuoti, palyginti, sisteminti, nustatyti kategoriją...*), sintezės (*gebėti kelti hipotezes,*



apibendrinti, argumentuoti; organizuoti; projektuoti; sukurti; paaiškinti priežastis...), vertinimo (priimti sprendimą; vertinti; pateikti argumentus už ir prieš; kritikuoti...). Neturi dominuoti į vieną kognityvinės veiklos lygį orientuoti klausimai, o ypač reikalaujantys tik tikslų faktinių žinių. Mokomojoje medžiagoje turėtų būti suformuluoti į įvairią kognityvinę veiklą orientuoti klausimai, skatinantys minčių vientisumą, apmąstymus, kūrybingumą.

### Klausimas refleksijai

Kokias problemines situacijas dažniausiai taikote gamtamokslinių dalykų edukacinėje praktikoje?

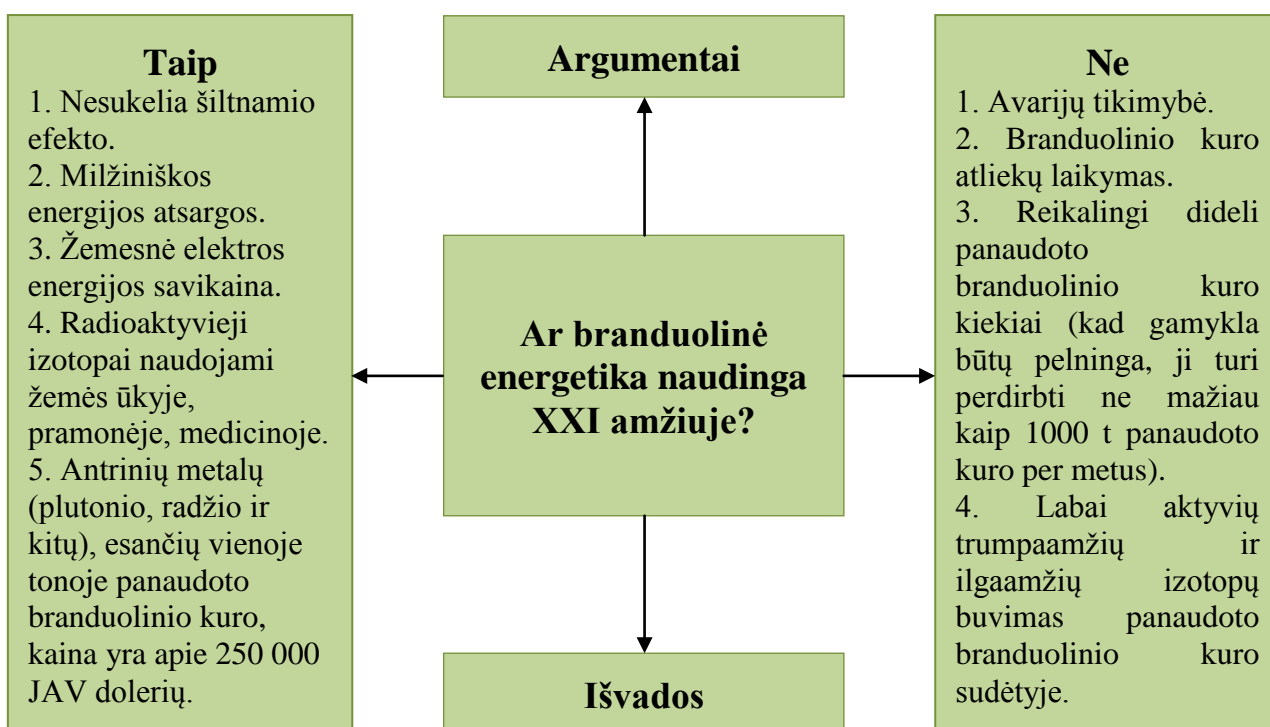
## 1.10. DISKUSIJOS TINKLO IR MOKYMO SI DIENORAŠČIO TAIKYMAS GAMTAMOKSLINIŲ DALYKŲ PAMOKOSE

Kiekvieną situaciją galima nagrinėti skirtingais požiūriais. Gilindamiesi į situacijos esmę pažįstame ir pripažįstame kitas nuomones. Gamtamokslis turinys turi savo specifiką, nes jis pasižymi tikslumu, vienareikšmiu sąvokų apibrėžimu. Todėl diskusijai gamtamokslinio turinio pagrindu lengviau pritaikyti taikomojo pobūdžio mokomąją medžiagą, o ypač apibendrinamojo, tarpdalykinio turinio. Fizikos vadovėliuose 11–12 klasei (autorė P. Pečiuliauskienė) kiekvienas fizikos skyrius baigiamas tarpdalykinio turinio tema. Ją nesunku pritaikyti nagrinėjamo skyriaus laboratorinių darbų papildymui taikant diskusijos tinklo metodą.

Taikant šį metodą skatinama įvairi mokinių veikla: skaitymas, rašymas, kalbėjimas, klausymas. Pirmasis diskusijos tinklo etapas – skaitymo. Mokiniais siūloma perskaityti apibendrinamojo tarpdalykinio turinio temą. Pavyzdžiui, *Branduolinės energetikos privalumai ir problemos* (Pečiuliauskienė P. Fizika 12. Išplėstinis kursas, p. 219). Suformuluojamas pagrindinis diskusijos klausimas: ar gali XXI amžiaus visuomenė išgyventi be branduolinės energetikos?

Antrasis diskusijos tinklo etapas – rašymo etapas. Mokiniai suskirstomi poromis. Jie raštu užpildo diskusijos tinklo formą (8 paveikslas). Užpildydami diskusijos tinklo formą mokiniai turi išdėstyti argumentus *Taip* ir *Ne* abiejose diskusijos tinklo lapo pusėse. Svarbu, kad abiejose pusėse būtų pateikta kuo daugiau svarbių teiginių.

Trečiasis diskusijos tinklo etapas yra kalbėjimo – rašymo etapas. Mokinių poros sugrupuojamos po dvi. Taip vienoje grupėje jau gali dirbti keturi mokiniai, jie turi suderinti



8 pav. Diskusijos tinklas *Branduolinė energetika*

skirtingų grupių požiūrius, papildyti diskusijos tinklo formą. Svarbu tai, kad mokiniai turi prieiti bendrą išvadą diskusijos tema ir ją užrašyti diskusijos tinklo apačioje.

Ketvirtasis diskusijos tinklo etapas – kalbėjimo. Mokinių grupės atstovai turi pateikti savo darbo rezultatus klasei. Kiekvienos grupės atstovas pristato klasei, kuo jų nuomonės grupėje diskutuojant išsiskyrė, kaip buvo prieita prie vieningos apibendrinančios išvados. Grupės atstovo pasisakymui siūloma skirti tris minutes.

Diskusijos pabaigoje mokiniai randa atsakymą į pagrindinį diskusijos klausimą. Mokiniai gali išsakyti savo požiūrį ir remtis kitų klasės draugų nuomonėmis. Mokiniai yra skatinami, kad prieš išsakydami savo požiūrį permąstyti priešingus faktus ir informaciją, remtąsi susistemintais argumentais. Atliekant laboratorinius darbus galima taikyti mokymosi dienoraščio (apmąstomojo rašymo) metodą. Šis metodas sudaro galimybę mokiniams panagrinėti savo pačių mokymosi kelią. Edukologų manymu (D. Buehl, 2001)<sup>12</sup>, mokiniai sunkiai atsako į kasdieninį klausimą „Ko šiandien mokykloje mokėtės?“. „Vaikai į tokius kasdieninius klausimus atsako neryžtingai, gūžčiodami pečiais ir kažką miglotai aiškindami. Mokiniams sunku prasmingai apibendrinti tai, ką mokosi...“ (Interaktyviojo mokymosi strategijos, p.76).

Prieš taikant šį metodą svarbu pasikalbėti su mokiniais apie gebėjimo reikšti mintis raštu svarbą. Tik gerai suprantant reiškinį, lengva reikšti mintis raštu. Laboratorinių darbų sąsiuvinuose galima skirti vietas mokymosi dienoraščiui. Mokymosi dienoraštis – tai laisvi, nenugludinti sakiniai. Dienoraščio rašymas neturėtų kelti jokios vertinimo baimės, jis turėtų būti skirtas saviraiškai. Sistemingai taikant mokymosi dienoraščio metodą, jis turėtų tapti sudedamąja eksperimento dalimi. Mokymosi dienoraščio metodas skatina įsivertinti savo patirtį, reflektuoti mokymosi procesą, o tai yra svarbūs mokėjimo mokytis kompetencijos gebėjimai.

D. Buehl (2001) duomenimis, šis metodas tinkamas atliekamo eksperimento arba situacijos rezultatams numatyti, nuomonei apie mokymosi objektą išreikšti, stebėjimams (pavyzdžiui, atliekant gamtamokslinius eksperimentus) fiksuoti, palyginti, kaip pasikeitė dalyko supratimas, kokia padaryta mokymosi pažanga.

### **Klausimas refleksijai**

Kuo diskusijos tinklo metodas skiriasi nuo diskusijos metodo? Kurį metodą lengviau taikyti gamtamokslių dalykų pamokose?

---

<sup>12</sup> Buehl D. (2001). Interaktyviojo mokymosi strategijos. Vilnius: Garnelis.

## II. KOMPIUTERINIS EKSPERIMENTAS

### 2.1. KOMPIUTERIZUOTOS MOKYMO SISTEMOS GAMTAMOKSLINIAM UGDYMIUI

Informacinės technologijos (IT) tampa neatsiejama ugdymo sistemos dalimi, nes suteikia daug platesnes galimybes tiek mokytojui organizuojant mokymo procesą, tiek mokiniui siekiant geresnių mokymosi rezultatų. Pastaraisiais metais spartus kompiuterinių sistemų tobulėjimas bei didelės investicijos į mokyklų aprūpinimą kompiuteriais ir komunikacijomis sudarė sąlygas vis plačiau naudoti IT metodus. Dėl to vis daugėja mokytojų, gebančių parengti ir savo mokomąją, ir mokiniui skirtą mokymosi medžiagą. Atlikti tyrimai akivaizdžiai rodo, kad kompiuterį ilgiau naudojančių mokinių pasiekimai yra ženkliai aukštesni nei tų mokinių, kurie kompiuterį naudoja nedaug<sup>13,14</sup>. Todėl šiandien keliamas klausimas ne ar technologijos padeda gerinti mokinių pasiekimus, bet kaip keisti mokymo(si) praktiką, kad informacinių technologijų naudojimas ugdymo procese būtų prasmingas.

Didėjantys informacijos, tiek susijusios su dalykinėmis žiniomis, tiek su programine įranga, srantai mokytojo kompetencijos palaikymą paverčia sudėtingu kasdieniu darbu. Lietuvoje iki šiol trūksta konkrečių metodikų, gerosios praktikos pavyzdžių ir rekomendacijų integruoto ugdymo problemai spręsti. Jau daugiau kaip dešimtmetį vykdoma mokyklų kompiuterizavimo programa, kurios dėka mokyklose sparčiai gausėja kompiuterių, mokomųjų kompiuterinių priemonių ir kitų šiuolaikinių technologijų. Tačiau šioje programoje nėra sukurta detalių sisteminių rekomendacijų, metodinių ir organizacinių priemonių, kaip integruoti šiuolaikines IT priemones mokomųjų dalykų mokymo(si) procese<sup>15</sup>.

Tai rodo, kad didelės investicijos į IT (aprūpinimas internetu paslaugomis, kompiuteriais ir kitomis mokomosiomis priemonėmis) neužtikrina ugdymo proceso ir mokinių pasiekimų pagerėjimo efekto. Viena iš to priežasčių yra tai, kad mokytojams dalykininkams, tame tarpe gamtos mokslų mokytojams, trūksta tiek bendrosios kompetencijos šiuolaikinių IT srityje, tiek metodinio patyrimo kaip veiksmingai taikyti IT ugdymo procese. Darbas su elektroniniu turiniu iškelia aukštus reikalavimus mokytojo kompetencijai:

1. Neretai šiuolaikiniai moksleiviai apie vaizdo techniką, informacines technologijas išmano daugiau negu mokytojas. Šiandien mokytojas turi nuolat atnaujinti savo IT žinias.
2. Nepakanka būti tik savo dalyko žinovu. IT metodai verčia keisti savo darbo stilių, įvairinti mokymosi metodus, savarankiškai siekti žinių, tradicinę mokymą keisti naujais, skatinančiais dirbti darbo metodais, organizuoti moksleivių mokymąsi.
3. Išmanyti ne tik tradicinę programinę įrangą (teksto apdorojimui, demonstravimui, interneto naršyklė, elektroninio pašto programa), bet ir specializuotą programinę įrangą, naudojamą konkreitiems ugdymo turinio uždaviniams spręsti.

IT naudojimo gamtos mokslų dalykų mokyme tikslai gali būti suskirstyti į tokias plačias sritis: informacijai gauti, demonstravimui, įgūdžių formavimui bei lavinimui, žinių ir įgūdžių patikrinimui bei vertinimui, kūrybiniais darbais atlikti. Nors kiekvienai iš šių sričių siūlomas platus programinės ir techninės įrangos spektras, tačiau siekiant palengvinti mokytojui darbą su elektroniniu turiniu vis dažniau pasaulinėje praktikoje pereinama prie vieningų, kompiuterizuotų sistemų naudojimo. Tokių sistemų naudojimas jau tapo nusistovėjusia praktika rengiant kompiuterizuotų eksperimentų metodikas. Daug tiekėjų (PASCO<sup>16</sup>, Leybold Didactic<sup>17</sup>, Fourier

<sup>13</sup> Are the New Millennium Learners Making the Grade? Technology Use and Educational Performance in PISA. OECD, 1. 2010.

<sup>14</sup> [http://www.smm.lt/svietimo\\_bukle/docs/pr\\_analize/sv\\_problema\\_7.pdf](http://www.smm.lt/svietimo_bukle/docs/pr_analize/sv_problema_7.pdf).

<sup>15</sup> Denisovas V., ir kt. Kitų šalių patirtis kuriant integruotą gamtos mokslų turinį IKT pagrindu analizė, Tyrimo ataskaita, Klaipėda, 2007.

<sup>16</sup> [www.pasco.com](http://www.pasco.com)

<sup>17</sup> <http://www.ld-didactic.de/index.php?id=2&L=2>

education<sup>18</sup>, PHYWE<sup>19</sup>) siūlo kompiuterizuotas laboratorines sistemas įvairių fizikinių, cheminių, biologinių eksperimentų atlikimui, duomenų analizei bei vizualizavimui.

Šių sistemų pagrindas yra sąsaja su kompiuteriu bei programinė įranga. Prie šios sąsajos jungiami įvairūs įrenginiai – jutikliai, kurie yra matavimo prietaisų analogai, tik jų rodmenys atvaizduojami ne prietaiso ekrane, o kompiuterio monitoriuje. Tuo būdu matavimo duomenys patenka tiesiogiai į kompiuterį, kur gali būti įvairiai analizuojami, atvaizduojami grafiškai ir pan.

Dažnai kompiuterinė sąsaja yra atskiras įrenginys, jungiamas prie kompiuterio (PASCO, Leybold Didactic, PHYWE), tačiau tokios sistemos mokymo procese turi eilę trūkumų: tenka prižiūrėti įprastą ir operacinę sistemą, ir prie jos priderinti prijungiamą sąsają; tokią sistemą sudėtinga transportuoti ir naudoti mobiliems eksperimentams; tenka papildomai ieškoti sprendimų organizuojant vieną ar kitą eksperimentą.

Tokių trūkumų neturi mobilios kompiuterizuotos sistemos, kurios pritaikytos aktyviam eksperimentavimui (pavyzdžiui, NOVA5000-data-logger). Jutiklių prijungimą gamintojas pilnai suderina, o programinė įranga atlieka visas funkcijas, kurių gali prireikti mokytojui ar mokiniui darbo eigoje: įdiegta eksperimentų valdymo, duomenų gavimo ir duomenis užrašanti įrangą, prijungiamos skaitmeninės video kameros ir kita įranga duomenų fiksavimui; skaičiuoklės (arba kita dialoginę duomenų apdorojimo sistema) ir diagramų vaizdavimo priemonės, grafiniai paketai; duomenų apdorojimo (tvarkymo, valdymo) ir analizės įranga, neretai ir GIS; imitavimo ir modeliavimo priemonės ir animacija; multimedia priemonės; numatyta prieiga prie mokymosi objektų, jų saugyklų, elektroninių informacinius šaltinių, interneto svetainių, duomenų bazių ir kt. Tokia sistema kompiuterinė sistema sudaro sąlygas organizuoti tyrimais grindžiamą gamtos mokslų mokymą (Inquiry Based Science Education).

Tuo būdu, siekiant pritaikyti IT gamtamokslinio ugdymo gerinimui, galima apibrėžti tris sąlygas, kurios tiesiogiai parodo įgyvendinimo kelius: 1) skaitmeninio turinio sistema (pavyzdžiui, NOVA); 2) mokymo(-si) išteklių (parengta eksperimentavimo metodika); 3) mokytojų kvalifikacijos IKT srityje kėlimas.

## 2.2. NOVA

### 2.2.1. NOVA5000 PASKIRTIS IR SANDARA

Skaitmeninė kompiuterinė laboratorija Nova5000 skirta fizikos, chemijos, biologijos laboratoriniams darbams mokykloje atlikti. Kiekvieną laboratoriją sudaro mobilus eksperimentų duomenų fiksavimo, kaupimo ir analizės įrenginys – mini kompiuteris ir jutiklių rinkinys, kurie skirti eksperimentų metu kintančių dydžių registravimui bei jų perdavimui į mini kompiuterį.

Mini kompiuteryje visi eksperimento metu užregistruoti duomenys atvaizduojami lentelėse ir grafikuose arba pateikiami kitu pasirinktu būdu: gali būti rodomos įvairių matavimo prietaisų matavimo vertės fiksuojančios skalės, dydžių kitimas eksperimento metu, spalvomis ar kitaip palyginami matavimo duomenys. Grafikai, diagramos ir eksperimento vaizdo įrašas ekrane gali būti demonstruojami vienu metu.

#### 2.2.1.1. KOMPIUTERINĖS LABORATORIJOS SAVYBĖS

Mini kompiuteris: architektūra ARM, RAM atmintis 128 MB. Mini kompiuteris komplektuojamas su 2 GB SD kortele. Mini kompiuteris atsparus drėgmei, mechaniniams poveikiams, aptakios formos, lengvai paruošiamas darbui. Mini kompiuteris valdomas jo ekraną liečiant lazdele, taip pat galima naudoti išorinę klaviatūrą ir pelę. Mini kompiuteris pritaikytas naudojimui horizontalioje ir vertikalioje padėtyje (korpuse įmontuota atrama). Mini kompiuteris turi 17,50 cm. įstrižainės TFT LCD prisilietimams jautrų ekraną, kurio raiška 800x600 taškų. Kompiuteryje yra 3 USB jungtys, 1 vidinė RJ45 tinklo jungtis 10/100 Mbps; VGA (D-sub 15 pin)

<sup>18</sup> <http://fourieredu.com/store/products/nova5000-data-logger/>

<sup>19</sup> <http://www.phywe.com/313>

išvestis projektoriaus /monitoriaus pajungimui, atminties kortelės jungtis. Yra integruotas WiFi 802.11b/g. Mini kompiuteryje integruotos 4-ios jutiklių jungtys, jutikliai atpažįstami automatiškai. Mini kompiuteryje integruotas vienas garsiakalbis, jungtis ausinių ar išorinių garsiakalbių prijungimui (stereo), jungtis mikrofonui. Įrenginys sukomplektuotas su prijungiamą sulietuvinta klaviatūra ir kompiuterine pele. Kompiuteris turi integruotą maitinimo šaltinį. Sukomplektuotas su kompiuterio baterija įgalinančia nepertraukiamai dirbti (neprijungus prie kito maitinimo šaltinio) 6 valandas. Komplekte yra baterijos pakrovėjas. Maitinimo įtampa  $220-240 \pm 15\% \text{ V}$ ,  $50/60 \text{ Hz} \pm 3 \text{ Hz}$ . Mini kompiuterio svoris (su baterijomis) 1,2 kg. Yra mini kompiuterio ir jutiklių nešiojimo krepšys, pritaikytas darbui „lauke“ t.y. galima, neišėmus mini kompiuterio iš krepšio, atlikti eksperimentus lauke.

### 2.2.1.2. ĮDIEGTA PROGRAMINĖ ĮRANGA

Windows CE.NET 5.0 Programa skirta video failų peržiūrai (Windows Media Player 9), programa PDF formato failų, paveikslėlių peržiūrai, programa pristatymų kūrimui bei redagavimui, teksto redaktorius, darbo su lentelėmis (Plan Maker ) (alternatyvus Exel), elektroniniam paštui Inbox, internetinė naršyklė. Yra programinė įranga MultiLab laboratorinių darbų atlikimui (lietuvių kalba), kuri turi šias funkcijas: leidžia vienu metu valdyti ne mažiau kaip 8 sensorius, įrašyti iš jų gaunamus duomenis; nustatyti matavimų dažnį ir matavimų kiekį kiekvienam atliekamam bandymui; pateikia grafiškai ir skaitmenimis išreikštą matuojamų duomenų informaciją; programa leidžia analizuoti grafinius duomenis; leidžia pasirinkti bet kurią kombinaciją iš keturių langų, tokių kaip matuojamų duomenų grafiko, duomenų lentelės, video vaizdo ir programų Meniu; programa turi duomenų analizės funkcijas (išvestinė ir integralas);• leidžia peržiūrėti pilnai sinchronizuotus (vaizdu bei garsu) nufilmuotus bandymus su bandymo metu gautais matavimo duomenimis; eksportuoja duomenis į Plan Maker (alternatyva Exel).

### 2.2.1.3. NOVA5000 JUTIKLIŲ RINKINYS

Kartu su mini kompiuteriniu laboratorijos įrenginiu komplektuojami šie jutikliai:

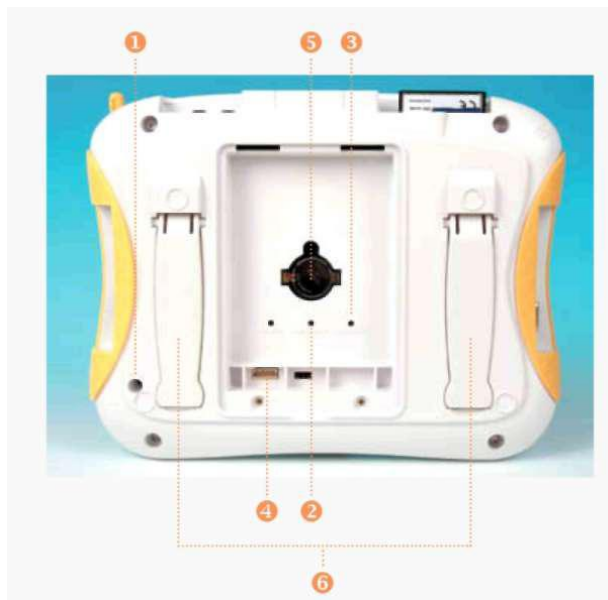
1. Nuotolio jutiklis DT020-1 Nustato atstumą tarp jutiklio ir objekto. Matavimo ribos nuo 0,2 iki 10 m.
2. Pagreičio jutiklis DT138 Matavimo ribos  $\pm 49 \text{ m/s}^2$ .
3. Jėgos jutiklis DT 272 dviejų matavimo diapazonų. Matavimo ribos  $\pm 50 \text{ N}$  ir  $\pm 10 \text{ N}$ .
4. Slėgio jutiklis DT015-1 Matavimo ribos nuo 0 iki 700 kPa.
5. Santykinės drėgmės jutiklis DT014 Matavimo ribos nuo 0 iki 100 %.
6. Nuolatinės ir kintamosios įtampos. jutiklis DT019 Siūlomas daviklis trijų matavimo ribų, kurių matavimo ribos  $\pm 1\text{V}$ ,  $\pm 10\text{V}$  ir  $\pm 25\text{V}$ .
7. Nuolatinės srovės stiprio jutiklis DT005 Matavimo ribos  $\pm 2,5 \text{ A}$ .
8. Magnetinio lauko indukcijos jutiklis - dviejų diapazonų - DT156 Matavimo ribos  $\pm 0,2\text{mT}$  ir  $\pm 10 \text{ mT}$ .
9. Apšviestumo jutiklis (matomos šviesos) trijų diapazonų- DT009-4 Matavimo ribos nuo 0 – 600 lux, 0 – 6000 lux, 0 – 150 000 lux.
10. Garso bangų dažnumo jutiklis (mikrofonas) DT008. Matavimo ribos nuo 35 Hz iki 10 000 Hz.
11. pH matuoklis DT016A Matavimo ribos nuo 0 iki 14 pH, matavimo temperatūra nuo 0 laipsnių C iki 50 laipsnių C.
12. Deguonies jutiklis DT222A Matavimo ribos nuo 0 iki 25 % O<sub>2</sub>.
13. Anglies dioksido nustatymo jutiklis DT040 Matavimo ribos nuo 350 iki 5000 ppm<sub>2</sub>.
14. Temperatūros jutiklis DT029 Matavimo ribos nuo – 25 iki + 110° C. Komplektas pilnai paruoštas darbui – jame yra visi reikalingi laidai, papildomi įrengimai ir priedai.

## 2.2.2. NOVA 5000 IŠORINĖS JUNGTYS IR VALDYMAS

Nova 5000 išorėje išdėstyta daug valdymo elementų, kuriuos trumpai aptarsime. Priekinėje pusėje (1 pav.) yra įjungimo mygtukas, kurį reikia paspaudus palaikyti 4 sekundes, norint įjungti sustabdymo būseną; norint baigti operaciją reikia vėl paspauskite mygtuką. Valdyti Nova 5000 per jutiminių ekraną (2) galima ir naudojant valdymo lazdele (3), kuri yra laikiklyje prietaiso korpuse. Naudojamiesi valdymo lazdele galima įvesti informaciją ekrane. Galios būseną rodo galios lemputės (5).



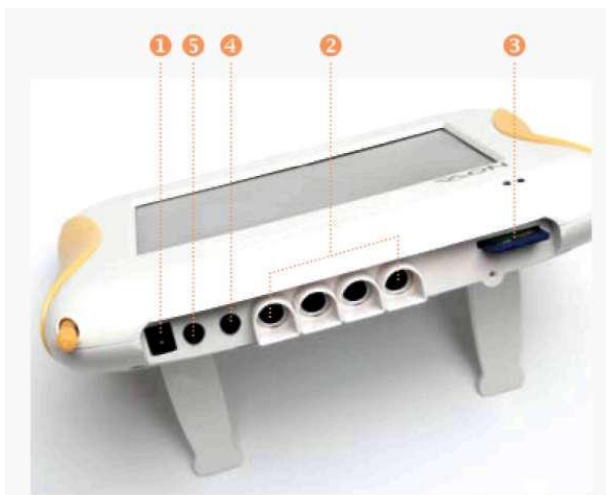
**1 pav.** Priekinė Nova 5000 pusė: 1 – įjungimo mygtukas, 2 – LCD jutiminis ekranas, 3 – valdymo lazdele, 4 – garsiakalbis, 5 – būsenos lemputės.



**2 pav.** Užpakalinė Nova 5000 pusė: 1 – išorinis perkrovimo mygtukas, 2 – vidinis perkrovimo mygtukas, 3 – OS atnaujinimo mygtukas, 4 – maitinimo elemento jungtis, 5 – ličio baterija, 6 – kairė ir dešinė kojelės.

Užpakalinėje pusėje (2 pav.) išdėstyti tokie kompiuterio elementai: išorinis (1) ir vidinis (2) perkrovimo mygtukas skirti perkrauti Windows CE operacinei sistemai, taip pat operacijų sistemos atnaujinimo mygtukas (3). Užpakalinėje pusėje taip pat montuojama ličio baterija (5), kuri jungiama į jungtį (4). Dvi kojelės (5, 6) leidžia patogiai pastatyti Nova 5000 ant lygaus paviršiaus.

Viršutinėje Nova 5000 pusėje (3 pav.) išdėstyti keturi jutiklių lizdai (2), atminties kortelės (3), garsiakalbio jungtis (4) ir mikrofonas (5) bei maitinimo pakrovimo lizdas (1). 4 paveiksle parodyti Nova 5000 šonai, kur matyti šoninės dalys, kuriose matyt pagrindinė USB jungtis (1), kuri naudojama Nova 5000 prijungimui prie kompiuterio ir failų perkėlimui. Prie jungčių (2) gali būti prijungti klaviatūra, pelė ar spausdintuvas. Per CRT jungtį (3) Nova 5000 gali būti prijungta prie išorinio ekrano ar projektoriaus. Įrenginys taip pat turi Interneto jungtį (4).



**3 pav.** Viršutinėje Nova 5000 pusėje išdėstyti jutiklių lizdas (2), atminties kortelės (3), garsiakalbio jungtis (4) ir mikrofonas (5) bei maitinimo pakrovimo lizdas (1).



**4 pav.** Nova 5000 šonuose yra USB jungtis (1,2), CRT jungtis (3) bei interneto jungtis (4).

### 2.2.3. NOVA 5000 EKSPERIMENTŲ ATLIKIMAS SU MULTILAB

Nova 5000 eksperimentavimo aplinkos trumpą įvadą anglų kalba galima rasti gamintojo tinklapyje<sup>20</sup>. Šiame dokumente trumpai, bet iš esmės supažindinama su svarbiausia programine įranga, naudojama šiame mini kompiuteryje: MultiLab CE, Softmaker, textMaker, Presentations, Internet Explorer, Inbox, Image Viewer, PocketXpdf, Windows media Player, Nova Paint, NZip, Sound Recorder, CalcCE bei keletas eksperimento atlikimo pavyzdžių. Šių programų pavadinimai atitinka įprastus kompiuteriuose naudojamus programinius įrankius, todėl jų paskirtis skaitytojui turėtų būti numanoma pagal anglišką programinės įrangos pavadinimą.

Atsižvelgiant į Nova 5000 galimybes, sukurta speciali Windows CE versija su MultiLab programine įranga, kurią palaiko Nova 5000. Naudojant 4 daviklių jungtis galima prijungti vienu metu iki 8 iš 50 galimų jutiklių. Tiek pačios OS, tiek Multilab atnaujinimus galima rasti žemiau nurodytuose tinklapiuose<sup>21</sup>.

MultiLab sukurta taip, kad galėtų atlikti įvairias su eksperimentu susijusias užduotis: rinkti ir rodyti duomenis realiuoju laiku; pateikti duomenis grafikuose, lentelėse; analizuoti duomenis naudojant specialias programas; importuoti ir eksportuoti duomenis kaip failus; stebėti vaizdo failus peržiūrėti eksperimentus.

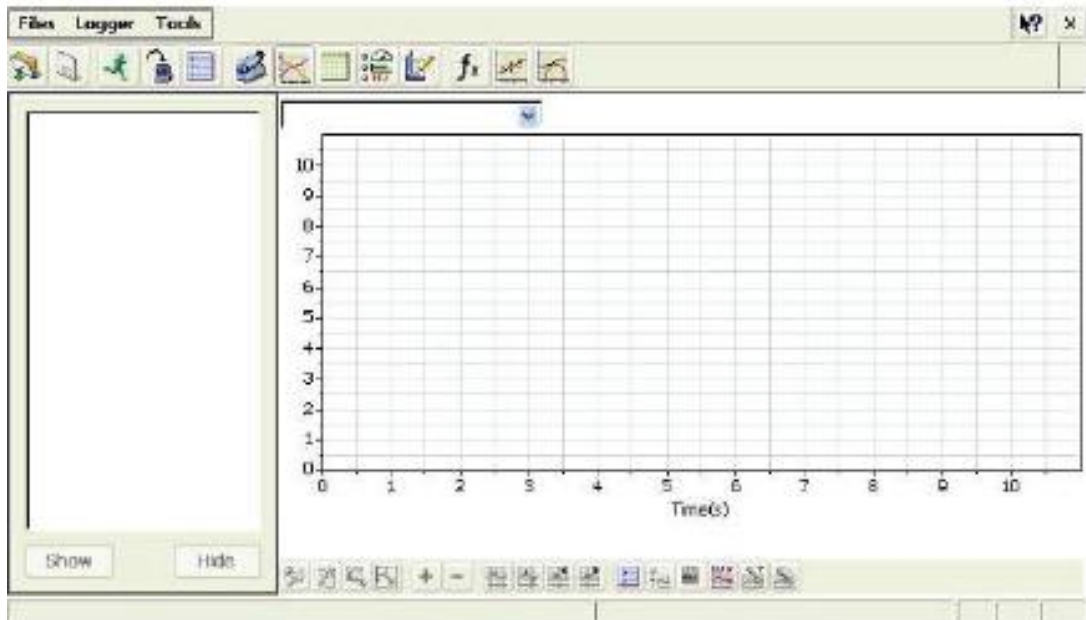
Trumpai aptarsime eksperimentavimo eigą naudojant Nova 5000.

#### 2.2.3.1. MATAVIMO ATLIKIMAS



1. Pirmiausia paleidžiame MultiLab CE programą: *Start* → *Programs* → *Science and math* → *Multilab*. Nuorodą į šią programą galite rasti ir pagrindiniame lange. Turėtų pasirodyti pagrindinis MultiLab langas, kuris parodytas 5 paveiksle.

<sup>20</sup>Nova 5000 eksperimentavimo aplinkos trumpas įvadas (anglų k.), [http://fourieredu.com/fwp/wp-content/uploads/support-downloads/nova5000support/introduction\\_to\\_nova5000\\_learning\\_environment.pdf](http://fourieredu.com/fwp/wp-content/uploads/support-downloads/nova5000support/introduction_to_nova5000_learning_environment.pdf).

<sup>21</sup> Nova 5000 operacijų sistemos binariniai atvaizdai, <http://fourieredu.com/support/nova5000-support/nova5000-os-images> arba Windows CE reinstaliavimo failai <http://www.mokslotechnologijos.lt/nova-5000-mobili-laboratorija>.



5 pav. MultiLab pagrindinis langas.

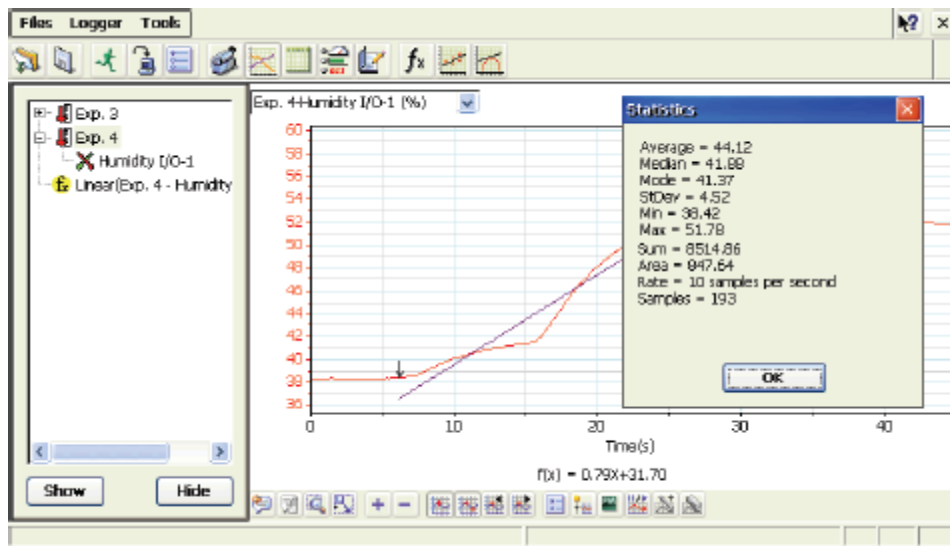
2. Įjungiamo matavimui pasirinktą jutiklį į jam skirtą Nova 5000 lizdą. Visada pradėdame nuo 1 lizdo. Jei pirmas jutiklis įjungtas ne į 1 lizdą, tuomet Nova 5000 jo nepažins. Antrasis jutiklis turėtų būti jungiamas į antrą lizdą ir t.t.
3. Pagrindiniame MultiLab meniu pasirinkite: *Logger* → *Setup* arba paspauskite ikoną *Setup* , kuri atvers *Setup* dialogo langą. Jame galite matyti, kad temperatūros daviklis yra atpažintas – *Auto-identified*. Galite naudoti numatytuosius parametrus arba galite juos pakeisti. Spauskite *OK*, jei naudosite numatytuosius.
4. Spauskite ikoną *Run*  norėdami pradėti matavimą. Kaupiami duomenys bus atvaizduojami grafike realiuoju laiku. Temperatūros jutiklį įkiškite į šaltą, o paskui į karštą vandenį. Grafikas rodytų, kaip keičiasi temperatūra.
5. Eksperimentas baigiamas, kaip apspaudžiamas *Stop* ženklelis arba kai užpildomas duomenų kaupimui skirtas atminties segmentas. Jo tipinis dydis būna nustatytas prieš eksperimentą (predifined), norint jį galima pakeisti.

### 2.2.3.2. DUOMENŲ ANALIZĖ

6 paveiksle parodytas MultiLab langas su atliktais eksperimentais. Kairiajame lange matyti, kad buvo atlikti keli eksperimentai. Analizei pasirenkame vieną jų.

6. Atliksime statistinę duomenų analizę. Pasirinkite du žymeklius grafike paspaudę ant žymeklių ikonų. Žymeklius galima perkelti spustelėjus ant jų.
7. Tuomet pasirinkite *Tools* → *Analysis* ir regresijos tipą. Duomenys rodomi standartinėje formoje po grafiku. Atkreipkite dėmesį, kad žemiau grafiko atsirado tiesės lygtis, atitinkanti pasirinktą duomenų intervalą.





6 pav. MultiLab eksperimento duomenų analizė.

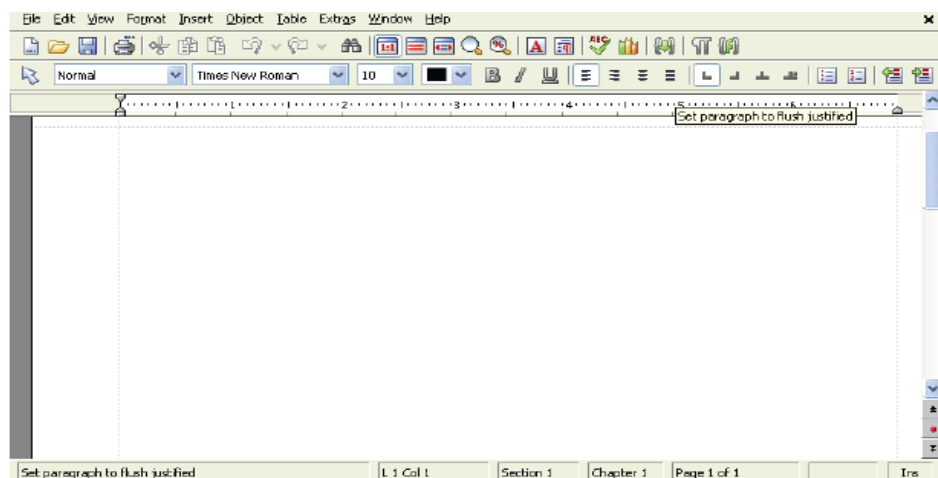
### 2.2.3.3. DUOMENŲ ĮRAŠYMAS

Tiek duomenis, tiek grafikus galima įrašyti ar eksportuoti į failų saugyklą arba perkelti į išorinį įrenginį – USB raktą. Įrašytų duomenų formatas suderinamas su įprastais darbui naudojamais formatais, pavyzdžiui, MS Excel.

### 2.2.4. KITI NOVA 5000 PROGRAMŲ ĮRANKIAI

Teksto, skaičiuoklės ir prezentacijų rengimo įrankiai yra įprastos kompiuterio programos. Atidarytas TextMaker lankas parodytas 7 paveiksle. Nedidelės apimties tekstams įvesti galima klaviatūrą ekrane, kurią galima suaktyvinti paspaudus žymę dešiniame apatiniame kampe. Šioje klaviatūroje galite aptikti ir lietuvišką raidyną. Suprantama, didesnės apimties tekstams įvesti tokia klaviatūra nepatogi, tačiau galima prijungti originalias Nova 5000 mini klaviatūrą ir mini pelę.

Išsamios tiek Textmaker, tiek kitų programinių įrankių pilni vartotojo vadovai yra pateikiami gamintojo tinklapyje<sup>22</sup>.



7 pav. Teksto redagavimo programos TextMaker langas.

<sup>22</sup> NOVA 5000 support, <http://fourieredu.com/support/nova5000-support/>



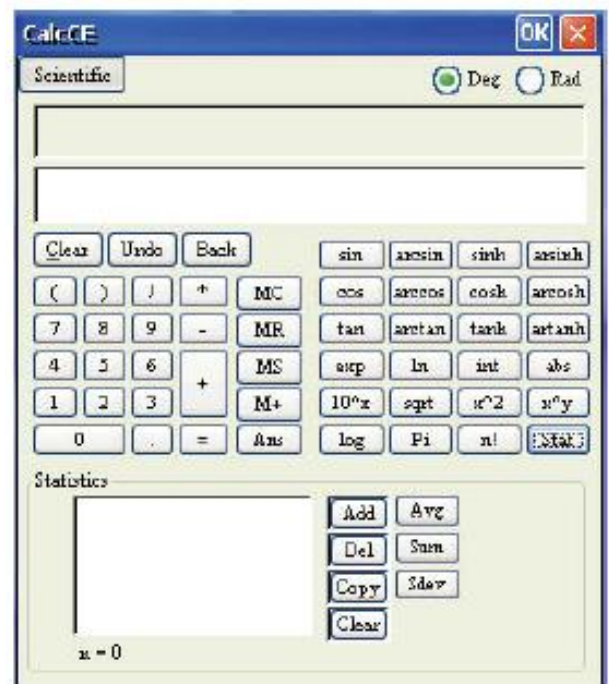
**8 pav.** Mini klaviatūra ir mini pelė – patogesnės priemonės dirbti su didesnės apimties tekstais.

Viena iš įdomesnių ir naudingų įdiegtų programinių įrankių yra skaičiuotuvas (9 pav.), kuris paleidžiamas tokia seka: *Start* → *Program* → *Science & Math* → *CalcCE*. Skaičiuotuvas gali būti įjungiamas į tris pozicijas: pagrindinę (*basic mode*), mokslinę (*scientific*) ir statistinę (*statistics mode*).

### 2.2.5. BŪDINGOS JUTIKLIŲ CHARAKTERISTIKOS

Kaip jau minėta, prie Nova 5000 galima prijungti iki 50 įvairių jutiklių. Standartinį komplektą sudaro 14 jutiklių, kurių dauguma skirti fizikiniams matavimams. Įgyvendinant projektą „Technologijų, gamtos mokslų ir menų mokymo infrastruktūra“ buvo nupirkta dar antra tiek specializuotų jutiklių, kurie daugiausia skirti cheminiams, biologiniams ar aplinkotyrimams matavimams, pavyzdžiui, širdies ritmo jutiklis DT155A, kalcio elektrodas AC019A, dirvožemio drėgmės jutiklis DT171A.

Šiame aprašyme pateiksime dviejų jutiklių savybių ir jų naudojimo būdingus bruožus, kitų jutiklių charakteristikos ir prijungimas prie Nova 5000 yra panašūs.



**9 pav.** Skaičiuotuvas gali būti naudinga Nova 5000 įrankis įvairiems skaičiavimams atlikti.

#### 2.2.5.1. ATSTUMO JUTIKLIS DT020-1

Atstumo matuoklis skirtas matuoti atstumą tarp jutiklio ir objekto 0,2 iki 10 m intervale. Šio jutiklio pagalba matavimo duomenys gali būti užfiksuojami 50 kartų per sekundę, todėl jį galima naudoti objekto judėjimo eksperimentams atlikti. Jutiklis tiekiamas su tvirtinimo strypu (10 pav.).

Atstumo jutiklio veikimas pagrįstas sonarinių sistemų veikimo principu. Jame yra įmontuoti ultragarso siųstuvai ir imtuvai. Prie garsiakalbio yra prijungtas kondensatorius, kuris pastoviai įsikrauna ir išsikrauna. Įsikrovimo ir išsikrovimo dažnį pasirenka naudotojas. Kondensatoriaus išsikrovimo metu garsiakalbis išspinduliuoja ultragarso impulsą, kuris pasiekęs artimiausią objektą atsispindi nuo jo ir grįžta į jutiklį. Procesorius esantis jutiklio viduje, priklausomai nuo ultragarso impulso trukmės kelyje, apskaičiuoja atstumą iki objekto.

Kadangi jutiklis pasižymi dideliu srovės suvartojimu, rekomenduojama atlikti matavimus su įjungtų išoriniu maitinimo šaltiniu. Matuojamas objektas būtų ne arčiau nei 20 cm iki atstumo jutiklio ir turėti kuo didesnę plokščią atspindintį paviršių. Jeigu paviršius pasižymi nesimetrišku atspindžiu, tai ultragarso bangos gali atsispindėti į kitą pusę, nei yra imtuvas. Atstumo jutiklis išmatuos atstumą iki arčiausiai esančio objekto, kuris patenka į jutiklio veikimo zoną (matymo kampą).



**10 pav.** Atstumo jutiklis DT020-1 su tvirtinimo strypu.

1 lentelė

#### Atstumo jutiklio specifikacijos

|   |   |
|---|---|
| Diapazonas:                             | 0,2 m – 10 m  |
| Tikslumas:                              | 2 % nuo viso diapazono  |
| Skiriamoji geba (12 bit):               | 2,44 mm   |
| Duomenų nuskaitymo dažnis:              | Iki 50 matavimų per sekundę.  |
| Imtuvo matymo (veikimo) kampas:         | Nuo $\pm 15^\circ$ iki $\pm 20^\circ$   |
| Matavimo charakteristikos:              | Parodo poziciją, greitį ir pagreitį.  |
| Duomenų registravimo įrenginio įėjimas: | Skaitmeninis  |
| Jutiklio naudojimo rekomendacijos:      | Galima naudoti kai prie duomenų registravimo įrenginio prijungtas AC/DC įtampos šaltinis. |

Jutiklis yra sukalibruotas ir paruoštas naudojimui. Jis naudojimas su Nova5000 ir MultiLab programine įranga tokia seka:

- 1) Paleisti MultiLab CE programinę įrangą.
- 2) Prijungti atstumo jutiklį prie Nova5000 skaitmeninio įėjimo lizdo (pradedant nuo 1). Jutiklis turi būti automatiškai atpažintas MultiLab programinės įrangos.
- 3) Paspausti *Setup* pagrindinėje įrankių juostoje (angl.: main toolbar) ir nustatyti duomenų registravimo įrenginio, duomenų nuskaitymo dažnį (angl.: sample rate) bei matavimų skaičių (angl.: number of samples).
- 4) Pradėti matavimus paspaudžiant *Run*.

Pagal nutylėjimą teigiama jutiklio veikimo kryptis nukreipta nuo jutiklio. Norint pakeisti kryptį (teigiama nukreipta į jutiklį) reikia atlikti tokius veiksmus:

- 1) Paspausti *Logger* pagrindinėje įrankių juostoje.
- 2) Paspausti *Preferences* ir pasirinkti *Distance positive direction*.
- 3) Pasirinkti norimus nustatymus ir paspausti *OK*.

Norint nustatyti atskaitos pradžią nuo nulio, paspaudus *Setup*, reikia atlikti tokius veiksmus:

- 1) Paspausti *Properties* .
- 2) Paspausti *Set Zero*.
- 3) Pažymėti *Set the current reading to zero* ir paspausti *OK*.

### 2.2.5.2. GEIGERIO MIULERIO SKAITIKLIS DT116

Yra įmontuotas Geigerio Miulerio vamzdis, kuris gali registruoti alfa, beta ir gama spinduliuotę. Skaitiklis yra sukurtas automatiškai registruoti jonizuojančią spinduliuotę.

Pagrindinė Geigerio Miulerio skaitiklio sudedamoji dalis – daviklis, vadinamas Geigerio-Miulerio vamzdžiu, kuris yra pripildytas inertinėmis dujomis. Kai didelės energijos dalelė patenka į šį vamzdį, jonizuoja dujas, kurios tampa laidžios ir trumpam sukuria elektros srovę. Vamzdis sustiprina dujų laidumą ir nusiunčia srovės impulsą į skaičiuotuvą, fiksuojantį impulsų skaičių. Geigerio Miulerio skaitiklis tiekiamas su tvirtinimo strypu ir apsauginiu dangteliu (11 pav.). Geigerio Miulerio skaitiklio jonizuojančios spinduliuotės matavimo diapazonas yra 0–4096 Bq (Bekerelių). Jame įrengtas maitinimo indikatorius ir garsinis signalas, kuris informuoja apie kiekvieną užregistruotą impulsą.

Geigerio Miulerio skaitiklis tiekiamas su jame esančiu Geigerio Miulerio vamzdžiu ir integruotu maitinimo šaltiniu. Dėl to jį galima tiesiogiai jungti prie duomenų registravimo įrenginio, kuris išduoda 5 V įtampą reikalingą skaitiklio veikimui. Skaitiklyje yra įmontuotas maitinimo indikatorius, kuris šviečia geltonai, kai pajungtas maitinimas. Taip pat skaitiklyje yra įmontuotas garsinis signalas, kuris skleidžia garsą po kiekvieno įrašyto impulso.

Geigerio Miulerio vamzdžio langas yra padarytas iš labai plonos ir jautrios medžiagos (žėručio), kuri netinkamai naudojama gali būti greitai sugadinta. Dėl šios priežasties yra pridėtas apsauginis dangtelis, kuris daugeliu atveju turi būti uždėtas ant skaitiklio, išskyrus atvejį kai registruojama alfa jonizuojančioji spinduliuotė. Dangtelyje yra skylutė, kad nuėmimo ir uždėjimo metu nesusidarytų vakuumas. Dangtelio nuėmimo ir uždėjimo metu ta skylutė būtų neuždengta.



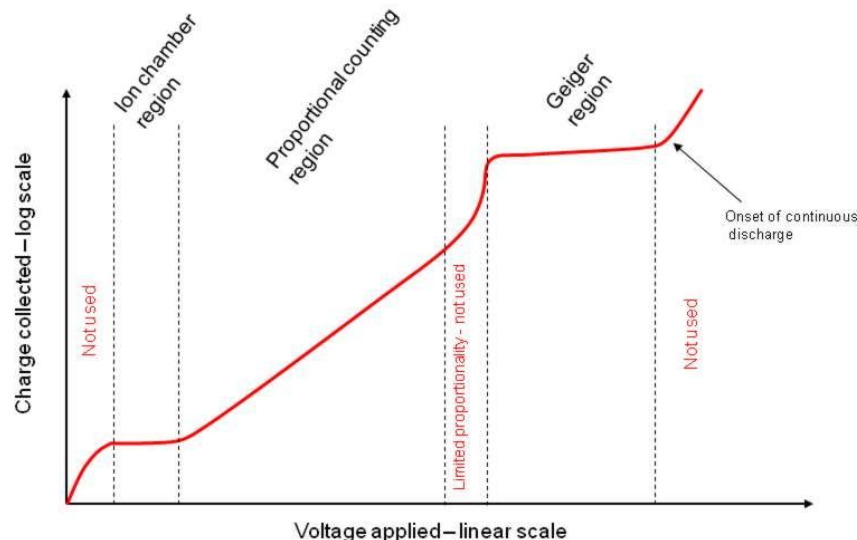
11 pav. Geigerio Miulerio skaitiklis DT116 su tvirtinimo strypu ir dangteliu.

2 lentelė

Geigerio Miulerio skaitiklio specifikacijos

|                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Diapazonas:                          | 0–4096 Bq                     |
| Skiriamoji geba (12-bit):            | 1 Bq                          |
| Jautrumas:                           | Alfa, beta, gama              |
| Langelio storis:                     | 1.5 to 2.0 mg/cm <sup>2</sup> |
| Langelio medžiaga:                   | Žėrutis                       |
| Dujos:                               | Neonas, argonas ir halogenai  |
| Mažiausia matavimo trukmė:           | 90 μs                         |
| Įsisotinimo slenkstinė įtampa (Vb1): | 450 V                         |
| Įsisotinimo ilgis (Vb2-Vb1):         | 150 V                         |
| Rekomenduojama maitinimo įtampa:     | 500 V                         |
| Duomenų kaupiklio įėjimo tipas:      | Skaitmeninis                  |

Geigerio Miulerio skaitiklio efektyvumo priklausomybė nuo įtampos pateikta 12 paveiksle. Tinkamiausia matavimams yra tiesinė dalis, kur registruojamų dalelių skaičius priklauso nuo įtampos tiesiškai. Šią sritį naudojantys skaitikliai vadinami proporcingaisiais skaitikliais. Jie naudoja mažesnę potencialų skirtumą (tuo pačiu ir sukuriama elektrinė lauką), todėl gali nustatyti ir jonizuojančiosios spinduliuotės energiją. Įsisotinimu vadinama grafiko sritis, kurioje dalelių kiekis beveik nepriklauso nuo įtampos, todėl neprasminga šios srities naudoti dalelių skaitiklyje.



**12 pav.** Geigerio Miulerio skaitiklio efektyvumo priklausomybė nuo įtampos.  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Detector\\_regions.gif](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Detector_regions.gif)

Geigerio Miulerio skaitiklis yra sukalibruotas ir paruoštas naudojimui. Apsauginis dangtelis daugeliu atveju turi būti uždėtas ant skaitiklio, išskyrus tuos atvejus kai registruojama alfa jonizuojančioji spinduliuotė. Geigerio Miulerio skaitiklio duomenų registravimo įrenginys negali atpažinti automatiškai (žemiau punktas 3), todėl duomenų registravimo įrenginys turi veikti esant 8-*inputs* režimui (žemiau punktas 4).

Norint Geigerio Miulerio skaitiklį naudoti su Nova5000 ir MultiLab, reikia

- 1) Paleisti MultiLab CE programinę įrangą.
- 2) Prijungti Geigerio Miulerio skaitiklį prie Nova5000 įėjimo lizdo.
- 3) Paspausti *Setup* pagrindinėje įrankių juostoje ir nuimti žymėjimą ties *Auto Detect Sensors*.
- 4) Išskleidžiamajame meniu pasirinkti *GM counter 4096 Bq*.
- 5) Paspausti *Rate tab* ir pasirinkti duomenų registravimo įrenginio duomenų nuskaitymo dažnį (angl. *sampling rate*). Paspausti *Sample* ir pasirinkti matavimų skaičių (angl. *number of samples*). Paspausti *OK*.
- 6) Norint pradėti matavimus paspausti *Run*.

## 2.3. XPLOLER GLX ĮVADAS

### 2.3.1. XPLOLER GLX PASKIRTIS IR SAVYBĖS

„Xplorer GLX“ yra eksperimentinių matavimo duomenų kaupimo, pateikimo ir analizės prietaisas, veikiantis kartu su PASPORT tipo jutikliais. Jis skirtas tiek fizikos, chemijos, biologijos laboratoriniams darbams mokykloje atlikti, tiek ir sudėtingesniems matavimams. „Xplorer GLX“ gali būti naudojamas arba kaip visiškai savarankiškas portatyvinis kompiuterizuotas prietaisas, arba gali būti prijungiamas prie stacionaraus arba nešiojamo kompiuterio, kuriame instaliuota „DataStudio“ programinė įranga. Prie „Xplorer GLX“ USB jungčių galima prijungti papildomą kompiuterinę pelę, klaviatūrą arba spausdintuvą. Duomenų kaupiklyje „Xplorer GLX“ yra įmontuotas garsiakalbis ir garso signalų išvestis. papildomoms ausinėms arba sustiprintam garsiakalbiui.

Xplorer GLX įrenginio skystųjų kristalų ekranas apie 7,5 x 5,5 cm, eksperimentų duomenys įrenginio ekrane pateikiami skaitmenine reikšme ir grafiškai, ekrano raiška 320x240 pikselių. Vidinė prietaiso atmintis 12 MB; duomenų rinkimo dažnis – 50 000 Hz; jame integruotas funkcijos generatorius; keturi sensorių prijungimo gnybtai. Ant įrenginio korpuso sumontuoti įrenginio (tame tarpe ekrano, programų) valdymo mygtukai, USB jungtys. Xplorer GLX sukauptus eksperimentų duomenis per USB jungtį galima perduoti į vartotojo kompiuterį. Šiam tikslui rinkinyje yra visi reikalingi priedai bei vartotojo kompiuteriui programinė įranga DataStudio. Vaizdas iš įrenginio ekrano gali būti perduodamas į vartotojo kompiuterio ekraną. Rinkinys pilnai paruoštas darbui – jame yra visi papildomi įrenginiai ar priedai, kad šiuo rinkiniu būtų galima atlikti kinematikos, dinamikos, Huko dėsnų tyrimo ir trinties jėgos matavimo bandymus.

### 2.3.2. XPLOLER GLX IŠORINĖS JUNGTYS IR VALDYMAS

13 paveiksle parodytas išorinių įrenginių prijungimo prie Xplorer GLX jungtys. Maitinimo tiekimas įsijungia automatiškai, kai adapteris įjungiamas į maitinimo tinklą. Jeigu GLX veikia su baterijomis arba jeigu adapteris jau yra prijungtas, paspaudus apie 1 sek. laikykite nuspaustą maitinimo mygtuką (Ⓢ) prietaisas įsijungia. Rekomenduojama GLX naudoti įjungtą į maitinimo tinklą, kai tik tai įmanoma.



13 pav. Išorinių įrenginių prijungimas prie Xplorer GLX.



14 pav. Xplorer jutiklių ir zondų lizdai

Jeigu GLX bus naudojamas su kompiuteriu, pridėdamu USB kabeliu GLX prijungiamas prie kompiuterio USB jungties. Norint naudoti papildomą pelę, ji prijungiama prie USB jungties dešiniojoje GLX pusėje. Pelė nėra būtina darbui – viską, ką galima atlikti naudojant pelę, galima atlikti ir per GLX klaviatūrą. Jeigu tenka įvesti daug duomenų, per USB jungtį dešinėje GLX pusėje prijungiama klaviatūra.

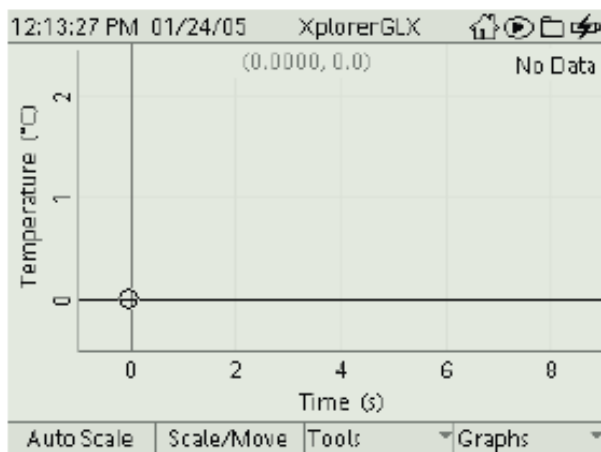
14 paveiksle parodyti lizdai, prie kurių jungiami jutikliai. Prie pagrindinių jungčių, esančių GLX viršuje, galima prijungti iki keturių PASPORT jutiklių. Paprastai GLX automatiškai atpažįsta jutiklį ir įjungia grafiko rodyimą arba atidaro kitą ekraną, kai prijungiamas jutiklis. Komplekte esatys greito atsako zondai ar kiti PASCO temperatūros zondai jungiami prie atitinkamų jungčių kairiojoje GLX pusėje. Greito atsako temperatūros zondų matuojamas diapazonas apima nuo -10 iki +70°C, o nerūdijančio plieno zondų – nuo -10 iki +135°C. Įtampos zondas prie jungties kairiojoje GLX pusėje, kai norima atlikti įtampos nuo -10 iki +10V matavimus. Įtampos zondą galima prijungti prie įtampos šaltinių *tik* prieš tai prijungus jį prie GLX. Nejunkite įtampos šaltinio tol, kol zondas nėra prijungtas prie GLX. Prieš atjungiant zondą pašalinkite visus įtampos šaltinius.

Ausinės arba garsiakalbiai, kurie reikalingi garsui generuoti, prijungiami juos prie signalo išvesties jungties. Taip pat galima naudoti integruotą GLX garsiakalbį. USB duomenų saugojimo įrenginys (atmintinė), prijungiama prie GLX duomenų kaupiklio USB jungties ir taip padidinti talpą duomenų saugojimui ir papildomam saugojimui.

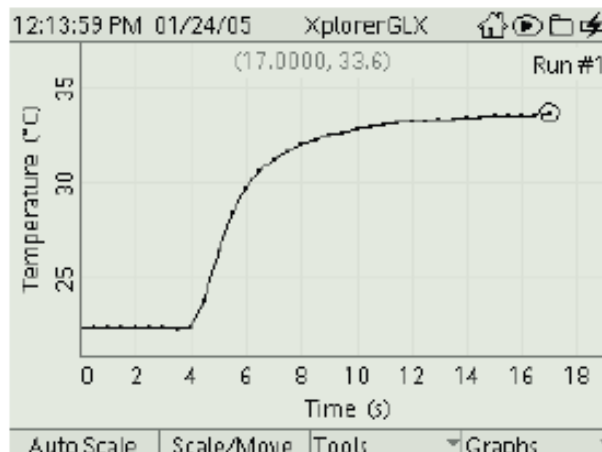
### 2.3.3. MATAVIMO ATLIKIMAS SU XPLOERER GLX

Xplorer GLX galimybės labai plačios, todėl pirmiausia atlikime paprastą eksperimentą, kad tas galimybes galėtume analizuoti.

1. Įjungiamo prietaisą: paspaudžiame mygtuką, esantį apatiniame dešiniajame klaviatūros kampe (⊕) ir laikome jį nuspauštą maždaug vieną sekundę.
2. Temperatūros jutiklį prijungiame prie vienos iš jungčių kairiojoje GLX pusėje. Dažniausiai grafikas su temperatūros (°C) ir laiko (s) ašimis pradedamas rodyti automatiškai (15 pav.).



**15 pav.** Prijungus temperatūros jutiklį, pradedamas rodyti grafikas su temperatūros (°C) ir laiko (s) ašimis.



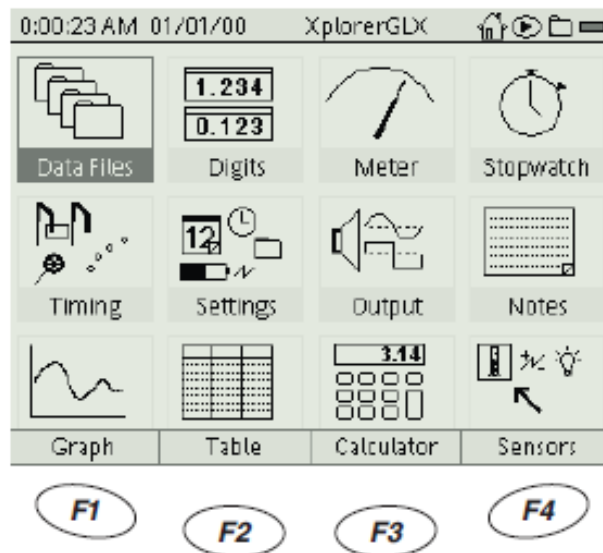
**16 pav.** Laikant rankoje, jutiklio registruojama temperatūra atvaizduojama ekrane.

3. Matavimo atlikimui paspauskite (▶). GLX fiksuoja ir vaizduoja duomenis, gaunamus iš jutiklio. Paspauskite (FI) (*Autoscale*), kad automatiškai nustatytumėt grafiko mastelį.
4. Temperatūros zondą laikykite rankoje ir stebėkite, kaip keičias grafike pateikiami duomenys (16 pav.).
5. Norėdami sustabdyti duomenų įrašymą, dar kartą paspauskite (▶). Norint surinkti daugiau duomenų, vėl paspauskite (▶).

Yra keletas duomenų surinkimo būdų, naudojant GLX duomenų kaupiklį. Šis yra paprasčiausias ir dažniausiai naudojamas.

### 2.3.4. PAGRINDINIO EKRANO FUNKCIJOS

Visos siūlomos GLX funkcijos išdėstytos pagrindiniame ekrane. Pagrindinį ekraną (17 pav.) sudaro nuorodos, apatinė eilutė ir viršutinė eilutė. Funkcijų valdymas vykdomas naudojant apatinę eilutę (18 pav.).



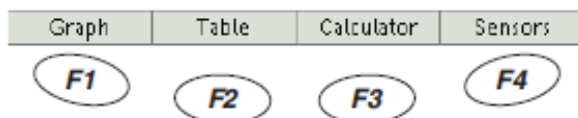
Pagrindinis ekranas

17 pav. Pagrindinį ekraną sudaro nuorodos, apatinė eilutė ir viršutinė eilutė

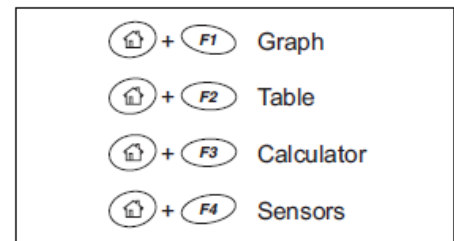
#### 2.3.4.1. APATINĖ EILUTĖ

Nuorodas apatinėje pagrindinio ekrano eilutėje galima pasirinkti bet kuriuo funkcinio mygtuku: **F1**, **F2**, **F3** ir **F4**. Grafiko, lentelės, skaičiuotuvo ir jutiklių ekranai yra naudojami dažniausiai, todėl jie yra greičiausiai pasiekiami. Jeigu norite, kad apatinė namų ekrano eilutė laikinai būtų matoma bet kur GLX aplinkoje, paspauskite ir palaikykite nuspaustą mygtuką . Tuo pačiu metu paspauskite funkcinį atitinkamo ekrano mygtuką.

Kituose ekranuose paprastai ekrano apačioje matomos keturios pasirinktys, kurios pasiekiamos funkciniais mygtukais.



18 pav. Apatinė GLX eilutė.

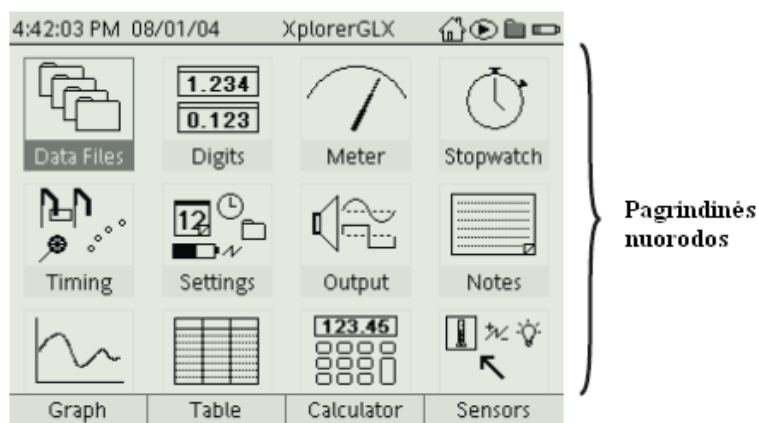


Trumposios nuorodos GLX aplinkoje  
19 pav. Trumposios FLX ekrano nuorodos.

#### 2.3.4.2. PAGRINDINĖS NUORODOS

Pagrindinės nuorodos veda į kitus GLX aplinkos ekranus. Norėdami atidaryti ekraną per nuorodą, rodyklių aukštyn, žemyn, į kairę ir į dešinę mygtukais pažymėkite reikiamą nuorodą, ir paspauskite .





20 pav. Pagrindinės ekrano nuorodos.

**Duomenų failai (Data Files).** Kai baigtas duomenų rinkimas arba GLX konfigūravimas bandymui, duomenų failų (*Data Files*) ekrane galima išsaugoti darbą. Čia taip pat galima atidaryti ar ištrinti išsaugotus failus bei tvarkyti rodmenis, jutiklius, skaičiavimus ir rankiniu būdu įvestų duomenų srautus, kurie yra duomenų failų dalys.

**Skaičiai (Digits).** Šiame ekrane rodomi duomenys realiu laiku, kai jie yra gaunami iš jutiklių ir skaičiavimų. Vienu metu galima matyti iki šešių duomenų šaltinių.

**Matuoklis (Meter).** Šis ekranas imituoja analoginį matuoklį su rodykle, kuris proporcingai atspindi jutiklio atliekamą matavimą.

**Laikmatis (Stopwatch).** Šiame ekrane GLX galima naudoti, kaip laikmatį atliekamų veiksmų laikui matuoti. Laikmatis įjungiamas ir sustabdomas per GLX klaviatūrą. Taigi tam nereikalingi jokie jutikliai.

**Laiko skaičiavimas (Timing).** Laiko skaičiavimo ekranas naudojamas foto užtvarų, skriemulių ir kitų perjungimo ar skaičiavimo jutiklių konfigūravimui.

**Nustatymai (Settings).** Nustatymų ekranas naudojamas pakeisti GLX pavadinimą, laiką, datą ir ekrano parametrus, laiką iki automatinio išsijungimo, GLX reakciją į įjungimą ar jutiklio prijungimą.

**Galingumas (Output).** Galingumo ekrane yra kontroliuojamas signalas, kurį GLX sukuria ir skleidžia per integruotą garsiakalbį arba į ausines ar sustiprintus garsiakalbius.

**Pastabos (Notes).** Pastabų ekrane galima kurti, skaityti ir redaguoti puslapius ar tekstines pastabas, kurios bus išsaugotos su bandymo parametrais arba surinktais duomenimis.

**Grafikas (Graph).** Grafiko ekranas naudojamas duomenims žymėti ir analizuoti. Daugeliu atvejų grafikas yra geriausias būdas matyti duomenis tokius, kokie jie surenkami.

**Lentelė (Table).** Lentelėje duomenys rodomi skaičiais stulpeliuose. Juos galima naudoti redaguojant ir įvedant duomenis bei statistinei analizei.

**Skaičiuotuvas (Calculator).** Šį ekraną galima naudoti, kaip įprastą skaičiuotuvą norint apskaičiuoti paprastų reiškinių rezultata, ir kaip grafinį skaičiuotuvą lygčių sudarymui. Skaičiuotuvu taip pat galima atlikti surinktų duomenų srautų ir rankiniu būdu įvestų duomenų rinkinių matematinius veiksmus.

**Jutikliai (Sensors).** Norėdami pasirinkti, kai jutikliai rinks duomenis, naudokite jutiklių ekraną. Ekrane rodoma, kurie jutikliai yra prijungti prie GLX, ir kiekvieno sensoriaus valdymo elementai.



Išsamios darbo su kiekviena funkcija instrukcijos pateikiamos detaliame GLX Explorer aprašyme lietuvių kalba.


### 2.3.4.3. VIRŠUTINĖ EKRANO EILUTĖ

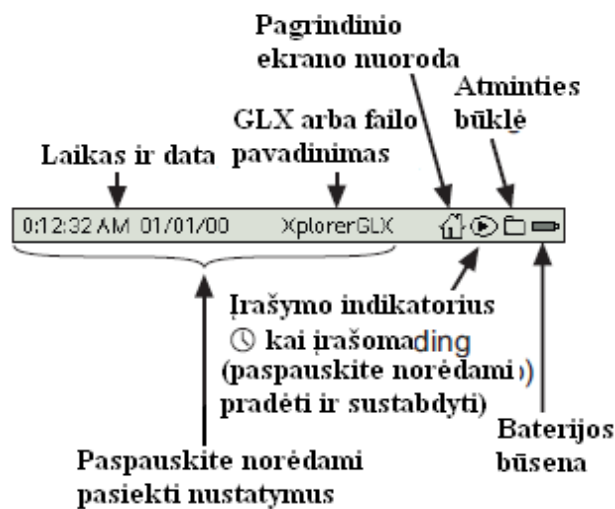
Viršutinė eilutė yra pagrindinio ekrano dalis, kuris visada matoma bet kur GLX aplinkoje. Ji rodo laiką, datą ir GLX pavadinimą arba atidaryto failo pavadinimą. Ji taip pat rodo duomenų įrašymo būklę, baterijos energijos lygį ir naudojamos atminties kiekį.

Viršutinėje eilutėje rodomas **laikas ir data** nustatomi automatiškai, kai GLX yra prijungiamas prie kompiuterio, kuriame instaliuota „DataStudio“ programinė įranga. Laiką ir datą bei jų rodymo formatą galima pakeisti rankiniu būdu nustatymų ekrane.

Pagal gamyklinius nustatymus viršutinėje eilutėje rodomas **pavadinimas** yra „XplorerGLX“. Jeigu klasėje arba laboratorijoje naudojate daugiau negu vieną GLX, kiekvienam galite suteikti unikalų pavadinimą. Kai atidaromas anksčiau išsaugotas failas, vietoje GLX pavadinimo rodomas failo pavadinimas.






Jeigu naudojate pelę, užuot paspaudę mygtuką  duomenų kaupiklio klaviatūroje, galite paspausti **pagrindinio ekrano nuorodą** () . Taip iš bet kurios GLX aplinkos sugrįšite į pagrindinį ekraną.

**Duomenų įrašymo** simbolio pasikeitimas rodo, kad GLX surenka duomenis ir kokiame mėginių atrinkimo režime jis veikia. Jis taip pat pranešama, kai įrašoma arba pranešama garsinė pastaba. Jeigu naudojate pelę, užuot spaudus mygtuką  duomenų kaupiklio klaviatūroje, galite paspausti duomenų įrašymo simbolį ir taip pradėti arba sustabdyti duomenų kaupimą.



21 pav. Viršutinė GLX ekrano eilutė.

#### Įrašymo būsenos simboliai

-  Duomenys nerenkami
-  Duomenų atrinkimas nepertraukiamu režimu
-  Duomenų atrinkimas rankiniu režimu
-  Garsinės pastabos įrašymas
-  Garsinės pastabos transliavimas

22 pav. Duomenų įrašymo būklė simboliai.

**Atminties daviklis** rodo, kiek laisvos atminties yra duomenų kaupiklyje. Kadangi duomenys saugomi RAM atmintyje, simbolis tamsėja nuo apačios į viršų. Visiškai užpildytas simbolis reiškia, kad duomenų įrašymui yra mažai atminties arba jos visai nebėra. Jeigu naudojate pelę, spustelkite atminties daviklį ir taip atidarykite duomenų failų ekraną, pradėkite naują failą arba išsaugokite failą, su kuriuo dirbate.

Kai GLX naudoja baterijos tiekiamą energiją, **baterijos daviklis** rodo baterijos įkrovimo lygį. Kai baterija yra visiškai įkrauta, visas daviklis yra pilkos spalvos. Baterijos daviklis taip pat rodo, kada GLX yra prijungtas prie elektros tinklo ir baterija yra kraunama.

### III. DALYKINIO TURINIO EKSPERIMENTAI

#### 3.1. GAMTOS TYRIMAI

##### 3.1.1. ŠVIESINIO MIKROSKOPO SAŽANGA: MECHANINĖS IR OPTINĖS DALYS, MIKROSKOPAVIMAS

###### Bendrosios programos:

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

| 1. Gamtos tyrimai  |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Noriai, saugiai ir kūrybingai tyrinėti gamtinius reiškinius.  |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 1.1. Savarankiškai suplanuoti ir atlikti stebėjimus ir bandymus. Saugiai ir kūrybingai naudoti mokyklinės gamtos tyrimo priemones, buitinius prietaisus ir medžiagas. Įvertinti ilgio, masės, temperatūros, tūrio (kai naudojamas matavimo cilindras), jėgos, srovės stiprio ir įtampos absoliutines matavimo paklaidas. | 1.1.4. Nurodyti cheminius indus bei įrangą bandymams atlikti. Tinkamai pasirinkti reikalingus indus bei įrangą.<br>1.1.6. Paaiškinti saugaus elgesio su buitinais prietaisais taisykles. |

###### Darbo teorinis pagrindimas

**Mikroskopas** (gr. *mikros* – mažas, *skopein* – stebėti) yra optinis prietaisas, kuriuo padidinamas ypač smulkių objektų bei jų struktūrų, kurių neįmanoma pamatyti paprasta akimi, vaizdas. Todėl mikroskopas yra skirtas ląstelių, audinių ir organų vidinei sandarai stebėti ir tirti. Mikroskopinės technikos tobulėjimas turėjo įtakos anatomijos mokslo vystymuisi. Iki šiolei mikroskopas išliko pagrindine organizmų vidinės sandaros tyrimo priemone, todėl dirbantiems su mikroskopu svarbu suprasti jo sandarą ir veikimo principus.

Pagal stebimo objekto apšvietimą mikroskopai skirstomi į **šviesinius** ir **elektroninius**. Šviesinio mikroskopo pagrindą sudaro įvairaus didinimo lęšių (optinė) sistema. Pro ją tiriamas objektas peršviečiamas aplinkoje išsklaidyta šviesa arba šviesos šaltiniu, pvz., elektriniu šviestuvu. Dažniausiai šviesinis mikroskopas turi tik vieną okuliarą, pro kurį matomą vaizdą galima stebėti tik viena akimi. Toks mikroskopas vadinamas **monokuliariniu**. Tobulėjant mikroskopinei technikai yra sukonstruota įvairių tipų mikroskopų. Šviesinis mikroskopas su dviem okuliarais (pro jį vaizdą galima stebėti abiem akimis) yra vadinamas **binokuliariniu**, arba stereoskopiniu.

Pro elektroninį mikroskopą stebimo objekto vaizdas padidinamas tūkstančius ir daugiau kartų, kadangi tiriamas objektas yra peršviečiamas elektronų srautu. Elektronų srauto bangos yra daug kartų trumpesnės už šviesos spindulių bangas, todėl pro jį pamatomos itin mažos dalelės, pavyzdžiui, virusai arba šviesiniu mikroskopu nematomos ląstelių organelės. Jau sukurti elektroniniai mikroskopai, kurių skiriamoji geba – iki 0,1 nanometro. Šiuo įrenginiu galima matyti elektroną atomų lygmeniu, jo maksimalios didinimo galimybės – iki 20 milijonų kartų. Pagrindinė šių mikroskopų paskirtis – nanotechnologijos ir puslaidininkių tyrimai. Dėmuo *nano* – kilęs iš graikų žodžio *nannos*, reiškiančio „nykštukas“, kitaip tariant – itin mažas. Dabartinėje kalboje nanometras reiškia vieną milijardinę metro dalį, tai 17 tūkst. – 181 tūkst. kartų mažiau už žmogaus plauko storį. Nanotechnologijos sąvoka vartojama **apibūdinant nuo 0,1 iki 100 nanometrų** dydžio medžiagas.

**Mikroskopavimas** – tai paprasta akimi nežiūrimų biologinių objektų ar jų dalelių, užfiksuotų mikropreparate, analizė arba tyrimas stebint juos pro mikroskopą. Šių objektų tyrimo mokslas vadinamas **mikroskopija**.

**Mikropreparatas** – pro mikroskopą apžiūrėti paruoštas tiriamasis objektas. Mikropreparatai skirstomi į **ilgalaikius** ir **laikinuosius**.

Ilgalaikis mikropreparatas ruošiamas iš fiksuotos medžiagos. Fiksuojamos dalys yra įmerkiamos į tam tikrus tirpalus – fiksuojant (pvz., glicerolio, etanolio ir vandens mišinį ar kt.), kuriuose gyvi audiniai apmiršta, bet jų anatomicinė sandara nepasikeičia. Po to jos dedamos ant objektinių stiklelių ir tvirtai uždengiamos dengiamaisiais stikleliais. Šitaip paruoštus (užfiksuotus) objektus galima išlaikyti ilgą laiką.

Laikinis mikropreparatas ruošiamas iš šviežios (gyvos) medžiagos. Apžiūrėti skirta dalis (arba jos pjūvis) merkiama į ant objekcinio stiklelio užlašintus 1-2 vandens lašus (vengti vandens pertekliaus) bei atsargiai uždengiama dengiamuoju stikleliu. Šiuo būdu užfiksuoti objektai ilgai laikyti netinka. Atlikus mikroskopavimą, objektas nuo objekcinio stiklelio pašalinamas.

**Tikslas.** Pagilinti žinias apie šviesinio mikroskopo sandarą, išsiaiškinti didinimo galimybes juo tiriant ląsteles ir audinius bei tobulinti mokinių mikroskopavimo įgūdžius.

#### **Laukiami rezultatai:**

- Detaliau susipažins su šviesinio mikroskopo mechaninėmis ir optinėmis dalimis, žinos didinimo galimybes šiuo mikroskopu tiriant ląsteles ir audinius.
- Tobulins mikroskopavimo įgūdžius.
- Mokės tinkamai prižiūrėti ir saugoti mikroskopą.

#### **Priemonės:**

- Šviesinis (monokuliarinis) mikroskopas.
- Ilgalaikis arba laikinasis mikropreparatas.

#### **Laboratorinio darbo eiga**

##### **1. Išnagrinėti šviesinio mikroskopo mechanines ir optines dalis bei jas sužymėti 1 pav.**

Tubusas, okuliaras, revolveris, objektyvai, kondensorius (diafragma), objektinis stalielis, laikikliai (gnybtai), makrometrinis (netikslaus fokusavimo) sraigtas, mikrometrinis (tikslaus fokusavimo) sraigtas, šviestuvai, rankena, stovas.

##### **2. Išsiaiškinti darbo su mikroskopu principus.**

1. Atveriamą diafragmą, pakeliamą kondensorius, įjungiamą šviestuvą ir sureguliuojamą tinkamiausias stebėjimo lauko apšvietimas. Tai atlikus tinkamai, šviesusis stebėjimo laukas yra taisyklingo skritulio formos ir gerai bei vienodai apšviestas.
2. Ant mikroskopo objekcinio stalielio padedamas ir metaliniais laikikliais (gnybtais) pritvirtinamas tiriamas mikropreparatas.
3. Iš pradžių preparatas tiriamas 8x arba 10x kartų didinimo objektyvu, o po to – didesnio didinimo objektyvu (40x). Tiriant 8x (10x) objektyvu, nuotolis tarp jo išorinio lęšio ir mikropreparato paviršiaus yra apie 9 mm, 40x objektyvu – 0,6mm bei 90x (imersiniu) objektyvu – 0,15 mm. Sukinėjant netikslaus fokusavimo (makrometrinį) sraigą nustatomas tyrimo vaizdas, o tikslaus fokusavimo (mikrometrinį) sraigą – stebimo objekto optimalus ryškumas. Tiriant mikroskopu, turinčiu imersinį objektyvą (90x),



**1 pav.** Šviesinis (monokuliarinis) mikroskopas

ant mikropreparato užlašinama kedro arba (tam skirto) kito aliejaus, kurio lūžio rodiklis yra panašus į objektinio stiklelio ir mikroskopo lęšių sistemos stiklo lūžio rodiklį ( $n \approx 1,51$ ).

4. Tiriant mikroskopu peržiūrimi keli regėjimo laukai bei surandama vieta, kurioje stebimi objektai matomi geriausiai.

### 3. Susipažinti su mikroskopo priežiūra ir apsauga.

- Negalima jėga sukuti sraigčių. Optinės dalys turi būti švarios, reikia jas saugoti nuo mechaninių pažeidimų: įbrėžimų, sąlyčio su skysčiais.
- Vandens laše ruošiant laikinuosius mikropreparatus, ant dengiamojo stiklelio išorinės pusės negali likti vandens, o dengiamasis stiklelis neturi plaukioti per dideliame skysčio laše.
- Objektvų, okuliarų lęšiai valomi jų valymui skirtu specialiu popieriumi arba specialia tam skirta medžiaga. Jeigu nešvarumai yra pridžiūvę prie objektyvo, tuomet jam valyti naudojamas tam tikslui skirtas skystis. Objektyvas valomas, jį pasukus revolveriu į padėtį, kurioje jis yra išsikišęs į priekį už stalelio ribų (atkreipkite dėmesį į tai, kad 40x didinančių objektyvų lęšiai yra maži bei giliau įmontuoti).
- Negalima lęšių valyti pirštais, popieriumi, ligninu, vata. Jie valomi mikroskopo lęšiams valyti skirtu audeklo gabalėliu. Objektiniai ir dengiamieji stikleliai valomi prieš laboratorinį darbą ir po jo, naudojant filtrinį popierių. Stiklelių negalima valyti tuo pačiu audeklo gabalėliu, kuriuo valomi mikroskopo lęšiai.
- Baigus tirti mikroskopu, pakeliamas mikroskopo tubusas, nuo objektinio stalelio nuimamas ir į dėžutę įdedamas ilgalaikis mikropreparatas, išjungiamas apšvietimas (O padėtis), nuleidžiamas kondensorius bei sukant revolverį nustatomas 8x arba 10x kartų didinimo objektyvas. Nuo objektinio stalelio nuvalomi skysčiai, dulkės, patikrinama objektyvų švara (jeigu buvo naudojamas imersinis objektyvas, minkštu audeklu nuo jo didinimo lęšio nuvalomas imersinis aliejus). Šitaip paruoštas mikroskopas pastatomas į vietą.

### Kontroliniai klausimai ir užduotys

1. Kokį prietaisą vadiname mikroskopu bei kokių tipų jų gali būti?
2. Kaip vadinamas smulkių biologinių objektų tyrimas pro mikroskopą?
3. Ką vadiname mikropreparatu? Kuo ilgalaikis mikropreparatas skiriasi nuo laikinojo?
4. Remdamiesi įgytomis žiniomis, į lentelę surašykite, kurios šviesinio mikroskopo dalys priskiriamos prie optinių, o kurios – prie mechaninių dalių.

| Optinės dalys | Mechaninės dalys |
|---------------|------------------|
|               |                  |
|               |                  |
|               |                  |
|               |                  |
|               |                  |
|               |                  |

5. Kaip apskaičiuojama, kiek kartų stebimas objektas buvo padidintas?
6. Paaiškinkite darbo su mikroskopu principus.
7. Nurodykite, kaip tinkamai prižiūrėti ir saugoti mikroskopą?
8. Palyginkite šviesinio ir elektroninio mikroskopo didinimo galimybes.

## 3.2. MEDŽIAGŲ APYKAITA IR PERNAŠA. ŽMOGAUS SVEIKATA

### 3.2.1. ŽMOGAUS KRAUJAS IR KRAUJOTAKOS SISTEMA

#### 3.2.1.1. KRAUJO SANDAROS MIKROSKOPINIS TYRIMAS

(Pagal I-ąjį tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenį)

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. 11–12 klasės.

| 4. Medžiagų apykaita ir pernaša  |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokiant įvairių organizmų prisitaikymo unikalumą, saugoti gyvybę.                               |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 4.4. Susieti žmogaus kraujotakos ypatumus su prisitaikymu atlikti medžiagų pernašos ir organizmo apsaugos funkcijas. | 4.4.3. Apibūdinti kraujo sandarą ir analizuojant kraujo tyrimo rezultatus aiškintis kraujo sudėties pokyčių reikšmę organizmui, pavyzdžiui, sumažėjusio hemoglobino kiekio (dujų pernašai), padidėjusio leukocitų skaičiaus (organizmo atsparumui) ar sumažėjusio trombocitų skaičiaus (krešėjimui). |

#### DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Kraujo sandara.** Kraujas – skystas jungiamasis audinys. Jis kitiems audiniams tiekia deguonies ir maisto medžiagų jas išnešiodamas po visą organizmą. Taip pat iš organizmo surenka ir išgabena šalintinus junginius.

Apžiūrint kraujo tepinėlį pro mikroskopą (1 pav.), jame matyti įvairios formos dalelių. Tai kraujo ląstelės *eritrocitai* ir *leukocitai* bei *plokštelės trombocitai*. Jie „plauko“ gelsvoje tarpląstelinėje terpėje – *kraujo plazmoje*.

**Kraujo plazma** gabena kraujo ląsteles ir plokšteles bei įvairias medžiagas, nes didesnę jos dalį sudaro vanduo. Vandens kiekis plazmoje yra pastovus. Kraujas jo prisipildo tekėdamas per žarnyną. Plazmos vanduo tirpina medžiagas, nes tik ištirpusias jas gali išnešioti po organizmą. Plazmoje randama šių cheminių junginių: gliukozės, vitaminų, mineralinių druskų, kaip antai: kalio, kalcio, magnio. Todėl plazma yra medžiagų mišinys. Taip pat čia yra riebalų ir baltymų. Plazmą sudarančių medžiagų pasiskirstymas procentais yra toks: vandens – 92 proc., baltymų – 7 proc., mineralinių druskų – 0,9 proc., gliukozės – 0,08-0,12 proc., lipidų – 0,6 proc. Baltymai plazmą daro klampią. Iš jų ypač svarbūs tie, kurie kovoja su mikrobais, taip pat *fibrinogenas*, nes jis padeda kraujui krešėti. Medžiagų kiekis plazmoje priklauso nuo žmogaus mitybos, todėl kaskart jis nežymiai keičiasi.

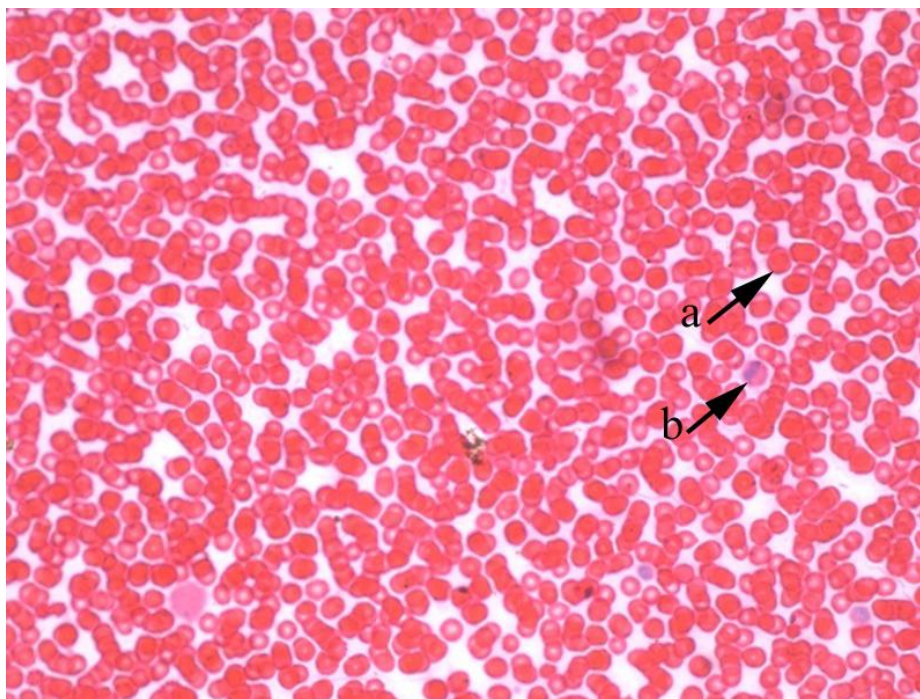
**Kraujo ląstelės ir plokštelės.** Eritrocitų forma primena abipus įgaubtą diską. Šias kraujo ląsteles dengia plazminė membrana, pro kurią palaikomas ryšys tarp jų vidaus ir kraujo plazmos. Žmogaus ir kitų žinduolių eritrocitai neturi branduolio bei kūno ląstelėms būdingų organelių, pavyzdžiui, mitochondrijų. Suaugusio žmogaus organizme juos gamina raudonieji kaulų čiulpai.

Eritrocitai atlieka svarbią dujų mainų funkciją tarp plaučių ir audinių. Deguonį ir anglies dioksidą jiems prisijungti padeda citoplazmoje esantis *hemoglobinas*. Tai baltymas, kurio sudėtyje yra daug geležies. Eritrocitams jis suteikia raudoną spalvą, o šie raudonai nudažo visą kraują, dėl šios savybės jie dar vadinami *raudonosiomis kraujo ląstelėmis*. Paprastai kraujas atrodo kaip vientisas raudonos spalvos skystis. Šios kraujo spalvos intensyvumas priklauso nuo jame esančių deguonies arba anglies dioksido dujų koncentracijos. Arterinis (O<sub>2</sub> prisotintas) kraujas būna skaisčiau raudonas, o veninis (CO<sub>2</sub> prisotintas) – tamsiai raudonas.

Eritrocitų membranose yra specifinių baltymų (žymimų A ir B raidėmis), kurie lemia kraujo grupę.

Leukocitai yra bespalviai (gr. *leukos* – baltas), todėl dar vadinami *baltosiomis kraujo ląstelėmis*. Jie taip pat gaminami kaulų čiulpuose. Šios kraujo ląstelės turi branduolių ir tipiškomis kūno ląstelėms būdingų organelių. Paprastai leukocitai cirkuliuoja su plazma, bet gali keisti formą ir patys prasiskverbti pro kapiliarų sienelės. Leukocitų yra kelios rūšys, pavyzdžiui, **limfocitai**, **monocitai**, **fagocitai** ir kt. Pagal citoplazmos grūdėtumą jie skirstomi į grūdėtuosius leukocitus (jų branduoliai segmentuoti, o citoplazma turi įvairaus dydžio grūdelių) ir negrūdėtuosius leukocitus (jų branduoliai nesegmentuoti, o citoplazma neturi specifinių grūdelių). Visi kartu jie sudaro organizmo gynybos nuo svetimkūnių pajėgas.

Kadangi kraujas yra skystis ir teka dėl aukšto spaudimo, pažeidus kraujagyslę jis ima srūti į išorę. Tačiau kraujas turi savybę krešėti ir apsaugoti organizmą nuo nukraujavimo. Krešėjimo reakcijoms vykti reikalingas kalcis ir vitaminas K, o ypač tam yra svarbios kraujo plokštelės – trombocitai. Pirma, jie geba sukibti. Pavyzdžiui, plyšusiam kapiliarui užkimšti pakanka sukibusių trombocitų. Antra, jie turi krešintųjų medžiagų. Jeigu žaizda gili, trombocitai joje suyra ir šių medžiagų išskiria į kraujo plazmą. Jos siaurina kraujagyslių spindį, taip pat padeda tirpiam fibrinogenui virsti netirpiu **fibrinu**. Todėl patekęs į išorę fibrinogenas kietėja ir virsta tvirtu fibrino tinklu, kuris išraižo žaizdos paviršių ir sudaro kliūtį. Jame įstrigusios kraujo ląstelės ir plokštelės sudaro trombą ir užkemša kraujo nutekėjimo vietą.



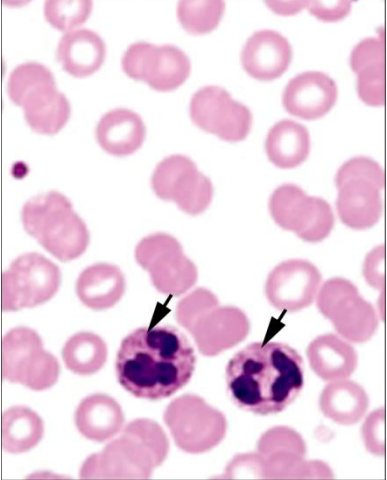
**1 pav.** Žmogaus kraujo tepinėlio fragmentas stebint pro mikroskopą (mikropreparatas Nr. 12). Rodyklėmis parodyta: a) eritrocitas, b) leukocitas

Kadangi kraujo ląstelės trumpaamžės, jos turi nuolat atsinaujinti. Priešingai nei kūno, šios ląstelės pačios dalintis negeba, todėl gaminamos raudonuosiuose kaulų čiulpuose, blužnyje bei limfinės sistemos mazguose, kurie trumpiau vadinami – limfmazgiais. Kraujo ląstelių gamyba vadinama **kraujodara**.

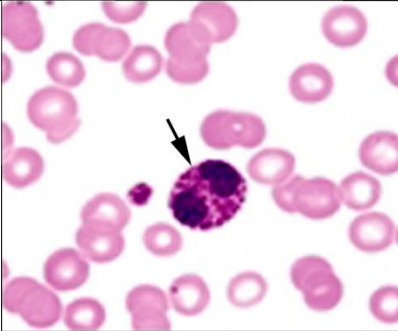
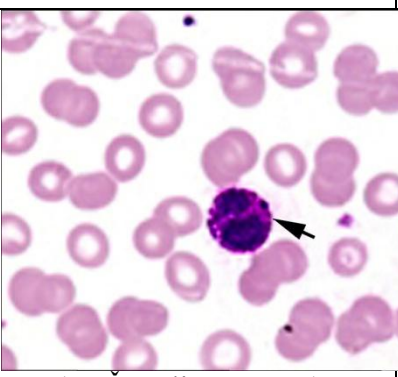
Kraujo ląstelių ir plokštelių ypatybės ir funkcijos

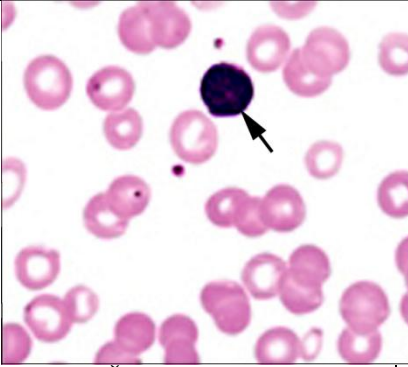
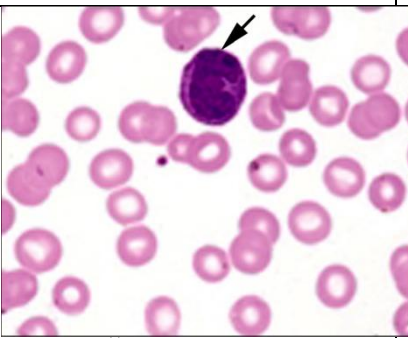
| Ląstelės ir plokštelės | Eritrocitai   | Leukocitai  | Trombocitai                    |
|------------------------|---|---|--------------------------------|
| Ypatybės               |   |   |                                |
| Kur gaminamos          | Raudonuosiuose kaulų čiulpuose                        | Raudonuosiuose kaulų čiulpuose, o bręsta (diferencijuojasi) blužnyje, limfmazgiuose | Raudonuosiuose kaulų čiulpuose |
| Ypatumai               | Neturi branduolio                                     | Yra kelios rūšys, įvairios formos, gali prasiskverbti pro kapiliarų sienelės        | Neturi branduolio              |
| Baltymai               | Hemoglobinas, A ir B baltymai, lemiantys kraujo grupę |   | Fibrinogenas                   |
| Funkcija               | Vykdo dujų apykaitą                                   | Geba atpažinti svetimkūnius, atsakingi už imuninės sistemos veiklą                  | Dalyvauja krešint kraujui      |

Leukocitų rūšys

| Rūšis   | Forma  | Vaizdas pro mikroskopą (atpažinimo ypatumai)   | Atliekama funkcija  |
|---|--|--|---|
| <b>Neutrofiliniai granulocitai (neutrofilai)</b><br>grūdėtieji leukocitai (arba granulocitai), jų branduoliai segmentuoti, o citoplazma turi įvairaus dydžio grūdelių.<br><i>Kraujyje jie sudaro iki 70 proc. visų leukocitų, todėl kraujo tepinėlyje juos lengva pastebėti. Dažosi tiek rūgščiais, tiek baziniais dažais</i> | Apvalios 6,0–7,5 μm dydžio kraujo ląstelės, turinčios branduolį ir organeles.<br>Subrendusių ląstelių branduolį sudaro 2–5 ryškiai bazofiliškai nusidažiusios skiltys. | <br>(R. Čepulienė, 2007) | Fagocitozė<br>(jie juda amebiškai ir aktyviai fagocituoja į organizmą patekusias bakterijas, virusus, kitas pašalines daleles). |



|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <p><b>Acidofiliniai granulocitai (eozinofilai)</b> grūdėtieji leukocitai (arba granulocitai), jų branduoliai segmentuoti, o citoplazma turi įvairaus dydžio grūdelių.</p> <p><i>Sveiko suaugusio žmogaus kraujyje eozinofilų yra 1–5 proc. visų leukocitų. Kraujo tepinėlyje taip pat galima pastebėti, nes ląstelės stambios, citoplazma rausvos spalvos, dažosi rūgščiais dažais.</i></p> | <p>Stambios, rutulio formos 10–20 μm dydžio kraujo ląstelės. Jų branduolys sudarytas iš dviejų skilčių, dešros formos.</p>                               |  <p>(R. Čepulienė, 2007)</p>   | <p>Pagrindinė eozinofilų funkcija yra organizmo apsauga nuo parazitų invazijų (parazitinių ligų kontrolė).</p> |
| <p><b>Bazofiliniai granulocitai, (bazofilai)</b> grūdėtieji leukocitai (arba granulocitai), jų branduoliai segmentuoti, o citoplazma turi įvairaus dydžio grūdelių.</p> <p><i>Mažiausią leukocitų dalį sudarančios kraujo ląstelės iki 1 proc., visų leukocitų. Kraujo tepinėlyje pamatyti sunkiau, dažosi šarminiais dažais.</i></p>   | <p>Stambios, rutulio formos 12–15 μm skersmens ląstelės. Jų branduolys didelis, S formos (sudarytas iš 2–3 skilčių, tarp segmentų nėra ryškių ribų).</p> |  <p>(R. Čepulienė, 2007)</p> | <p>Svarbūs kraujo krešėjimui ir uždegimų procesuose.</p>   |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <p><b>Limfocitai</b> - negrūdėtieji leukocitai (arba agranulocitai), jų branduoliai nesegmentuoti, o citoplazma neturi specifinių granulų. <i>Sveiko suaugusio žmogaus kraujyje sudaro 20–45 proc. visų leukocitų, kraujo tepinėlyje galima lengvai juos surasti ir pamatyti.</i></p>         | <p>Limfocitai yra apvalios, įvairaus dydžio ląstelės, skiriami didieji (11–18µm) ir mažieji (4,5–10 µm) limfocitai. Ląstelės branduolys didelis, rutulio arba ovalo formos, užima didžiąją limfocitų dalį, o citoplazma aplink jį sudaro ploną sluoksnį.</p> |   | <p>Pagrindinė limfocitų funkcija yra imuninė organizmo apsauga.</p>                          |
| <p><b>Monocitai</b> - negrūdėtieji leukocitai (arba agranulocitai), jų branduoliai nesegmentuoti, o citoplazma neturi specifinių granulų. <i>Sveiko suaugusio žmogaus kraujyje monocitų 3–8 proc. visų leukocitų. Kraujo tepinėlyje taip pat galima pastebėti, nes ląstelės stambios.</i></p> | <p>Apvalios formos, pačios didžiausios kraujo ląstelės. Jų skersmuo siekia 12–20µm., branduolys didelis pupelės formos, citoplazma užima didžiąją ląstelės dalį.</p>   |  | <p>Fagocitozė (fagocituoja be išimties visus svetimkūnius ir žuvusių ląstelių liekanas).</p> |

**Pastaba.** Taip pat galima naudotis interaktyvia vaizdine-garsine mokymosi priemone (žmogaus biologija IX klasei. I dalis, 2008):

<http://mkp.emokykla.lt/zmogausbiologija/> (pasirinkti temą „Kraujas“).

## DARBO METODIKA

Darbas atliekamas vadovaujantis **I-uojų tiriamojo darbo lygmeniu.**

Darbą atliekant pagal **I-ąjį lygmenį**, mokiniai supažindinami su tyrimo aktualumu (problema), tikslu. Gauna tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašą ir nuoseklų tiriamojo darbo eigos aprašą bei konkrečias užduotis.

Remdamiesi tyrimo aktualumu, iškelto tikslu, hipoteze ir dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą ją patikrina.

## EKSPERIMENTAS

**Aktualumas.** Netekęs daug kraujo žmogus gali mirti. Kokia kraujo sandara ir kokias funkcijas kraujas atlieka organizme?

**Tikslas** – pro mikroskopą apžiūrint žmogaus kraujo tepinėlių išanalizuoti kraujo sandarą bei aptarti funkcijas.

**Hipotezė.** Kraujo sandara pritaikyta atlikti gyvybiškai svarbias funkcijas.

**Laukiami rezultatai:**

- Pro mikroskopą apžiūrėdami žmogaus kraujo tepinėlių atpažins kraujo ląsteles ir jas nusipieš.
- Remdamiesi turimomis žiniomis kraujo ląsteles palygins tarpusavyje ir paaiškins jų atliekamas funkcijas.
- Remdamiesi pro mikroskopą stebimu žmogaus kraujo tepinėlio vaizdu, vadovaudamiesi 2-oje lentelėje pateikta medžiaga bei padedami mokytojo apibūdins leukocitų rūšis.
- Suformuluos bendrą išvadą apie kraujo sandarą ir atliekamas funkcijas.
- Tobulins mikroskopavimo įgūdžius.

**Mokymosi metodai:** darbas poromis, mikropreparatų stebėjimas pro mikroskopą (mikroskopavimas), analizė ir vertinimas.

**Ugdomos bendrosios kompetencijos**

*Komunikavimo* – per aptarimą, diskusijas, rezultatų pristatymą.

*Pažinimo* – analizuojant pateiktą informaciją bei mokymo(si) priemones: per mikroskopą stebint mikropreparatus, ieškant informacijos internete.

*Asmeninė* – dalijantis savo patirtimi.

*Iniciatyvumo ir kūrybingumo* – atliekant praktikos darbą, analizuojant ir vertinant rezultatus, išvadas.

**Priemonės:**

- Šviesinis mikroskopas.
- Žmogaus kraujo tepinėlis (1 pav.). Ilgalaikis mikropreparatas Nr. 12 iš mokytojams ir mokiniams skirtų rinkinių.

**Darbo eiga:**

1. Susipažinti su teorine medžiaga.
2. Remiantis anksčiau įgytomis žiniomis prisiminti, kiek litrų kraujo turi suaugęs žmogus? (*Ats.: apie 5 litrus*); kokias funkcijas kraujas atlieka? (*Ats.: pernešimo, apsauginę ir termoreguliacinę funkcijas*); kokia yra kraujo sandara? (*Ats.: kraujo plazma, ląstelės – eritrocitai ir leukocitai bei plokštelės – trombocitai*); kokį procesą vadiname kraujotaka, kokie organai sudaro kraujotakos sistemą? (*Ats.: procesas, kai kraujas teka kraujagyslėmis ir pasiekia viso kūno organus, audinius ir ląsteles; kraujotakos sistemą sudaro kraujas, širdis ir įvairaus skersmens kraujagyslės*).
3. Pro mikroskopą apžiūrėti žmogaus kraujo tepinėlių, savarankiškai atpažinti kraujo ląsteles ir jas nusipiešti. Piešinyje pažymėti: *a) eritrocitus, b) leukocitus*.
4. Remiantis teorine medžiaga apibūdinti kraujo ląsteles ir plokšteles, jų ypatybes ir atliekamas funkcijas surašyti į 1 lentelę.
5. Vadovaujantis pro mikroskopą stebimu žmogaus kraujo tepinėlio vaizdu (Nr. 12), padėti mokiniams atpažinti ir apibūdinti leukocitų rūšis ir užpildyti 2 lentelę.
6. Suformuluoti apibendrintą išvadą apie kraujo sandarą ir atliekamas funkcijas.

**Darbo išvada**

**Pateikite išvadą apie kraujo sandarą ir atliekamas funkcijas.**

Kraujas – skystas jungiamasis audinys, sudarytas iš plazmos, kraujo ląstelių eritrocitų ir leukocitų bei plokštelių – trombocitų. Kraujo plazma perneša kraujo ląsteles ir limfą, po organizmą nešioja maistingąsias medžiagas, hormonus, tiekia ląstelėms energines medžiagas, pvz., gliukozę, surenka ir, tekėdama pro šalinimo organus, pvz., inkstus, juose palieka medžiagų apykaitos produktus. Eritrocitai (raudonosios kraujo ląstelės) vykdo dujų (deguonies ir anglies dioksido) pernešimo funkciją. Be to, jų membranose yra specifinių baltymų, kurie lemia kraujo grupę. Leukocitai (baltosios kraujo ląstelės) atlieka apsauginę funkciją – gamina baltymus, kovojančius su mikrobais ir svetimkūniais, ir tokiu būdu palaiko imunitetą. Trombocitai, vitaminas K ir kalcis reikalingi, kad vyktų krešėjimo reakcija. Krešėdamas kraujas saugo organizmą nuo nukraujavimo. Taip pat kraujas atlieka termoreguliacinę funkciją – palaiko vienodą kūno temperatūrą.

### Kontroliniai klausimai ir užduotys

| Klausimai ir užduotys  | Atsakymai  |
|--|--|
| 1. Kas yra kraujas ir kuo jis panašus bei kuo skiriasi nuo kitų audinių?   | 1. Kraujas yra jungiamasis audinys, organizme atliekantis gyvybiškai svarbias funkcijas, pvz., pernešimo, apsauginę ir kt. Panašus į kitus audinius, nes, kaip ir jie, sudarytas iš ląstelių. Skiriasi, nes sudarytas iš įvairių (skirtingų) ląstelių ir kartu su limfa yra vieninteliai skysti audiniai organizme.  |
| 2. Paaiškinkite, kur vyksta kraujo ląstelių ir plokštelių gamyba bei kaip šis procesas vadinamas?  | 2. Eritrocitų gamyba vyksta raudonuosiuose kaulų čiulpuose; leukocitų – raudonuosiuose kaulų čiulpuose, blužnyje, limfmazgiuose; trombocitų – raudonuosiuose kaulų čiulpuose. Vadinamas – kraujodara.  |
| 3. Apibūdinkite kraujo plazmos savybes.  | 3. Plazma yra skystis, todėl gali cirkuliuoti, be to, plazmą sudarantis vanduo tirpina medžiagas, nes tik ištirpusias jas gali išnešioti po organizmą, kartu gabena kraujo ląsteles ir plokšteles.   |
| 4. Nurodykite, kuo kraujo ląstelės eritrocitai skiriasi nuo leukocitų?   | 4. Eritrocitai neturi branduolio ir tipiškoms ląstelėms būdingų organelių. Turi deguonies ir anglies dioksido dujas, galinčias prisijungti baltymo – hemoglobino. Pagrindinė funkcija – dujų perneša. Leukocitai – bespalvės kraujo ląstelės, turi branduolių ir tipiškoms ląstelėms būdingų organelių. Leukocitai cirkuliuoja su plazma, tačiau gali keisti formą bei patys prasiskverbti pro kapiliarų sienelės. Jų yra kelios rūšys, pavyzdžiui, limfocitai, monocitai, fagocitai ir kt. Tai kraujo ląstelės, kurios palaiko imunitetą. |
| 5. Remdamiesi pateiktais duomenimis apie kraujo plazmos sudėtį, nubraižykite procentinį medžiagų pasiskirstymo joje ir pavaizduokite kaip skritulinę diagramą. Diagramą išanalizuokite, aptarkite. Pateikite išvadą nurodydami, kokių junginių joje daugiausia, o kokių – mažiausia, taip pat svarbesnius jos baltymus bei jų funkcijas. | 5. Vanduo – 92 proc., baltymai – 7 proc., mineralinės druskos – 0,9 proc., gliukozė – 0,08-0,12 proc., lipidai – 0,6 proc.   |

### 3.2.1.2. LIMFMAZGIO MIKROSKOPINĖ SANDARA

(Demonstracinis praktikos darbas)

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. 11–12 klasės.

#### 5. Žmogaus sveikata

##### Nuostata

Saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą.

##### Gebėjimai

5.4. Paaiškinti, kaip žmogaus organizmas yra prisitaikęs apsisaugoti nuo žalingo mikroorganizmų poveikio, ir išvardinti profilaktikai naudojamus priemones.

##### Žinios ir supratimas

5.4.1. Apibūdinti baltųjų kraujo ląstelių funkciją ginti organizmą nuo ligas sukeliančių mikroorganizmų kaip natūralią organizmo gynybą.

5.4.2. Tuberkuliozės ir gripo pavyzdžiais apibūdinti bakterines ir virusines ligas.

5.4.4. Remiantis supratimu apie antigenus ir antikūnus aptarti skiepy paskirti.

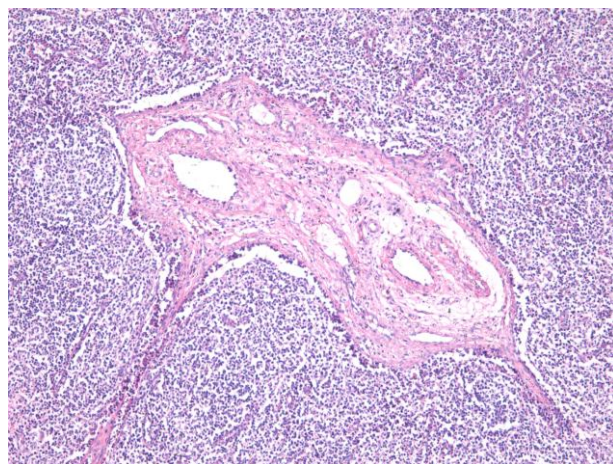
#### DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Limfos sistemos sandara.** Dalis kraujo plazmos prasiskverbia pro kapiliarų sienelės ir teka tarp audinių laisvai juos skalaudama. Šis skystis audiniams ir ląstelėms tiekia maisto medžiagų. Tarp audinių ir ląstelių cirkuliuojantis skystis vadinamas tarpląstelinis, arba audinių, skysčiu. Didžioji dalis šio skysčio grįžta į kapiliarus ir patenka į kraujotaką. Likusi dalis patenka į kitą apytakos sistemą – **limfos sistemą**. Į šią sistemą patekęs audinių skystis vadinamas **limfa**. Limfa – balzganas skystis, kuriame gausu riebalų. Ypač jų limfoje padaugėja pavalgis, nes virškinimo metu dauguma suskaidytų riebalų iš žarnyno įsiurbiami į limfą. Kaip šis įsiurbimas vyksta, susipažinote nagrinėdami virškinimo sistemą.

Limfa savo sudėtimi labai panaši į kraujo plazmą, tik turi mažiau baltymų. Joje nėra eritrocitų ir trombocitų, nes šie pro kapiliarus negali prasiskverbti. Tačiau limfoje gausu baltųjų kraujo ląstelių – **limfocitų**. **Prisiminkite leukocitų sandarą ir rūšis.**

Žmogaus organizme yra apie du litrus limfos. Ji cirkuliuoja limfos sistema, kurią sudaro **limfagyslės**. Pačios smulkiausios limfagyslės vadinamos **limfos kapiliarais**. Jais išraizgytas visas žmogaus organizmas. Limfagyslėmis limfa teka tik viena kryptimi, nes atgal grįžti jai neleidžia limfagyslių vožtuvai. Be to, limfa neturi kas ją varinėtų. Ją stumia aplink limfagysles susitraukinėjantys raumenys, todėl limfa teka lėtai. Stambesnės limfagyslės tam tikrose kūno vietose, pvz., kaklo srityje, kirkšnyse, turi audinio sustorėjimus – limfinius mazgus arba **limfmazgius** (1 pav.) Limfmazgiai veikia kaip filtrai – sulaiko į organizmą patekusius mikrobus. Be to, juose bręsta bei diferencijuojasi limfocitai. Mikrobus patekimas į organizmą vadinamas infekcija. Taigi ši sistema labai svarbi organizmui kovojant su infekcijomis.

**Leukocitai ir imunitetas.** Prieš patekdamą į kraują limfa prateka per limfmazgius ir pasipildo leukocitų. Esant virusinei ar bakterinei infekcijai limfmazgiai gali padidėti, nes suaktyvėja jų veikla. Į infekciją greičiausiai sureaguoja arčiausiai jos židinio esantys limfmazgiai. Pvz., esant danties, burnos ertmės uždegimui, padidėja kaklo srities limfmazgiai. O susirgus angina, padidėja ir



**1 pav.** Limfmazgio audinio fragmento vaizdas pro mikroskopą. (Matyti limfoidinis audinys, limfocitai)

skausmingi tampa gomurio gale esantys limfiniai mazgai – tonzilės. Organizmo reakcija į svetimkūnius vadinama uždegimu. Kad organizme kilo uždegimas, parodo infekuoto organo patinimas, paraudimas, skausmas, pakilusi kūno temperatūra. Tokiu būdu organizmas kovoja su infekcija. Į uždegiminę vietą suteka daugiau audinių skysčio, priplūsta daugiau kraujo.

#### **Paašškinkite, kodėl.**

Imuninėje sistemoje svarbiausias organizmo gynėjas – limfocitai. Pagal tai, kur yra gaminami, jie skirstomi į dvi rūšis: T limfocitus (gaminami blužnyje) ir B limfocitus (žinduolių – gaminami kaulų čiulpuose). B limfocitai atpažįsta ir „įsimena“ svetimkūnius. Šiems juos atpažinti padeda *antikūnai* – baltymai, kurie geba prisitvirtinti prie svetimkūnio. Į organizmą patekę svetimkūniai vadinami *antigenais*. Antigenai – taip pat baltymai. Jie randami mikrobu, pvz., virusų, paviršiuje. Po kurio laiko mikrobui vėl patekus į organizmą, B limfocitai lengvai jį atpažįsta ir padaro neveiklų. Tokiu būdu organizmas įgyja šio mikrobo sukeliama ligai atsparumą, vadinamą *imunitetu* (lot. *immunitas* – apsauga nuo ko nors). Todėl persirgus tam tikromis ligomis, jomis daugiau nesergama arba sergama daug lengvesne jų forma. T limfocitai antikūnų negamina. Šie limfocitai patys užpuola įsibrovėlius, todėl vadinami ląstelėmis žudikėmis. T limfocitų yra kelios rūšys. Vieni jų tiesiogiai puola mikrobus, kiti išskiria juos ardančias chemines medžiagas, treči – atlieka pagalbininkų funkciją.

Taip pat žinote, kad kai kurie leukocitai patys judėdami gali prasiskverbti į audinius pro kapiliarų sienes. Tokie yra *fagocitai*. Dėl savybės migruoti po organizmą jie dar vadinami klajojančiomis ląstelėmis. Nukeliauę į infekuotus audinius, mikrobus fagocitai įtraukia į citoplazmą ir „suvirškina“ taip pat, kaip ameba savo grobį. Šis skaidymo procesas vadinamas *fagocitoze*.

Visi esame matę pūlinį. Jis gali susidaryti aplink svetimkūnį, pvz., rakštį. Pūliai susidaro iš žuvusių fagocitų, ligos sukėlėjų, paties organizmo negyvų ląstelių. Taigi imunitetas saugo organizmą nuo infekcijų, naikina negyvas, struktūriškai pakitusias, pvz., vėžines, ląsteles. Dėl organizme aktyviai veikiančio imuniteto dažnai įvyksta iš donorų paimtų ir pacientui persodintų organų, pvz., širdies, inkstų, atmetimas. **Paašškinkite, kodėl.**

**Imuniteto formos.** Tam tikroms infekcinėms ligoms žmonės jau nuo gimimo yra atsparūs, nes atsparumą paveldi su genais iš tėvų. Toks imunitetas vadinamas natūraliu, arba *įgimtu*. Bakterijų sukeliama infekcijai organizmas atsparus netampa, todėl bakterinėms ligomis susirgti gresia daug kartų. Pavyzdžiui, išgijus nuo tuberkuliozės, ją sukeliančiomis bakterijomis galima užsikrėsti dar kartą ir vėl susirgti šia liga. Tačiau organizmas atsparus tampa daugeliui virusinių infekcijų. Pavyzdžiui, kartą persirgus viruso sukeltais vėjaraupiais, atsparumas įgyjamas visam gyvenimui. Tai *įgytas* imunitetas. Šis imunitetas taip pat priskiriamas prie natūralaus, arba savaiminio. Imunitetą galima sudaryti *skiepijant*. Skiepijimas – tai susilpnintų tam tikros ligos sukėlėjų suleidimas į organizmą, galintis sukelti nežymių ligos, nuo kurios skiepijama, apraiškų. Tokiu būdu susidaręs imunitetas vadinamas *dirbtiniu*. Pavyzdžiui, artėjant sezoniniam gripo proveržiui, nuo jo paskiepyti rizikos grupės žmonės (vaikai, senyvo amžiaus, sergantys širdies ir lėtinėmis ligomis) įgyja imunitetą ir nesuserga arba gali sirgti lengva gripo forma, todėl išvengia sunkių jo komplikacijų – plaučių ar širdies raumens uždegimo. Tačiau skiepytis nuo gripo reikia kasmet, nes šie virusai (A tipo) nuolat genetiškai kinta ir atsiranda vis naujų atmainų, vadinamų padermėmis, todėl praėjusio sezono skiepai tampa neveiksmingi. Persirgus gripu ar nuo jo paskiepijus, imunitetas susidaro tikrai tam (konkrečiam) virusui. Todėl šia liga galima vėl susirgti, jeigu užsikrečiama kitos atmainos virusu. Pasaulinės sveikatos organizacijos (PSO) specialistai kartu su skiepu gamintojais nuolat stebi gripo viruso sezoninius pokyčius, kad pagamintų skiepus, atitinkančius tuo metu plintančią gripo atmainą. Kiekvienais metais pasitaikantys gripo atvejai vadinami sezoniniais. Lietuvoje sezoniniu gripu įprastai sergama šaltuoju metu – nuo lapkričio iki balandžio. Gripas turi tendenciją išplisti iki didelių mastų, vadinamų *epidemija*. Epidemija skelbiama, kai sergamumas gripu tam tikrame regione siekia ne mažiau kaip 100 atvejų 10 000 gyventojų per savaitę. Tačiau kas kelis dešimtmečius visame pasaulyje registruojama milijonai gripo protrūkių – *pandemijų*. Gripo pandemijos nusineša milijonus žmonių gyvybių. Dažniausiai mirštama nuo gripo sukeltų komplikacijų. Pandemijos kyla maždaug kas 20–30 metų. Jas lemia tai, kad apytiksliai per tiek laiko A tipo virusų genomai pasikeičia iš esmės, tad susidaro visiškai nauji

virusų potipių, kurie ir sukelia pandemijas, nes nauja žmonių karta šiems virusų potipiams neturi atsparumo.

## DARBO METODIKA

Darbas atliekamas vadovaujantis **I-uoju tiriamojo darbo lygmeniu**.

Darbą atliekant pagal **I-ąjį lygmenį**, mokiniai supažindinami su tyrimo aktualumu (problema), tikslu. Gauna tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašą ir nuoseklų tiriamojo darbo eigos aprašą bei konkrečias užduotis.

Remdamiesi tyrimo aktualumu, iškelto tikslu, hipoteze ir dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą ją patikrina.

## EKSPERIMENTAS

**Aktualumas.** Žmogaus gyvenamojoje aplinkoje gausu mikrobu, kurie įvairiais būdais gali patekti į kūną. Nors jais ir užsikrečiama, bet ne visada susergama, nes organizme yra jų saugančių specialių ląstelių. Audinių ir organų sistema, kurioje šios ląstelės veikia, vadinama limfos, arba imunine, sistema. Kas šią sistemą sudaro ir kaip ji veikia?

**Tikslas** – pagilinti žinias apie limfos sistemą bei pademonstruoti limfinio mazgo mikroskopinę sandarą.

**Hipotezė.** Limfmazgis – svarbi limfos sistemos dalis, kurioje bręsta ir diferencijuojasi limfocitai.

### Laukiami rezultatai

Remdamiesi įgytomis žiniomis:

- nurodys, iš ko sudaryta limfos sistema, bei paaiškins, kaip ji funkcionuoja;
- leukocitus apibūdins kaip kraujo ir limfos (imuninės) sistemos ląsteles, saugančias organizmą nuo mikrobu ir svetimkūnių;
- paaiškins limfmazgio mikroskopinę sandarą bei nurodys atliekamas funkcijas.

**Mokymosi metodai:** informacijos analizė, demonstravimas.

## Priemonės:

- Šviesinis mikroskopas su kamera.
- Ilgalaikis mikropreparatas Nr. **29** – žmogaus limfinio mazgo skersinis pjūvis (1 pav.) iš mokytojams skirto mikropreparatų rinkinio.

## Tiriamojo darbo eiga

- Remiantis mokytojo aiškinimu apie limfinio mazgo mikroskopinę sandarą bei ekrane demonstruojant skersinį jo pjūvį (Nr. 29), schemiškai nusipiešti pjūvio vaizdą. Piešinyje pažymėti *limfinį (limfoidinį) audinį* bei *limfocitus*.
- Suformuluoti išvadą apie limfos (imuninės) sistemos reikšmę organizmui bei limfmazgio mikroskopinę sandarą ir atliekamas funkcijas.

## Darbo išvados

**Pateikite išvadą apie limfmazgio sandarą ir atliekamas funkcijas.**

Limfos (imuninė) sistema kovoja su į organizmą patenkančiais mikrobiais ir svetimkūniais. Šią sistemą sudaro skystoji dalis – limfa, limfagyslės bei jų sustorėjimai – limfiniai mazgai, arba limfmazgiai. Limfmazgį sudaro jungiamojo audinio kapsulė, kuri pertvarėlių padalyta į skiltis. Skiltys užpildytos limfiniu (limfoidiniu) audiniu, kuriame bręsta bei diferencijuojasi limfocitai. Limfmazgiai veikia kaip apsauginiai filtrai – sulauko į organizmą patekusius mikrobus.

**KLAUSIMAI IR UŽDUOTYS**

| Klausimai ir užduotys   | Atsakymai   |
|---|---|
| 1. Paaiškinkite, ką vadiname limfos (imunine) sistema, kuo ji svarbi organizmui?  | 1. Audinių ir organų sistema, kuri organizmui suteikia specifinę apsaugą nuo infekcijų ir svetimkūnių, naikina negyvas ar struktūriškai pakitusias ląsteles, pvz., vėžines.   |
| 2. Kokiomis savybėmis pasižymi limfocitai ir kaip susidaro imunitetas?  | 2. Leukocitai – B limfocitai atpažįsta ir „įsimena“ svetimkūnius. Šiems juos atpažinti padeda antikūnai – baltymai, kurie geba prisitvirtinti prie svetimkūnio. Todėl po kurio laiko, mikrobui vėl patekus į organizmą, lengvai jį atpažįsta ir padaro neveiklų. Tokiu būdu organizmas įgyja šio mikrobo sukeliamai ligai atsparumą, vadinamą imunitetu.                                      |
| 3. Imuniteto formas pavaizduokite schema.   | 3. Schema – interpretacinio pobūdžio.<br>Imuniteto formos: natūralus – įgimtas ir įgytas; dirbtinis – įgyjamas skiepijant arba sudaromas į organizmą suleidus gydomojo serumo.  |
| 4. Kokius žinote skiepus nuo infekcinių ligų?   | 4. Skiepijama nuo erkinio encefalito, tuberkuliozės, vėjaraupių.  |
| 5. Kaip paaiškintumėte, kad, persirgus kai kuriomis virusinėmis ligomis, jomis daugiau nesergama, o, pavyzdžiui, susirgti gripu žmogus gali daug kartų? | 5. Persirgus kai kuriomis virusinėmis ligomis, įgyjamas natūralus imunitetas ir daugiau jomis nesusergama arba sergama lengva forma. Gripo virusai nuolat genetiškai kinta ir atsiranda vis naujų atmainų. Todėl, persirgus gripu ar nuo jo paskiepijus, imunitetas susidaro tiksliai tam (konkrečiam) virusui. Todėl šia liga galima vėl susirgti, jeigu užsikrečiama kitos atmainos virusu. |



### 3.2.1.3. ATEROSKLEROZĖS PAŽEISTOS ARTERIJOS STEBĖJIMAS PRO MIKROSKOPĄ

(Demonstracinis praktikos darbas)

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. 11–12 klasės.

| 4. Medžiagų apykaita ir pernaša   |   |
|---|---|
| Nuostata  |   |
| Suvokiant įvairių organizmų prisitaikymo unikalumą, saugoti gyvybę.   |   |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
| 4.4. Susieti žmogaus kraujotakos ypatumus su prisitaikymu atlikti medžiagų pernašos ir organizmo apsaugos funkcijas | 4.4.1. Remiantis paveikslais, schemomis, muliažais ar kompiuteriniais mokomaisiais objektais apibūdinti žmogaus kraujotaką kaip uždara sistemą, kurioje dėl širdies darbo kraujas teka dviem kraujo apytakos ratais ir išnešioja įvairias medžiagas po organizmą.<br>4.4.3. Apibūdinti kraujo sandarą ir analizuojant kraujo tyrimo rezultatus aiškintis kraujo sudėties pokyčių reikšmę organizmui, pavyzdžiui, sumažėjusio hemoglobino kiekio (dujų pernašai), padidėjusio leukocitų skaičiaus (organizmo atsparumui) ar sumažėjusio trombocitų skaičiaus (krešėjimui). |
| 5. Žmogaus sveikata   |   |
| Nuostata  |   |
| Saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą.   |   |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
| 5.1. Apibrėžti sveiką gyvenimą.   | 5.1.1. Aptarti sveikatos ir sveikos gyvensenos sampratas. Paaiškinti sveikatos saugojimo ir tausojimo būdus, naudą.   |
| 5.2. Apibūdinti maistinių medžiagų ir energijos poreikį.  | 5.2.1. Remiantis supratimu apie organines, neorganines medžiagas ir cheminius junginius aptarti tinkamą žmogaus mitybą.   |

#### DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Prisiminkime, kaip kraujas teka arterijomis, kapiliarais ir venomis.** Žmogaus organizme kraujas teka kraujagyslėmis, didžiuoju ir mažuoju kraujo apytakos ratais. Vienomis kraujas teka iš širdies, kitomis į ją grįžta. Taip pat kraujagyslės skiriasi skersmeniu, sienelės storium, elastingumu. Pagal sienelės sandarą ir kraujo tekėjimo kryptį jomis kraujagyslės skirstomos į arterijas, kapiliarus ir venas. **Arterijomis** kraujas teka iš širdies į organizmą ir organus. Tai stambios kraujagyslės. Be to, jos yra tvirtos, elastingos, kadangi širdies jėgos stumiamas kraujas jomis teka aukštu spaudimu. Jų sienelė sudaryta iš trijų sluoksnių: išorinio dangalo – jungiamojo audinio sluoksnio, vidurinio – storo lygiųjų raumenų sluoksnio, ir vidinio – vienasluoksnio epitelio, vadinamo endotelium. Pati stambiausia žmogaus organizmo arterija eina iš širdies ir vadinama **aorta**. Organizme arterijos šakojasi į vis smulkesnes kraujagysles – **kapiliarus**. Tai labai smulkios kraujagyslės, kurios maisto medžiagomis gali aprūpinti atskiras ląsteles. Kapiliarai vykdo medžiagų mainus tarp kraujo ir ląstelių bei audinių. Kitaip negu kitų kraujagyslių, kapiliarų sienelės yra laidžios, nes sudarytos iš vienintelio epitelinių ląstelių sluoksnio – endotelio. Todėl medžiagos gali pro sienelę prasiskverbti į audinių skystį ir iš jo grįžti atgal į kapiliarus. Organuose kapiliarai

susilieja į smulkias *venules*, kurios tolydžiai darosi vis stambesnės ir pereina į *venas*. Venomis kraujas grįžta iš organų į širdį. Šios kraujagyslės plonesnės už arterijas. Jų sienelės sudaro jungiamojo audinio sluoksnis, plonas lygiųjų raumenų sluoksnis bei endotelis. Venomis kraujas teka lėčiau ir mažesniu slėgiu nei arterijomis. Šis slėgių skirtumas užtikrina, kad kraujagyslėmis kraujas tekėtų tik viena kryptimi. Taip pat vienakryptį kraujo judėjimą venomis užtikrina jose esantys vožtuvai.

1 lentelė

**Kraujagyslių sandaros ypatumai**

| Kraujagyslės rūšis | Kraujagyslės ypatumai ir funkcija   | Kraujo spaudimas | Kraujo tekėjimo kryptis |
|--------------------|---|------------------|-------------------------|
| Arterijos          | Tvirtos ir elastingos, sudarytos iš jungiamojo audinio dangalo, storo lygiųjų raumenų sluoksnio ir vienasluoksnio epitelio – endotelio.                         | Aukštas          | Iš širdies              |
| Aorta              | Stambiausia organizmo arterija.   | Aukštas          | Iš širdies              |
| Kapiliarai         | Smulkios, plonasienės kraujagyslės, sudarytos tik iš vienintelio endotelio sluoksnio. Jose vyksta medžiagų mainai difuzijos, absorbcijos ir pinocitozės būdais. | Žemas            | Į širdį                 |
| Venulės            | Tarpinio tipo kraujagyslės, kurių sienelė tolydžio storėja ir pereina į venas.  | Žemas            | Į širdį                 |
| Venos              | Sienelės plonesnės už arterijų, jas sudaro jungiamojo audinio dangalas, plonas lygiųjų raumenų sluoksnis ir endotelis. Kai kurios turi vožtuvus.                | Žemas            | Į širdį                 |

**Kas skatina aterosklerozės vystymąsi.** Kraujagyslių būklė labai susijusi su mitybos įpročiais. Širdžiai ir kraujagyslėms ypač žalingas su maistu gaunamas per didelis lengvai pasisavinamų angliavandenių, druskos, gyvūninių riebalų kiekis. Kalorijų, sočiųjų riebalų gausus maistas kartu su kitais rizikos veiksniais (pvz., rūkymu) gali pagreitinti *aterosklerozės* vystymąsi. Labiausiai šią ligą progresuoti skatina *cholesterolis*, nors jis – vienas iš svarbesnių kraujo plazmos lipidų. Organizmui cholesterolis reikalingas kaip energinė medžiaga. Be to, jis įeina į visų gyvūninių ląstelių sudėtį.

Kraujuje esantys lipidai skiriasi koncentracija, todėl cholesterolis yra dviejų rūšių – didelio (DTL) ir mažo (MTL) tankio. Aterosklerozę šie lipidai skatina nevienodai: mažo tankio cholesterolis ir trigliceridai aterosklerozės vystymąsi skatina, o didelio tankio cholesterolis, priešingai, – neleidžia jai vystytis. Šis cholesterolis, kuris pasižymi aterosklerozę stabdančiomis savybėmis, vadinamas „geruoju cholesteroliu“. Vienas iš veiksnių, skatinančių cholesterolio kiekio

kraujuje padidėjimą, – gyvūninės kilmės riebalų perteklius maiste. Pagrindiniai šaltiniai: riebi mėsa, riebus pieno produktai, kiaušinių tryniai. Tačiau organizme cholesterolis kaupiasi ne vien dėl maisto. Šis lipidus į kraują patenka dviem būdais: pagaminamas kepenyse arba gaunamas su maistu. Žmogaus organizme yra pagaminama net 80 proc. cholesterolio, kuris randamas kraujyje, o likę 20 proc. – patenka su maistu. Todėl daugeliui žmonių nepavyksta sumažinti cholesterolio kiekio kraujyje laikantis dietos.

Cholesterolio (ir kitų plazmos lipidų) kiekis kraujyje nustatomas atliekant detalų kraujo tyrimą. Normalu, jei bendras cholesterolio kiekis neviršija 5,2 milimolio viename litre (mmol/l) kraujo. Sutrikus organizmo lipidų apykaitai, kraujyje jo gali padidėti kelis kartus. Perteklinis cholesterolis kaupiasi ant kraujagyslių sienelių ir gali jas užkimšti (panašiai, kaip nešvarumai nusėda ant vandentiekio vamzdžių). Tada kyla rizika susirgti ateroskleroze. Riebalinių medžiagų sankaupos kraujagyslėse vadinamos **aterosklerozinėmis plokštelėmis** (1 pav.). Dėl to sutrinka širdies, smegenų arba kitų kūno organų aprūpinimas deguonimi ir maisto medžiagomis.

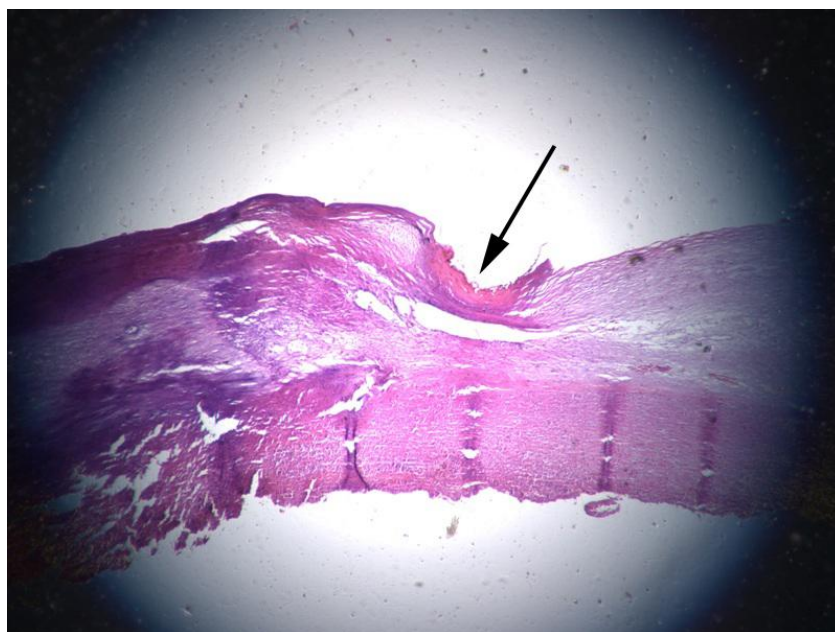
2 lentelė

Lipidų kiekio kraujyje normos

| Rizikos faktoriai   | Bendras cholesterolis | MTL cholesterolis | DTL cholesterolis  | Trigliceridai  |
|---|-----------------------|-------------------|--|----------------|
| Sergantys širdies ir kraujagyslių ligomis arba cukriniu diabetu | Iki 4,5 mmol/l        | Iki 2,5 mmol/l    | Daugiau nei 1,0 mmol/l (vyrams) ir iki 1,2 mmol/l (moterims) | Iki 1,7 mmol/l |
| Nesergantys   | Iki 5,2 mmol/l        | Iki 3 mmol/l      | Daugiau nei 1,0 mmol/l (vyrams) ir iki 1,2 mmol/l (moterims) | Iki 1,7 mmol/l |

**Aterosklerozės rizika sveikatai.** Aterosklerozė pažeidžia gyvybiškai svarbias kraujagysles – arterijas, kuriomis kraujas neša organizmo audiniams deguonį ir maisto medžiagas. Dažniausiai aterosklerozinės plokštelės kaupiasi širdies vainikinėse arterijose ir sutrikdo šių arterijų kraujotaką bei sukelia išeminę (arba koronarinę) širdies ligą. (Prisiminkite, kokias arterijas vadiname širdies vainikinėmis arterijomis). Išeminė liga – tai būklė, kai dėl susiaurėjusio kraujagyslių skersmens širdies raumuo nuolat stokoja deguonies ir maisto medžiagų, todėl sutrinka normalus širdies funkcionavimas.

Plyšus aterosklerozinės plokštelės dangalui, gali susidaryti **trombas**. Kraujagyslės užsikimšimas trombu vadinamas **tromboze**. Pavyzdžiui, galvos smegenų kraujotakos sutrikimas dėl trombo vadinamas **išeminiu smegenų insultu**. Širdį maitinančių vainikinių arterijų trombozė, dėl kurios apmiršta dalis širdies raumens, nes sutrinka jo aprūpinimas deguonimi, vadinamas **miokardo infarktu**. Aterosklerozinė plokštelė



1 pav. Pro mikroskopą matoma aterosklerozinės plokštelės pažeista arterijos sienelė

užsikimšus kojų arterijoms gali vystytis šių galūnių **gangrena**. Aterosklerozė pažeisti gali ir venas. Venos trombozė atplaiša su krauju keliauja į plaučius ir sukelia plaučių kraujagyslių trombozę, kuri vadinama **embolija**.

## DARBO METODIKA

Darbas atliekamas vadovaujantis **I-uoju tiriamojo darbo lygmeniu**.

Darbą atliekant pagal **I-ąjį lygmenį**, mokiniai supažindinami su tyrimo aktualumu (problema), tikslu. Gauna tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašą ir nuoseklų tiriamojo darbo eigos aprašą bei konkrečias užduotis.

Remdamiesi tyrimo aktualumu, iškelto tikslu, hipoteze ir dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą ją patikrina.

## EKSPERIMENTAS

**Aktualumas.** Aterosklerozė pradeda vystytis labai anksti, dar paauglystėje. Iš pradžių kraujagyslėse susiformuoja riebalinė dėmė, kuri su žmogaus amžiumi didėja ir virsta aterosklerozine plokštele. Dažnai šis procesas dar vadinamas kraujagyslių kalkėjimu.

Žinant aterosklerozės atsiradimo priežastis, jos vystymąsi galima sulėtinti. Kartais polinkio sirgti kai kuriomis ligomis negalime išvengti, nes tai nulemia paveldimumas. Nustatyta, kad polinkis sirgti aterosklerozė gali būti paveldimas.

**Tikslas** – išanalizuoti, kas lemia aterosklerozės vystymąsi, kokią įtaką ji turi žmogaus sveikatai, bei pademonstruoti aterosklerozinės plokštelės pažeistą arteriją.

**Hipotezė.** Aterosklerozė yra priežastis atsirasti gyvybiškai svarbių organų kraujotakos sutrikimams.

### Laukiami rezultatai:

- Paaškins, kaip kraujas teka arterijomis, kapiliarais ir venomis.
- Nurodys dažniausiai pasitaikančius kraujotakos sutrikimus, kuriuos sukelia aterosklerozė, bei paaškins, kaip sulėtinti jos vystymąsi.
- Ugdysis visavertės ir sveikos mitybos bei rūpinimosi savo ir kitų sveikata įpročius.

**Mokymosi metodai:** informacijos analizė, demonstravimas.

## Priemonės:

- Šviesinis mikroskopas su kamera.
- Ilgalaikis preparatas **Nr. 62** – aterosklerozė žmogaus arterijose – matomi pakitimai kraujagyslių sienelėje (1 pav.) iš mokytojui skirto mikropreparatų rinkinio.

## Darbo eiga

- Remdamiesi anksčiau įgytomis žiniomis mokiniai prisimins: kaip teka kraujas žmogaus organizme? (*Ats.: didžiuoju ir mažuoju kraujotakos ratais*); kodėl žinduolių, taip pat ir žmogaus kraujas teka dviem apytakos ratais? (*Ats.: pirmuoju ratu kraujas keliauja į plaučius. Juose kraujas prisisotina deguonies ir atiduoda CO. Antruoju – teka po visą organizmą ir atiduoda deguonį, maistingąsias medžiagas bei prisijungia CO*).
- Vadovaujantis pateikta informacija, kaip kraujas teka arterijomis, kapiliarais ir venomis, užpildyti 1 lentelę.
- Ekrane demonstruojant mikropreparatą (Nr.62) su aterosklerozės pažeista arterija (1 pav.), schemiškai nuspiešti jos vaizdą. Piešinyje pažymėti: *a) arterijos sienelę; b) aterosklerozinę plokštelę*.

- Suformuluoti išvadą apie aterosklerozės vystymosi priežastis bei daromą žalą žmogaus sveikatai.

### Darbo išvados (tikėtinos)

**Pateikite išvadą apie aterosklerozės vystymosi priežastis bei daromą žalą žmogaus sveikatai.**

Sočiųjų riebalų gausus maistas kartu su kitais rizikos veiksniais gali pagreitinti aterosklerozės vystymąsi. Kartais polinkis sirgti ateroskleroze gali būti paveldimas. Aterogeniškiausias yra kraujo plazmos lipidas – cholesterolis. Vienas iš veiksnių, skatinančių jo kiekio kraujyje padidėjimą, – gyvūninės kilmės riebalų perteklius maiste. Ateroskleroze pažeidžia gyvybiškai svarbias kraujagysles – arterijas, kuriomis kraujas neša organizmo audiniams deguonį ir maisto medžiagas. Dažniausiai aterosklerozinės plokštelės kaupiasi širdies vainikinėse arterijose ir sutrikdo šių arterijų kraujotaką bei sukelia išeminę širdies ligą. Plyšus aterosklerozinės plokštelės dangalui, gali susidaryti trombas ir žmogų ištikti miokardo infarktas arba išeminis smegenų insultas.

### KONTROLINIAI KLAUSIMAI IR UŽDUOTYS

| Klausimai   | Atsakymai  |
|---|--|
| 1. Pagal ką skirstomos kraujagyslės į arterijas, kapiliarus ir venas.                     | 1. Pagal sienelės sandarą ir kraujo tekėjimo kryptį jomis.   |
| 2. Kokie veiksniai skatina aterosklerozės vystymąsi?                                      | 2. Kalorijų, sočiųjų riebalų gausus maistas gali pagreitinti aterosklerozės vystymąsi. Labiausiai šią ligą progresuoti skatina cholesterolis. Kartais polinkis sirgti ateroskleroze gali būti paveldimas.  |
| 3. Kaip skirstomi plazmos lipidai bei kaip šie lipidai skatina aterosklerozės atsiradimą? | 3. Kraujyje esantys lipidai skiriasi koncentracija, todėl cholesterolis yra dviejų rūšių – didelio (DTL) ir mažo (MTL) tankio. Ateroskleroze šie lipidai skatina nevienodai: mažo tankio cholesterolis ir trigliceridai aterosklerozės vystymąsi skatina, o didelio tankio cholesterolis, priešingai, – neleidžia jai vystytis.  |
| 4. Nurodykite aterosklerozės žalą žmogaus sveikatai.                                      | 4. Ateroskleroze pažeidžia gyvybiškai svarbias kraujagysles – arterijas. Dažniausiai aterosklerozinės plokštelės kaupiasi širdies vainikinėse arterijose ir sutrikdo šių arterijų kraujotaką bei sukelia išeminę širdies ligą. Plyšus aterosklerozinės plokštelės dangalui, gali susidaryti trombas ir žmogų ištikti miokardo infarktas arba išeminis smegenų insultas. Aterosklerozine plokštele užsikimšus kojų arterijoms gali vystytis šių galūnių gangrena. |
| 5. Patarkite, kokiomis priemonėmis būtų galima sulėtinti aterosklerozės vystymąsi.        | 5. Visų pirma, reikia atlikti detalų kraujo tyrimą ir nustatyti lipidų kiekį jame. Jų kraujyje esant per daug, reikia koreguoti mitybą: mažinti gyvūninės kilmės riebalų kiekį maiste ir valgyti daugiau daržovių, vaisių bei skaidulinių medžiagų turinčių produktų.  |

### 3.2.1.4. SKIRTINGO FIZINIO KRŪVIO ĮTAKOS ŠIRDIES DARBUI IR KRAUJOSPŪDŽIUI TYRIMAS BEI ANALIZĖ

(Pagal I-ąjį – patvirtinamąjį – tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenį)

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. 11–12 klasės.

#### 5. Žmogaus sveikata

##### Nuostata

Saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą.

##### Gebėjimai

##### Žinios ir supratimas

5.1. Apibrėžti sveiką gyvenimą

5.1.1. Aptarti sveikatos ir sveikos gyvenimo sampratas. Paaiškinti sveikatos saugojimo ir tausojimo būdus, naudą.  
5.1.2. Susieti gerą fizinę ir psichologinę savijautą.

5.3. Paaiškinti reguliarios mankštos poveikį atamos ir judėjimo, širdies ir kraujagyslių, kvėpavimo sistemų veiklai ir apskritai sveikatai.

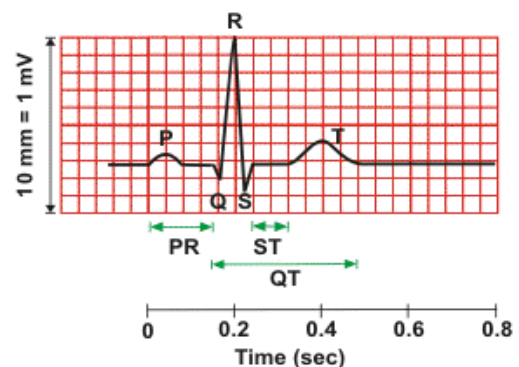
5.3.3. Apibūdinti pulso dažnio priklausomybę nuo fizinio krūvio. Praktinio darbo metu matuoti kraujospūdį ir apibūdinti gautus duomenis.

#### TIRIAMOJO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Fizinis aktyvumas** mobilizuoja visas organizmo sistemas, stiprina širdies raumenį, padidina gyvybinę plaučių talpą, todėl organizmas geriau aprūpinamas deguonimi. Mažas fizinis aktyvumas – vienas iš širdies ligų rizikos veiksnių. Įrodyta, kad fiziškai neaktyvūs žmonės širdies ligomis serga du kartus dažniau nei sportuojantys. Mažai judantys žmonės dažniau nutunka. Turintiems viršsvorio, padidėja kraujospūdis, pakinta gliukozės apytaka, kraujyje padaugėja lipidų. Pastarasis faktorius skatina aterosklerozės vystymąsi.

Norint pagerinti savo fizinį darbingumą, kartu ir sveikatą, rekomenduojama sportuoti 3-5 kartus per savaitę po 30 minučių. Pasirinkta sporto arba pratimų rūšis turi tikti jūsų amžiui, įgūdžiams ir nedaryti žalos organizmui. Pernelyg didelis fizinis krūvis veikia priešingai – alina širdį. Tinkamiausias – vidutinio intensyvumo krūvis, pasiekiant 60-75 proc. maksimalaus širdies susitraukimų dažnio. Maksimalų pulso dažnį galite apskaičiuoti iš 220 (vyrams) arba iš 210 (moterims) atėmę savo amžiaus metus.

**Kaip dirba širdis, parodo pulsas.** Susitraukinėdamas kairiojo skilvelio miokardas slegia kraują ir su didele jėga išstumia jį iš širdies, kad šis pasiektų vidaus organus. Kiekvienas širdies susitraukimas sukuria tvinksnį (bangą) arterijose. Kūno vietose (ties riešu, kaklo srityje, smilkiniuose), kur arterijos paviršinės ir driekiasi prie pat odos, ši slėgio banga gali būti apčiuopiama. Ji vadinama **pulsu**. Pulsas yra toks pat, kaip ir širdies susitraukimų dažnis. Todėl tikrindami sveikatą gydytojai pirmiausia bando jį apčiuopti. Sveiko žmogaus širdis plaka ritmiškai ir tolygiai. Jos darbą galima nustatyti ne tik čiuopiant, matuojant pulsą ar klausant medicininio stetoskopu, bet ir užrašyti elektrokardiografu. Šis prietaisas naudojamas širdies veiklos sutrikimams diagnozuoti. Prie paciento krūtinės ir galūnių pritvirtinami elektrodai, kurie siunčia impulsus į aparatą, o šis



**1 pav.** EKG fragmentas parodo elektrinio impulso plitimą širdies raumeniu kiekvieno širdies susitraukimo metu (intervalas **PR** atitinka „Prieširdžių susitraukimą“, intervalas **QT** atitinka „Skilvelių darbą“, intervalas **ST** atitinka „Skilvelių ramybės būseną“)

juos užrašo kaip kreivę. Užrašyta širdies bioelektrinio lauko potencialo kreivė vadinama **elektrokardiograma**, sutrumpintai – **EKG**. Kreivės danteliai pavadinti abėcėlės raidėmis. Jie rodo širdies raumens susitraukimų ir atsipalaidavimų ciklus. Impulsui plintant prieširdžiais susidaro P dantelis, o plintant skilveliais susidaro keli danteliai, vadinami QRS kompleksu. T dantelis atspindi širdies raumens elektrinių savybių atsistatymą. **Prisiminkite, kokie ciklai sudaro širdies darbą.**

**Arterinis kraujospūdis (AKS) – kraujo slėgis kraujotakos sistemoje.** Įvairiose kraujotakos sistemos dalyse kraujas teka nevienodu spaudimu. Arterijomis jis teka dideliu slėgiu. Kraujo spaudimas į arterijų sienelės vadinamas **arteriniu kraujo spaudimu** arba kraujospūdžiu. Didžiausias arterinis kraujo spaudimas yra aortoje (apie 140 mm Hg) sistolės metu, o mažiausias – venose diastolės metu. Apatinėje ir viršutinėje tuščiojoje venoje jis lygus 0 mm Hg.

Kraujospūdį sukuria širdies darbas, todėl šis kinta esant skirtingai jos veiklai. Per dieną žmogaus spaudimas gali šiek tiek svyruoti priklausomai nuo jo fizinės veiklos arba emocinės būklės. Paprastai tokio svyravimo nejaučiame ir sveikatai jis nepavojingas. Trumpalaikį kraujospūdžio padidėjimą gali nulemti pakilusi kūno temperatūra sergant infekcine liga, pervargus, susijaudinus ar pan. Ilgesnį laiką trunkantis aukštas kraujo spaudimas vadinamas **arterine hipertenzija**. Hipertenzija – per aukšto kraujo spaudimo liga. Ji padidina miokardo infarkto riziką, bet labiausiai – kraujo išsiliejimo į smegenis (hemoraginio insulto) pavojų, kadangi gali plyšti smegenų kraujagyslė. Ypač kraujagyslei plyšti pavojus kyla tuomet, kai veikiama spaudimo išsiplečia jos sienelės dalis ir susidaro į maišelį panaši struktūra, vadinama aneurizma. Taip pat nuo per didelio kraujo slėgio gali plyšti aorta. Ilgai negydoma hipertenzija pažeidžia širdies raumenį (raumuo ima storėti). Šis ligos atvejis apibūdinamas kaip „išsiplėtusi širdis“. Be to, gali pažeisti inkstus, regėjimą, atsirasti pakitimų smegenyse.

Per žemas arterinis kraujo spaudimas vadinamas **arterine hipotenzija**. Arterinė hipotenzija gali būti įgimta (šiems žmonėms žemas kraujo spaudimas yra norma) arba laikina (ją nulemia tam tikros sąlygos, pvz., jautrumas elektromagnetiniams laukams). Staigų kraujo spaudimo sumažėjimą gali nulemti žmogaus emocinė būseną, kuriai daro įtaką vegetacinė nervų sistema. Staiga nukritus spaudimui, kraujas teka vangiai ir mažiau aprūpina smegenis deguonimi, todėl žmogus gali nualpti (prarasti sąmonę).

Sergantiems arterine hipotenzija sulėtėja kraujo apytaka ir labai sumažėja bendrasis organizmo tonusas – žmogus jaučiasi mieguistas ir vangus. Be to, gali svaigti galva, pykinti, sutrikti regėjimas, šalti galūnės. Taip pat kankinti nemiga, atsirasti širdies veiklos sutrikimų.

Žinodami kraujospūdį, galime laiku užkirsti kelią su hipertenzija ar hipotenzija susijusių rizikos veiksnių vystymuisi. Sergant šiomis ligomis, kraujospūdį būtina nuolat sekti.

AKS matuojamas manometru (mechaniniu arba elektroniniu matuokliu) žasto srityje. Kraujospūdžio rodmenys reiškiami mm Hg (gyvsidabrio stulpelio milimetrais). Pirmasis, didesnis, skaičius rodo širdies susitraukimo sukurtą spaudimą ir vadinamas **sistoliniu**. Antrasis, mažesnis, skaičius rodo spaudimą kraujagyslėse tarp širdies susitraukimų ir vadinamas **diastoliniu**.

1 lentelė

**Arterinio kraujo spaudimo kategorijų klasifikacija**  
(Šaltinis: Pasaulinė sveikatos organizacija / Tarptautinė hipertenzijos draugija, 1999)

| Kategorija                        | Sistolinis AKS (mm Hg) | Diastolinis AKS (mm Hg) |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Optimalus                         | <120                   | <80                     |
| Normalus                          | 120-129                | 80-84                   |
| Aukštas normalus                  | 130-139                | 85-89                   |
| 1 laipsnio arterinė hipertenzija  | 140-159                | 90-99                   |
| 2 laipsnio arterinė hipertenzija  | 160-179                | 100-109                 |
| 3 laipsnio arterinė hipertenzija  | ≥ 180                  | ≥110                    |
| Izuoliuota sistolinė hipertenzija | ≥140                   | <90                     |

|                |        |       |
|----------------|--------|-------|
| Žemas normalus | 90-100 | 60-65 |
| Hipotenzija    | <90    | <60   |

## DARBO METODIKA

Atsižvelgiant į klasės gebėjimų lygį, šį tiriamąjį darbą galima atlikti vadovaujantis **I-uoju** arba **II-uoju tiriamojo darbo lygmenimis**.

Darbą atliekant pagal **I-ąjį lygmenį**, mokiniai supažindinami su tyrimo aktualumu (problema), tikslu. Gauna tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašą ir nuoseklų tiriamojo darbo eigos aprašą bei konkrečias užduotis.

Remdamiesi tyrimo aktualumu, iškeltu tikslu, hipoteze ir dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą ją patikrina.

**Pastaba.** Nesant laboratorijos „Nova 5000“ ir širdies ritmo bei EKG jutiklių, kraujospūdį matuoti rekomenduojama su elektroniniais arba mechaniniais kraujospūdzio matuokliais. Su EKG – tik supažindinama, paaiškinant kreivės dantelių P, QRS kompleksų bei T reikšmes (pavyzdžiui, to reikalaujama 11–12 klasių kurse ir egzaminų programoje).

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo aktualumas.** Skirtingų žmonių širdis plaka nevienodu ritmu. Ramybės būsenos sveiko suaugusio žmogaus širdies ritmo dažnis yra apie 60-70 kartų per minutę. Vaikų širdis plaka dažnesniu ritmu: nuo 3 iki 7 metų apie 95 dūžiai, nuo 8 iki 14 metų – 80 dūžių per minutę. Senyvo amžiaus žmonių širdis plaka lėčiausiai – apie 65 dūžiai per minutę. Taip pat širdies ritmas priklauso nuo kūno masės, medžiagų apykaitos bei žmogaus sportinio pasirengimo. Pavyzdžiui, ramybės būsenos sportuojančio žmogaus širdis plaka lėčiau, o nejudraus – greičiau. Be to, širdies plakimo dažnį slopina arba skatina vegetacinė nervų sistema, kai kurie hormonai, pvz., adrenalinas. Pagreitėjęs suaugusio žmogaus širdies plakimo dažnis (100 ir daugiau k/min.) vadinamas tachikardija, o sulėtėjęs (mažiau negu 60 k/min.) – bradikardija. Patyrus fizinį krūvį, pvz., mankštintis, širdis ima plakti dažniau, laipsniškai pakyla kraujospūdis, padažnėja kvėpavimas. Be to, skirtingi fiziniai krūviai širdies darbui daro nevienodą įtaką. Po fizinio krūvio fiziškai stipraus žmogaus širdies ritmas bei kraujospūdis sunormalėja per 1-2 minutes.

**Kodėl dirbant fizinį darbą padidėja širdies ir kvėpavimo dažnis bei pakyla kraujospūdis, su kuo tai siejama? Kokią įtaką širdies darbui turi žmogaus fizinė būklė?**

**Tikslas** – atliekant tiriamąjį darbą pagrįsti, kodėl ir kaip tam tikri fiziniai krūviai keičia širdies plakimo dažnį ir kraujospūdį bei kaip visa tai siejama su žmogaus fiziniu pasirengimu.

**Hipotezė.** Fizinis darbas didina širdies (pulso) dažnį, kartu laipsniškai kyla kraujospūdis; aktyvų fizinį gyvenimą gyvenantys žmonės pakelia didesnę fizinį krūvį, o nesportuojantys jį pakelia sunkiau.

### Laukiami rezultatai:

- Remdamiesi tyrimo rezultatais, nubraižys tiriamos grupės narių širdies (pulso) dažnio ir arterinio kraujospūdzio kitimo kreives ir atliks jų analizę:
  - a) suskaičiuos, kiek kartų padidėjo pulso dažnis ir pakilo kraujospūdis atlikus fizinius pratimus;
  - b) palygins, ar širdies plakimo dažnis priklauso nuo atliktų pratimų rūšies (šuoliukų, pritūpimų, svarmens kilnojimo, bėgimo ar žingsniaavimo vietoje ar kt.), taip pat lyties (vyro, moters); gyvenimo būdo, pavyzdžiui, nuo to, ar žmogus aktyviai sportuoja ar gyvena nejudrų gyvenimo būdą;
  - c) nurodys, per kiek laiko kraujospūdis sunormalėjo, t. y. tapo toks pats, koks buvo iki pradedant mankštintis;
  - d) paaiškins, kodėl fizinis darbas keičia širdies plakimo dažnį ir kraujospūdį;



- e) atliks išvadų vertinimą, ar jos patvirtina iškeltą hipotezę.
- Savo grupės darbo rezultatus pristatys klasei ar grupei bei numatys jų pateikimo būdus.
- Patobulins tiriamojo darbo įgūdžius bei pagilins žinias apie žmogaus kraujotakos sistemos veiklą.
- Įsivertins savo fizinį pasirengimą.
- Ugdysis nuostatą rūpintis savo ir kitų sveikata.

**Mokymosi metodai:** darbas poromis arba grupėmis, praktikos darbas, diskusija, analizė ir vertinimas, rezultatų pristatymas (pranešimas ar kt.).

**Ugdomos bendrosios kompetencijos:**

*Komunikavimo* – per aptarimą, diskusijas, rezultatų pristatymą.

*Pažinimo* – analizuojant gautus duomenis ir rezultatus bei juos siejant su teorine medžiaga.

*Asmeninė* – dalijantis savo patirtimi.

*Iniciatyvumo ir kūrybingumo* – atliekant praktikos darbą, formuluojant hipotezę, analizuojant ir vertinant rezultatus, išvadas.

**Priemonės:**

- laikmačiai,
- skaičiuotuvai,
- sąsiuviniai ir lentelės duomenims žymėtis,
- elektroniniai kraujospūdžio matuokliai (nesant „Nova 5000“ jutiklių),
- laboratorijos „Nova 5000EX“ širdies ritmo (atliekant užduotis) bei elektrokardiogramos jutikliai:

| Jutikliai   | Techninė specifikacija   |
|---|--|
| <p><b>Laboratorijos „Nova 5000 EX“ elektrokardiogramos jutiklis</b></p> <p>Elektrokardiogramos jutiklis fiksuoja širdies elektros impulsus sukeltus širdies darbo metu. Jis leidžia analizuoti širdies sukeltus elektros signalus.</p> <p><b>Pagrindiniai eksperimentai</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individualios elektrokardiogramos EKG stebėjimas.</li> <li>• Elektrokardiogramų EKG palyginimas esant ramybės būsenos ir po aktyvios veiklos.</li> <li>• Elektrokardiogramų EKG tyrimai esant skirtingoms kūno padėtimis.</li> </ul>  | <p>Jutiklis turi tikti vartotojo turimai kompiuterinei „NOVA 5000 EX“ laboratorijai. Kiekvienas jutiklis turi atitikti nurodytus reikalavimus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jutiklis turi fiksuoti širdies sukeltus elektros signalus.</li> <li>- Turi būti galima analizuoti širdies impulsus.</li> <li>- Turi matuoti 0 -5 V matavimo ribose.</li> </ul> <p>Vartotojams turi būti pateikta naudojimo instrukcija (su siūlomo jutiklio galimų atlikti bandymų metodiniais aprašymais) lietuvių kalba.</p> <p>Metodiniuose aprašymuose turi būti pateikta teorinė dalis; laboratoriniam darbui reikalingos įrangos aprašymas; nustatymų nurodymai; eksperimento eigos aprašymas; nurodymai duomenų analizei; klausimų/užduočių sąrašas, į kuriuos reikia atsakyti/įvykdyti laboratorinių darbų metu.</p> <p>Siūlomas jutiklis turi būti pilnai paruoštas darbui, turi būti visi reikalingi laidai, papildomi įrenginiai ar priedai, reikiama programinė įranga, kad siūlomą jutiklį būtų galima prijungti prie turimos kompiuterinės „Nova 5000 EX“ laboratorijos ir jos ekrane eksperimentų duomenys būtų pateikiami skaitmenine reikšme bei grafiškai.</p> <p>Prijungus jutiklį prie Nova 5000 EX laboratorijos, ji turi automatiškai atpažinti prijungtą jutiklį.</p> <p>Garantija ne mažiau kaip 24 mėnesiai nuo prekių perdavimo-priėmimo akto pasirašymo dienos.</p> |

### Laboratorijos „Nova 5000 EX“ širdies ritmo (atliekant užduotis) jutiklis

Jutiklis sudarytas iš dirželio (belaidžio siųstuvo) ir imtuvo kuris jungiasi prie kompiuterinės laboratorijos. Siųstuvas fiksuoja širdies sugeneruotus elektrinius signalus. Skirtas širdies ritmui matuoti prieš atliekant fizinius pratimus, pratimų atlikimo metu ir atlikus pratimus. Matavimo diapazonas 0 - 200 dūžių per minutę.

#### Pagrindiniai eksperimentai

1. Skirtingų žmonių širdies ritmo įvertinimas ir palyginimas.
2. Veiklių (sportuojančių) žmonių ir žmonių nepatiriančių fizinio krūvio širdies ritmo palyginimas.
3. Širdies ritmo stebėjimas žmonių esančių ramybės būsenos, atliekančių fizinius pratimus (pvz., darant atsispaudimus) ir po jų.

Laiko, per kurį žmogaus širdies ritmas grįžta į normalią būseną (buvusia prieš atliekant pratimą), nustatymas.



Jutiklis turi tiktai vartotojo turimai kompiuterinei „Nova 5000 EX“ laboratorijai. Kiekvienas jutiklis turi atitikti nurodytus reikalavimus:

- Jutikliu turi būti galima fiksuoti širdies ritmo pakitimus, kai atliekami fiziniai pratimai.
- Jutiklį turi sudaryti prie tiriamojo kūno tvirtinamas belaidis siųstuvas ir siunčiamų duomenų imtuvas.
- Jutiklis turi matuoti 0 - 200 dūžių per minutę matavimo ribose.

Vartotojams turi būti pateikta naudojimo instrukcija (su siūlomo jutiklio galimų atlikti bandymų metodiniais aprašymais) lietuvių kalba.

Metodiniuose aprašymuose turi būti pateikta teorinė dalis; laboratoriniam darbui reikalingos įrangos aprašymas; nustatymų nurodymai; eksperimento eigos aprašymas; nurodymai duomenų analizei; klausimų/užduočių sąrašas, į kuriuos reikia atsakyti/įvykdyti laboratorinių darbų metu.

Siūlomas jutiklis turi būti pilnai paruoštas darbui, turi būti visi reikalingi laidai, papildomi įrenginiai ar priedai, reikiama programinė įranga, kad siūlomą jutiklį būtų galima prijungti prie turimos kompiuterinės „Nova 5000 EX“ laboratorijos ir

ir jos ekrane eksperimentų duomenys būtų pateikiami skaitmenine reikšme bei grafiškai.

Prijungus jutiklį prie Nova 5000 EX laboratorijos, ji turi automatiškai atpažinti prijungtą jutiklį.

### Tiriamąjo darbo eiga.

- Susiskirstykite į grupes (jeigu grupė/klasė maža, geriausia po keturis, jeigu didelė – po šešis); aptarkite iškeltam tikslui pasiekti būtinus darbus, pasiskirstykite pareigomis ir tikslingai veikite.
- Suplanuokite, kiek laiko truks tyrimas ir kaip jį atliksite: nuspręskite, kokį fizinį krūvį pasirinksite – kilnosite svarmenį, darysite šuoliukus, pritūpimus ar kt. (kad pastebėtumėte širdies dažnio ir kraujospūdžio skirtumus patyrus įvairų fizinį krūvį reikia, jog kiekviena grupė atliktų skirtingus fizinius pratimus);
- Prisiminkite, kuriose kūno vietose geriausiai apčiuopiamas pulsas? Koks pulso dažnis ir arterinis kraujo spaudimas laikomas normaliu?
- Susitarkite, kurie iš jūsų bus tiriamieji, o kurie – tyrėjai, t.y. žymės duomenis ir skaičius rezultatus (paskui pasikeiskite – tegu tiriamieji tampa tyrėjais).
- Kiekvieno tyrimo rezultatus surašykite į duomenims žymėti skirtą lentelę.
- Sėdėdami (ramybės būseną) suskaičiuokite pulso tvinksnų skaičių per minutę (pulsą matuokite pusė minutės ir gautą skaičių padauginkite iš dviejų) ir išmatuokite kraujospūdį.
- 2-3 minutes atlikite pasirinktus fizinius pratimus.
- Tuojau pat po fizinio krūvio suskaičiuokite pulso tvinksnų skaičių per minutę ir išmatuokite kraujospūdį.
- Po to skaičiuokite pulsą ir matuokite kraujospūdį tol, kol pulsas bus toks, koks buvo jums esant ramybės būsenos, iki pradėdant mankštintis.

### Tyrimo duomenų apibendrinimas, analizė ir rezultatų pristatymas.

- Remdamiesi gautais rezultatais, nubraižykite tiriamos grupės narių pulso ir arterinio kraujospūdžio kitimo kreives ir atlikite jų analizę:
  - a) apskaičiuokite, kiek kartų padidėjo pulso dažnis ir pakilo kraujospūdis po fizinių pratimų.
  - b) palyginkite rezultatus: ar jie priklauso nuo atliktų pratimų rūšies (šuoliukų, pritūpimų, svarmens kilnojimo, bėgimo ar žingsniavimo vietoje, ar kt.); taip pat lyties, gyvenimo būdo.
  - c) per kiek laiko jis vėl tapo normalus ir jums įprastas.
  - d) atlikite išvadų vertinimą, ar jos patvirtina iškeltą hipotezę?
- Savo grupės darbo rezultatus pristatykite klasei ar grupei bei numatykite, koku būdu juos pateiksite. Pavyzdžiui, galite parengti „Gamtamokslinį pranešimą“ (1 priedas) arba pateikti kita forma.

**Pastaba.** Siekiant sumažinti tyrimo rezultatų paklaidą, matavimus pakartoti reikia bent 3 kartus.

**Duomenų žymėjimo lentelė**  
(Skirta vienam tiriamajam)

| Tiriamąjo vardas | Prieš fizinį krūvį |                  |                                |                                 | Po fizinio krūvio          |                       |                                |                                 |
|------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|                  | Kiek kartų matuota | Pulsas (k./min.) | Sistolinis kraujospūdis (mmHg) | Diastolinis kraujospūdis (mmHg) | Fizinio krūvio pavadinimas | Fizinio krūvio trukmė | Sistolinis kraujospūdis (mmHg) | Diastolinis kraujospūdis (mmHg) |
|                  | 1                  |                  |                                |                                 | <i>Pvz., 20 šuoliukų</i>   | <i>Pvz., 30 s</i>     |                                |                                 |
|                  | 2                  |                  |                                |                                 |                            |                       |                                |                                 |
|                  | 3                  |                  |                                |                                 |                            |                       |                                |                                 |
|                  | Vidurkis           |                  |                                |                                 |                            |                       |                                |                                 |

### Darbo išvados. (Tikėtinos)

- Atlikus fizinius pratimus, pulso dažnis padidėja apie du kartus (iki 100-120 k/min.) ir pakyla kraujospūdis. Tai siejama su tuo, kad mankštinantis organizmui prireikia daugiau deguonies energijai atpalaiduoti, todėl smarkiau plakdama širdis organams tiekia daugiau kraujo, o šis atgabena daugiau deguonies. Kraujospūdį sukuria širdies darbas, todėl jis kinta esant skirtingai širdies veiklai.
- Skirtingi fiziniai krūviai širdies plakimo dažniui turi nevienodos įtakos. Širdies dažnis priklauso nuo atliktų pratimų rūšies (šuoliukų, pritūpimų, svarmens kilnojimo ar kt.), nes vieniems atlikti reikia daugiau, kitiems - mažiau energijos.
- Aktyviai sportuojančių žmonių širdis fiziniams krūviams yra atsparesnė ir lengviau juos pakelia. Po fizinio darbo šių žmonių širdies ritmo dažnis sunormalėja greičiau, negu fiziškai menkai pasirengusių.
- Gyvenančių nejudrų gyvenimo būdą žmonių širdis fizinius krūvius pakelia sunkiau – kiek aktyviau pajudėję, šie žmonės ima dusti, greitai pavargsta, o širdies ritmo dažnis gali padidėti daugiau nei du kartus.

### KONTROLINIAI KLAUSIMAI IR UŽDUOTYS

| Klausimai ir užduotys  | Atsakymai  |
|--|--|
| 1. Nurodykite, koks suaugusio žmogaus širdies (pulso) dažnis ir kraujospūdis yra normalus? | 1. Širdies (pulso) dažnis apie 60–70 k/min; kraujospūdis – apie 120/80 mmHg. |

|   |  |
|---|--|
| 2. Kokią grėsmę žmogaus sveikatai kelia per aukšto kraujo spaudimo liga – hipertenzija?   | 2. Kraujo išsiliejimo į smegenis (hemoraginio insulto) grėsmę, nes nuo spaudimo gali plyšti kraujagyslė. Pažeidžia širdies raumenį, galima patirti miokardo infarktą. Neišlaikiusi kraujo slėgio gali plyšti aorta. Turi įtakos inkstų veiklai, regėjimo organams. Mažina žmogaus fizinį darbingumą. |
| 3. Kodėl matuojant pulsą arba kraujospūdį reikia, kad tiriamasis būtų ramybės būsenos ir prieš matavimą aktyviai nejudėjęs bent 3–5 ar daugiau minučių? Kodėl svarbu žinoti savo kraujospūdį?   | 3. Fizinis darbas didina širdies (pulso) plakimo dažnį, taip pat kelia kraujospūdį. Žinodami kraujospūdį, galime laiku užkirsti kelią su hipertenzija ar hipotenzija susijusių rizikos veiksnių vystymuisi. Sergant šiomis ligomis, kraujospūdį matuoti reikia po keletą kartų kasdien.              |
| 4. Paaiškinkite, kaip siejamas širdies darbas ir kraujospūdis.  | 4. Kraujospūdį lemia širdies darbas, todėl jis priklauso nuo širdies veiklos.  |
| 5. Kodėl pavargus (ilgai lipant laiptais, sunkiai fiziškai dirbant) ima trūkti oro?   | 5. Tai siejama su tuo, kad sunkiai fiziškai dirbant, širdis nespėja audiniams tiekti reikiamo kiekio kraujo, o su juo – deguonies, todėl šios sunaudojama daugiau, negu gaunama.   |
| 6. Kodėl reguliariai sportuojantys žmonės pakelia didesnę fizinę krūvį?   | 6. Reguliarus sportavimas stiprina širdies raumenį, pagerina kraujo apytaką, didina plaučių gyvybinę talpą, todėl organai geriau aprūpinami deguonimi.   |
| 7. Kaip paaiškintumėte, nuo ko priklauso širdies plakimo dažnis?  | 7. Priklauso nuo kūno masės, medžiagų apykaitos.   |
| 8. Žmogaus širdis per minutę suplaka apie 70 kartų. Afrikos dramblio širdies dažnis yra 20 dūžių per minutę. Pelės – apie 500 dūžių per minutę. Suskaičiuokite, kiek kartų žmogaus širdis plaka greičiau už dramblio širdį ir lėčiau nei pelės? | 8. Žmogaus širdis plaka 3,5 kartų greičiau už dramblio ( $70 \div 20 = 3,5$ ) ir apie 7 kartus lėčiau negu pelės ( $500 \div 70 = 7,14$ ).   |
| 9. Naudodamiesi internetu suraskite informacijos apie teiginį „Deguonies įsiskolinimas“, paaiškinkite, kaip jis siejamas su fiziniu darbu.  |  |

### 3.2.1.5. SKIRTINGO FIZINIO KRŪVIO ĮTAKOS ŠIRDIES DARBUI IR KRAUJOSPŪDŽIUI TYRIMAS BEI ANALIZĖ

(Pagal II-ąjį ir III-ąjį tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenį)

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. 11–12 klasės.

| 4. Medžiagų apykaita ir pernaša  |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokiant įvairių organizmų prisitaikymo unikalumą, saugoti gyvybę.   |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti organizmų dujų apykaitą ir medžiagų pernašą.  |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 4.4. Susieti žmogaus kraujotakos ypatumus su prisitaikymu atlikti medžiagų pernašos ir organizmo apsaugos funkcijas.                         | 4.4.2. Nagrinėjant kraujotakos sutrikimus, pavyzdžiui, padidėjusį kraujospūdį, insultą, infarktą arba trombozę, aiškintis kraujotakos svarbą žmogaus organizmui.             |
| 5. Žmogaus sveikata  |  |
| <b>Nuostata</b><br>Saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą.   |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 5.1. Apibrėžti sveiką gyvenimą   | 5.1.1. Aptarti sveikatos ir sveikos gyvensenos sampratas. Paaiškinti sveikatos saugojimo ir tausojimo būdus, naudą.<br>5.1.2. Susieti gerą fizinę ir psichologinę savijautą. |
| 5.3. Paaiškinti reguliarios mankštos poveikį atramos ir judėjimo, širdies ir kraujagyslių, kvėpavimo sistemų veiklai ir apskritai sveikatai. | 5.3.3. Apibūdinti pulso dažnio priklausomybę nuo fizinio krūvio. Praktinio darbo metu matuoti kraujospūdį ir apibūdinti gautus duomenis.                                     |

II-ąjį ir III-ąjį tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenis (įvardijamus kaip „Struktūruotas tyrinėjimas“ ir „Koordinuotas tyrinėjimas“). Šis mokymasis skatina mokinius remtis savo patirtimi, mąstyti, patiems atrasti logišką tyrimo kelią, savarankiškai pasirinkti tyrimui tinkamas priemones, pasiskirstyti veiklas bei būti atsakingus už gautus rezultatus. Šis mokymosi būdas ugdo iniciatyvumo ir kūrybiškumo kompetenciją.

Vadovaudamiesi tiriamojo darbo tema bei matydami (žinodami) priemones, mokiniai patys iškelia šiam darbui problemą (apibrėžia aktualumą). Taip pat savarankiškai suformuluoja tiriamojo darbo tikslą, numato galimus rezultatus (hipotezę), pasirenka šiam darbui atlikti kitas reikalingas priemones. Patys suplanuoja tyrimo eigą, numato, kokiomis formomis ir būdais pateiks tiriamojo darbo rezultatus bei savo veiksmus pagrindžia.

#### Eksperimentas

Koks šio tiriamojo darbo aktualumas?

---

---


---


---

---

Išsikelkite šiam darbui tikslą.

Suformuluokite šiam darbui hipotezę.

| Priemonės:   |  |
|--|--|
| Jutikliai  | Techninė specifikacija   |
| <p><b>Laboratorijos „Nova 5000 EX“ elektrokardiogramos jutiklis</b></p> <p>Elektrokardiogramos jutiklis fiksuoja širdies elektros impulsus sukeltus širdies darbo metu. Jis leidžia analizuoti širdies sukeltus elektros signalus.</p> <p><b>Pagrindiniai eksperimentai</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individualios elektrokardiogramos EKG stebėjimas.</li> <li>• Elektrokardiogramų EKG palyginimas esant ramybės būsenos ir po aktyvios veiklos.</li> <li>• Elektrokardiogramų EKG tyrimai esant skirtingoms kūno padėtimis.</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div>  | <p>Jutiklis turi tikti vartotojo turimai kompiuterinei „NOVA 5000 EX“ laboratorijai. Kiekvienas jutiklis turi atitikti nurodytus reikalavimus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jutiklis turi fiksuoti širdies sukeltus elektros signalus.</li> <li>- Turi būti galima analizuoti širdies impulsus.</li> <li>- Turi matuoti 0 - 5 V matavimo ribose.</li> </ul> <p>Vartotojams turi būti pateikta naudojimo instrukcija (su siūlomo jutiklio galimų atlikti bandymų metodiniais aprašymais) lietuvių kalba.</p> <p>Metodiniuose aprašymuose turi būti pateikta teorinė dalis; laboratoriniam darbui reikalingos įrangos aprašymas; nustatymų nurodymai; eksperimento eigos aprašymas; nurodymai duomenų analizei; klausimų/užduočių sąrašas, į kuriuos reikia atsakyti/įvykdyti laboratorinių darbų metu.</p> <p>Siūlomas jutiklis turi būti pilnai paruoštas darbui, turi būti visi reikalingi laidai, papildomi įrenginiai ar priedai, reikiama programinė įranga, kad siūlomą jutiklį būtų galima prijungti prie turimos kompiuterinės „Nova 5000 EX“ laboratorijos ir</p> <p>ir jos ekrane eksperimentų duomenys būtų pateikiami skaitmenine reikšme bei grafiškai.</p> <p>Prijungus jutiklį prie Nova 5000 EX“ laboratorijos, ji turi automatiškai atpažinti prijungtą jutiklį.</p> <p>Garantija ne mažiau kaip 24 mėnesiai nuo prekių perdavimo-priėmimo akto pasirašymo dienos.</p> |
| <p><b>Laboratorijos „Nova 5000 EX“ širdies ritmo (atliekant užduotis) jutiklis</b></p> <p>Jutiklis sudarytas iš dirželio (belaidžio siųstuvo) ir imtuvo kuris jungiasi prie kompiuterinės laboratorijos. Siųstuvą fiksuoja širdies sugeneruotus elektrinius signalus. Skirtas širdies ritmui matuoti prieš atliekant fizinius pratimus, pratimų atlikimo metu ir atlikus pratimus. Matavimo diapazonas 0 - 200 dūžių per minutę.</p> <p><b>Pagrindiniai eksperimentai</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Skirtingų žmonių širdies ritmo įvertinimas ir palyginimas.</li> <li>5. Veiklių (sportuojančių) žmonių ir žmonių nepatiriančių fizinio krūvio širdies ritmo palyginimas.</li> <li>6. Širdies ritmo stebėjimas žmonių esančių ramybės būsenos, atliekančių fizinius pratimus (pvz., darant atsispaudimus) ir po jų.</li> </ol> <p>Laiko, per kurį žmogaus širdies ritmas grįžta į normalią būseną (buvusia prieš atliekant pratimą), nustatymas.</p> | <p>Jutiklis turi tikti vartotojo turimai kompiuterinei „Nova 5000 EX“ laboratorijai. Kiekvienas jutiklis turi atitikti nurodytus reikalavimus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jutikliu turi būti galima fiksuoti širdies ritmo pakitimus, kai atliekami fiziniai pratimai.</li> <li>- Jutiklį turi sudaryti prie tiriamojo kūno tvirtinamas belaidis siųstuvas ir siunčiamų duomenų imtuvas.</li> <li>- Jutiklis turi matuoti 0 - 200 dūžių per minutę matavimo ribose.</li> </ul> <p>Vartotojams turi būti pateikta naudojimo instrukcija (su siūlomo jutiklio galimų atlikti bandymų metodiniais aprašymais) lietuvių kalba.</p> <p>Metodiniuose aprašymuose turi būti pateikta teorinė dalis; laboratoriniam darbui reikalingos įrangos aprašymas; nustatymų nurodymai; eksperimento eigos aprašymas; nurodymai duomenų analizei; klausimų/užduočių sąrašas, į kuriuos reikia atsakyti/įvykdyti laboratorinių darbų metu.</p> <p>Siūlomas jutiklis turi būti pilnai paruoštas darbui, turi būti visi reikalingi laidai, papildomi įrenginiai ar priedai, reikiama programinė įranga, kad siūlomą jutiklį būtų</p>   |

|   |  |
|---|--|
|  | <p>galima prijungti prie turimos kompiuterinės „Nova 5000 EX“ laboratorijos ir jos ekrane eksperimentų duomenys būtų pateikiami skaitmenine reikšme bei grafiškai.</p> <p>Prijungus jutiklį prie Nova 5000 EX laboratorijos, ji turi automatiškai atpažinti prijungtą jutiklį.</p> |
|---|--|

**Surašykite šiam tyrimui atlikti reikalingas kitas priemones**

---



---



---

**Tiriamąjo darbo eiga.**

Susiskirstykite į grupes. Vadovaudamiesi darbo aktualumu, tikslu, hipoteze bei priemonėmis, suplanuokite šio tyrimo eigą. Numatykite, koku būdu žymėsite tyrimo duomenis ir kaip skaičiuosite rezultatus. Pagalvokite, kaip būtų galima išvengti didelės tyrimo rezultatų paklaidos ir kodėl ji yra svarbi atliekant tyrimus?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**Aptarkite su šiuo tyrimu susijusius klausimus**

- Ką vadiname pulsu ir kraujospūdžiu?
- Kuriose kūno vietose geriausiai apčiuopiamas pulsas?
- Koks suaugusio žmogaus pulso dažnis ir arterinis kraujo spaudimas laikomas normaliu?
- Ką rodo kraujospūdžio matuoklio didžiausio ir mažiausio skaičiaus rodmuo?

**Tyrimo duomenų apibendrinimas, analizė ir rezultatų pristatymas.**

- Remdamiesi gautais rezultatais, nubraižykite tiriamos grupės narių pulso ir arterinio kraujospūdžio kitimo kreives ir atlikite analizę:
  - a) apskaičiuokite, kiek kartų padidėjo pulso dažnis ir pakilo kraujospūdis po fizinių pratimų.
  - b) palyginkite rezultatus: ar jie priklauso nuo atliktų pratimų rūšies (šuoliukų, pritūpimų, svarmens kilnojimo, žingsniavimo vietoje ar kt.); lyties, gyvenimo

būdo, pavyzdžiui, nuo to, ar žmogus aktyviai sportuoja ar gyvena nejudrų gyvenimo būdą.

- c) atlikite išvadų vertinimą, ar jos patvirtina jūsų iškeltą hipotezę?
- Savo grupės darbo rezultatus pristatykite klasei ar grupei bei numatykite, koku būdu juos pateiksite. Pavyzdžiui, galite parengti „Gamtamokslinį pranešimą“ (1 priedas) arba pateikti kita forma.

**Numatykite, kokiomis formomis ir būdais savo tyrimo rezultatus pristatysite klasei ar grupei**

---



---



---

### Darbo išvados

---



---



---



---



---



---



---



---

### KONTROLINIAI KLAUSIMAI IR UŽDUOTYS

| Klausimai ir užduotys   | Atsakymai  |
|---|--|
| 1. Nurodykite, koks suaugusio žmogaus širdies (pulso) dažnis ir kraujospūdis yra normalus?  | 1. Širdies (pulso) dažnis apie 60-70 k/min; kraujospūdis – apie 120/80 mmHg.   |
| 2. Kokią grėsmę žmogaus sveikatai kelia per aukšto kraujo spaudimo liga – hipertenzija?   | 2. Kraujo išsiliejimo į smegenis (hemoraginio insulto) grėsmę, nes nuo spaudimo gali plyšti kraujagyslė. Pažeidžia širdies raumenį, galima patirti miokardo infarktą. Neišlaikiusi kraujo slėgio gali plyšti aorta. Turi įtakos inkstų veiklai, regėjimo organams. Mažina žmogaus fizinį darbingumą. |
| 3. Kodėl matuojant pulsą arba kraujospūdį reikia, kad tiriamasis būtų ramybės būsenos ir prieš matavimą aktyviai nejudėjęs bent 3-5 ar daugiau minučių? Kodėl svarbu žinoti savo kraujospūdį? | 3. Fizinis darbas didina širdies (pulso) plakimo dažnį, taip pat kelia kraujospūdį. Žinodami kraujospūdį, galime laiku užkirsti kelią su hipertenzija ar hipotenzija susijusių rizikos veiksnių vystymuisi. Sergant šiomis ligomis, kraujospūdį matuoti reikia po keletą kartų kasdien.              |
| 4. Paaiškinkite, kaip siejamas širdies darbas ir kraujospūdis.  | 4. Kraujospūdį lemia širdies darbas, todėl jis priklauso nuo širdies veiklos.  |
| 5. Kodėl pavargus (ilgai lipant laiptais, sunkiai fiziškai dirbant ir pan.) ima trūkti oro?   | 5. Tai siejama su tuo, kad sunkiai fiziškai dirbant, širdis nespėja audiniams tiekti reikiamo kiekio kraujo, o su juo – deguonies, todėl šios sunaudojama daugiau, negu gaunama.   |
| 6. Kodėl reguliariai sportuojantys žmonės pakelia didesnę fizinę krūvį?   | 6. Reguliarus sportavimas stiprina širdies raumenį, pagerina kraujo apytaką, didina plaučių gyvybinę talpą, todėl organai geriau aprūpinami deguonimi.   |



|   |  |
|---|--|
| <p>7. Žmogaus širdis per minutę suplaka apie 70 kartų. Afrikos dramblio širdies dažnis yra 20 dūžių per minutę, t.y. apie 3,5 kartų lėtesnis negu žmogaus. Pelės – apie 500 dūžių per minutę (apie 7 kartus greitesnis negu žmogaus). Paašškinkite, kodėl šių organizmų širdis plaka skirtingu ritmu?</p> | <p>7. Priklauso nuo kūno masės, medžiagų apykaitos.</p>            |
| <p>8. Paprastai žmogaus širdis per minutę perpumpuoja apie 6 litrus kraujo. Fizinio darbo metu jo perpumpuojama apie 5-6 kartus daugiau. Suskaičiuokite, kiek apytiksliai litrų kraujo širdis perpumpuoja dirbant fizinį darbą.</p>   | <p>8. Fizinio darbo metu perpumpuoja apie 30-36 litrus kraujo.</p> |
| <p>9. Naudodamiesi internetu suraskite informacijos apie teiginį „Deguonies įsiskolinimas“, paašškinkite, kaip jis siejamas su fiziniu darbu.</p>   |  |

## 3.2.2. ŽMOGAUS VIRŠKINIMO SISTEMA

### 3.2.2.1. ŽMOGAUS VIRŠKINIMO SISTEMOS SANDARA IR VIRŠKINIMO PROCESAI

#### Bendrosios programos:

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

| 2. Organizmų sandara ir funkcijos   |   |
|---|---|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokiant organizmų sandaros ir funkcijų vienovę, gyvybės trapumą, gerbti gyvybę, jausti atsakomybę, saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą. |   |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
| 2.4. Susieti virškinamojo trakto ir virškinimo liaukų veiklą. Apibūdinti fermentų reikšmę gyvybiniams organizmo procesams.                                    | 2.4.1. Apibūdinti virškinimo sistemą sudarančius virškinimo trakto organus ir virškinimo liaukas (seilių liaukos, kasa, kepenys) ir jų vaidmenį maisto medžiagų virškinimui.<br>2.4.2. Apibūdinti virškinimo fermentus ir paaiškinti seilių liaukų (amilazė), skrandžio (pepsinas), kasos (amilazė ir lipazė) vaidmenį virškinimui. |

#### DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Virškinimas** – maisto skaidymo procesas, per kurį maisto medžiagos paverčiamos vandenyje tirpiaisiais junginiais, kuriuos organizmas ar ląstelė gali panaudoti kaip žaliavą arba kaip energijos šaltinį.

Virškinant maisto medžiagos: baltymai, riebalai, angliavandeniai – suskaidomos iki sudedamųjų dalių. Skaido *fermentai* – biologiškai aktyvios medžiagos, kurios veiklios tampa esant tam tikrai temperatūrai ir terpei.

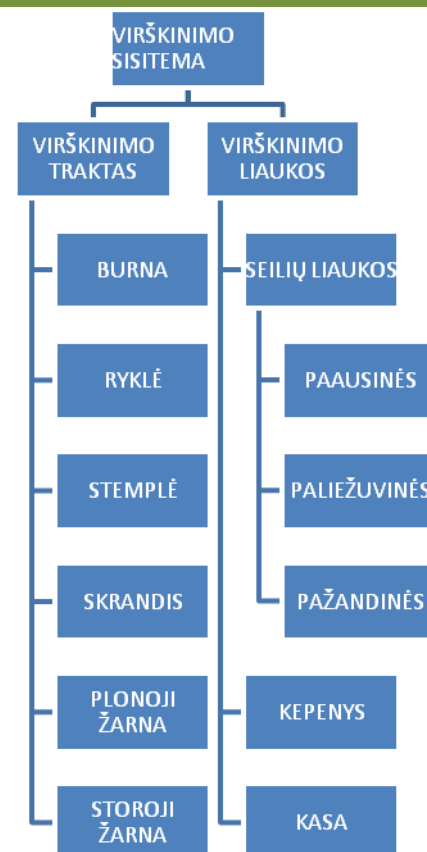
Virškinimo sistemą sudaro *virškinimo traktas* ir *virškinimo liaukos*. Virškinimo trakto organai: burna, ryklė, stemplė, skrandis, plonoji žarna, storoji žarna. Virškinimo liaukos: seilių (paausinė, paliežuvinė, pažandinė), kepenys su tulžies pūsle, kasa.

Maisto apdorojimas prasideda burnoje. Joje mechaniškai susmulkintas maistas ryjamas ir, susitraukiant virškinimo trakto raumenims (**prisiminkite, kaip šie virškinamojo trakto raumenų susitraukimai vadinami**), stumiamas į vis kitas jo dalis: stemplę, skrandį, plonąją bei storąją žarną. Jose vyksta šie virškinimo procesai: maisto cheminis skaidymas, tirpių junginių ir vandens įsiurbimas į kraują bei nesuvirškintų maisto medžiagų šalinimas.

#### Virškinimo procesai

**Virškinimas burnoje.** Dantimis maistas susmulkinamas ir suvilgomas seilėmis. Kartu su seilėmis išskiriamas fermentas *seilių amilazė*, kuris skaido angliavandenius. Mechaniškai susmulkintas ir su seilėmis susimaišęs maistas tampa tyrele, kuri porcijomis ryjama per stemplę patenka į skrandį.

**Virškinimas skrandyje.** Vidinę skrandžio sienelę iškloja raukšlėta *gleivinė*, sudaryta iš epitelinio audinio. Joje gausu liaukučių, gaminančių *skrandžio sultis*, kurios susideda iš vandens,



1 pav. Žmogaus virškinimo sistemos sandaros schema

fermento pepsino, gleivių ir druskos rūgštis, kuri palaiko rūgštinę skrandžio terpę. Dėl peristaltikos maistas susimaišo su skrandžio sultimis. Tada pepsinas suskaido baltymus iki mažesnių junginių.

**Virškinimas plonojoje žarnoje.** Toliau virškinti maistas patenka į plonąją žarną, kurios pradinė dalis vadinama *dvylikapiršte žarna*. Į šią žarną latakais patenka tulžis ir kasos sultys. Kepenų gaminama tulžis skaido riebalus. Ji kaupiama *tulžies pūslėje*. Kasa gamina kasos sultis, kuriose yra baltymus, angliavandenius bei riebalus skaidančių fermentų. Fermentas *kasos amilazė* skaido krakmolą iki jo sudedamųjų dalių, o šios vėliau suskaidomas iki gliukozės. Kasos išskiriama *lipazė* skaido riebalus iki glicerolio ir riebalų rūgščių molekulių, o baltymus – iki aminorūgščių. Plonojoje žarnoje maisto medžiagos suskaidomos galutinai. Pro plonosios žarnos vidų dengiančius *mikrogaurelius* maisto medžiagos įsiurbiamos. Gliukozė, aminorūgštys patenka į gaurelio kapiliarą, o glicerolio ir riebalų rūgštys – į limfagyslę.

**Virškinimas storajoje žarnoje.** Joje gyvenančios bakterijos sudaro didžiąją dalį žmogaus organizmo mikrobiotos. Storosios žarnos bakterijos sintetina H, K ir B vitaminus, bet pastarosios grupės vitaminų sintetina daugiausia. Taip pat šioje virškinamojo trakto dalyje įsiurbiamas vanduo bei mineralai: natrijs, magnis, geležis, kalcis, kalis. Nesuvirškintos maisto medžiagos (išmatų pavidalu) nuslenka į storosios žarnos baigiamąją dalį – *tiesiąją žarną*, per kurią pašalinamos iš organizmo.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema.** Virškinamojo trakto organų liaukos išskiria tam tikrus virškinimo fermentus, kurie nevienodai skaido maisto medžiagas, todėl kiekvienoje virškinamojo trakto dalyje vyksta skirtingi skaidymo procesai.

**Tikslas.** Išsiaiškinti, kaip virškinimo sistemos sandara pritaikyta maisto medžiagų skaidymo ir jų įsiurbimo funkcijai atlikti.

**Tyrimo hipotezė.** Virškinimo sistemos sandara pritaikyta maisto medžiagų skaidymo bei jų įsiurbimo į kraują funkcijai atlikti.

### Laukiami rezultatai:

- Nurodys virškinamojo trakto vietas, kuriose skaidomi baltymai, riebalai ir angliavandeniai, susies virškinimą su fermentų veikla.
- Apibūdins liaukinio epitelio atliekamas funkcijas, susietas su virškinimo liaukų (kepenų ir kasos) veikla. Nurodys po vieną fermentą, skaidantį riebalus, baltymus ir angliavandenius.
- Nurodys, koks virškinimo procesas vyksta kiekvienoje virškinimo sistemos dalyje.

### Priemonės:

- Šviesiniai mikroskopai.
- Ilgalaikiai preparatai iš mokytojams skirto rinkinio:
  30. Žinduolio stemplės skersinis pjūvis su daugiasluoksniu epitelium ir raumenų sluoksniu.
  31. Žinduolio skrandis su liaukomis, išilginis pjūvis.
  32. Gaubtinės žarnos skersinis pjūvis su nudažytomis gleivinės ląstelėmis.
  33. Kiaulės kasa su *Langerhanso* salelėmis.

### Darbo eiga:

1. Susipažįsta su teorine medžiaga.
2. Stebi mikropreparatus Nr. 30–33, matytą vaizdą piešia arba fotografuoja:
  - 30 – pažymi daugiasluoksnį epitelį ir raumenų sluoksnį;
  - 31 – pažymi skrandžio liauką;

32 – pažymi gaubtinės žarnos gleivinės ląsteles;

33 – pažymi kasos *Langerhanso* saleles.

**Išvados (pateikite išvadą apie žmogaus virškinimo sistemos sandarą ir virškinimo procesus):**

Virškinimo organai, turintys gleivinę liauką, išskiria fermentus ir iki sudedamųjų dalių skaido maisto medžiagas, kurios per plonojoje žarnoje esančius mikrogaurelius yra įsiurbiamos į kraują; storajoje žarnoje įsiurbiamas vanduo ir mineralinės medžiagos, sintetinami kai kurie vitaminai bei kaupiamos ir pašalinamos nesuvirškintos maisto medžiagos.

**Kontroliniai klausimai ir užduotys**

1. Apibūdinkite virškinimo reikšmę žmogaus organizmui?
2. Paaškindite žmogaus virškinimo sistemos sandarą.
3. Kokios medžiagos skaidomos burnoje? Koks fermentas tai atlieka?
4. Kokios skrandžio funkcijos?
5. Kaip skrandžio gleivinė pritaikyta medžiagoms skaidyti?
6. Kur kepenys išskiria tulžį?
7. Kokius fermentus gamina kasa?
8. Tulžis nepriskiriama fermentams. Kokį vaidmenį ji atlieka virškinant?
9. Kaip plonųjų žarnų epitelis pritaikytas atlikti rezorbcijos funkciją?
10. Kokie procesai vyksta storajame žarnyne?

### 3.2.2.2. KEPENŲ KATALAZĖS FERMENTŲ VEIKLOS IR SAVYBIŲ TYRIMAS (PRIKLAUSOMYBĖ NUO TEMPERATŪROS)

#### Bendrosios programos:

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

| <b>Medžiagų apykaita ir pernaša</b>  |   |
|--|---|
| <p><b>Nuostata</b><br/>Suprantant įvairių organizmų prisitaikymus, saugoti gyvybę.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Apibūdinti organizmų prisitaikymą vykdyti įvairių medžiagų apykaitą ir pernašą</p>  |   |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>   |
| 4.5. Apibūdinti virškinimo reikšmę žmogaus organizmui.   | 4.5.2. Remiantis supratimu apie įsiurbtų medžiagų panaudojimą ląstelėse, paaiškinti virškinimo reikšmę organizmui.  |
| <b>Ląstelė – gyvybės pagrindas</b>   |   |
| <p><b>Nuostata</b><br/>Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.</p> |   |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>   |
| 2.2. Apibūdinti fermentus ir jų veikimo principą   | 2.4.1 Apibūdinti fermentus kaip biologinius katalizatorius. Remiantis pavyzdžiais apibūdinti fermentų vaidmenį organizme vykstančiose cheminėse reakcijose. |

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Kiekvienoje augalinėje ir gyvūninėje ląstelėje yra peroksidomų – organelių, kurios gamina fermentą katalazę. Daugiausia šio fermento kaupiasi gyvūninėse, ypač kepenų, ląstelėse.

**Fermentai** – tai baltymų molekulės, kurios greitina organizme vykstančias chemines reakcijas, tačiau tose reakcijose tiesiogiai nedalyvauja. Todėl fermentai gali būti panaudojami daug kartų. Fermentai su substratu susijungia savo aktyviuoju centru, sudarydami fermento ir substrato kompleksą. Fermentinės reakcijos būna sintezės ir skaidymo. Sintezės reakcijos metu – iš dviejų substratų susidaro vienas produktas, o skaidymo reakcijos metu – iš vieno substrato susidaro keli produktai.

**Katalazė** – tai fermentas, kurio dėka ląstelėse besikaupiantis pavojingas jos veiklai vandenilio peroksidas yra suskaidomas iki mažiau kenksmingų produktų. Šio proceso metu susidaro daug deguonies.

#### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga, tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y., žinodami fermentų reikšmę medžiagų skaidyme bei šio proceso priklausomybę nuo temperatūros, nustato jos įtaką kepenų katalazės veikimui.

Užpylus peroksido ant mėginio, galima atpažinti katalazės buvimą. Naudojant kepenų mėginį, ant kurio pilamas peroksidas, galima pamatyti katalazės vykdomą peroksido skaidymą iki deguonies. Proceso metu mėgintuvėliuose matysis baltos burbulų putos.

#### EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Kaip temperatūra gali turėti įtakos kepenų katalazei.

**Ekspirmiento tikslas:** Pagrįsti fermentų dėka vykdomą medžiagų skaidymą bei šio proceso priklausomybę nuo temperatūros.

**Tyrimo hipotezė:** Užpylus ant kepenų mėginio peroksido išsiskirs deguonies burbuliukai. Didėjant terpės temperatūrai, fermento aktyvumas didės.

**Laukiami rezultatai:**

- Gebės paaiškinti fermento veikimo procesą.
- Gebės atpažinti katalazės fermento buvimą.
- Žinos kepenų katalazės veikimo priklausomybę nuo temperatūros.

**Ekspirmiento priemonės:**

- Mėgintuvėliai ( patartina pasinaudoti graduotais) – 3 vnt.
- Stiklinės – 3 vnt.
- Kaitvietė.
- Termometrai – 3 vnt.
- Stiklinės lazdelės – 3 vnt.
- Liniuotė (ji reikalinga, kai nėra galimybės pasinaudoti graduotais mėgintuvėliais).
- Kepenų mėginiai (gabalėliai).
- 3 proc. vandenilio peroksidas.

**Darbo eiga:**

- Sukarpyti vienodo dydžio( 5x5x5 mm) kepenų gabalėlius. Į 3 mėgintuvėlius įpilti po 10 ml 3 proc. vandenilio peroksido.
- Mėgintuvėlius po vieną įstatyti į stiklines su vandeniu. Pirmoje stiklinėje turi būti kambario temperatūros (apie 18-20 °C), antroje – 30 °C ir trečioje – 40 °C temperatūros vanduo (temperatūra reguliuojama kaitvieta). Į mėgintuvėlius įdėti termometrus, sulaukti, kol temperatūra mėgintuvėliuose pasieks reikiamą lygį.
- Į paruoštus skirtingos temperatūros mėgintuvėlius stikline lazdele , greitai įdėti po kepenų gabalėlį.
- Su liniuote išmatuoti pakilusių putų aukštį.
- Rezultatus surašyti į lentelę.
- Duomenis pateikite grafiškai.

**Duomenų žymėjimo lentelė**

| Tyrimo pakartojimai | Tyrimo duomenys:       |                     |                     |
|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
|                     | kambario temperatūroje | 30 °C temperatūroje | 40 °C temperatūroje |
| 1                   |                        |                     |                     |
| 2                   |                        |                     |                     |
| 3                   |                        |                     |                     |
| Vidurkis            |                        |                     |                     |

*Pastaba.* Siekiant sumažinti rezultatų paklaidą, tyrimą atlikti 3 kartus.

**Mokiniai padaro išvadas:**

- apie išsiskyrusį deguonies kiekį, priklausomą nuo temperatūros;
- kokioje temperatūroje putų aukštis buvo didžiausias.

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai  | Atsakymai  |
|--|--|
| 1. Apibūdinkite fermentus ir jų reikšmę ląstelėms?     | 1. Fermentai – biologiškai aktyvios baltyminės kilmės molekulės, kurios skatina sintezę ir skaidymą ląstelėse, atlieka katalizatoriaus vaidmenį. Jų dėka ląstelė greičiau gauna jai reikiamas medžiagas arba neutralizuoja pavojingus apykaitos produktus. |
| 2. Apibūdinkite temperatūros įtaką fermentų aktyvumui? | 2. Didėjant temperatūrai molekulės juda greičiau, todėl fermentai su substratais dažniau susiduria ir intensyviau vyksta fermentų katalizuojamos cheminės reakcijos.   |

### 3.2.3. MEDŽIAGŲ PERNAŠA AUGALUOSE

#### 3.2.3.1. PLAZMOLIZĖS TYRIMAS: KONCENTRACIJŲ LAŠTELĖJE IR JOS APLINKOJE SKIRTUMO ĮTAKOS MEMBRANOS LAIDUMUI TYRIMAS, SVOGŪNO LUKŠTO EPIDERMIO PLAZMOLIZĖS TYRIMAS

##### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas 11–12 klasėms.

| Medžiagų pernaša augaluose   |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suprantant įvairių organizmų prisitaikymus, saugoti gyvybę.                             |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti organizmų prisitaikymą vykdyti įvairių medžiagų apykaitą ir pernašą |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 4.3. Susieti augalų organų – šaknies, stiebo ir lapo – prisitaikymą vykdyti medžiagų pernašą.              | 4.3.1. Susieti dujų ir vandens pernašą augaluose su fotosinteze. |

##### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Laštelės plazminė membrana** sudaryta iš dvigubo fosfolipidų sluoksnio. Fosfolipidų hidrofilinės galvutės išsidėsto dvisluoksnio išorėje, o hidrofobinės uodegėlės – dvisluoksnio viduje. Dėl to plazminė membrana pasižymi atrankiniu medžiagų pralaidumu. Jos laidumui įtakos turi įvairūs integruoti baltymai – kanalai ir nešikliai. Susidarius medžiagų koncentracijos skirtumui laštelės išorėje ir viduje vyksta osmosas, t. y. vandens difuzija pro selektyviai laidžią plazminę membraną.

**Plazmolizės procesas** vyksta tuomet, kai didėja medžiagų (cukraus, druskų) koncentracija laštelės išorėje. Prasideda osmoso procesas, kai vanduo iš laštelės centrinės vakuolės ir citoplazmos pradeda judėti į išorę. Centrinės vakuolės ir citoplazmos tūris sumažėja, dėl to plazminė membrana atsislauksniuoja nuo celiuliozinių sienelės.

**Turgoras** – laštelės įtempimo būseną, kuri priklauso nuo vandens kiekio laštelės viduje.

**Hipotoninės sąlygos** susidaro, kai laštelės išorėje yra mažesnė ištirpusių medžiagų koncentracija nei jos viduje. Tada vanduo iš tirpalo judės į laštelę, didės jos turgoras.

**Hipertoninės sąlygos** susidaro, kai laštelės išorėje yra didesnė ištirpusių medžiagų koncentracija nei jos viduje. Tada vanduo judės iš laštelės centrinės vakuolės ir citoplazmos į tirpalą. Laštelės turgoras mažės.

**Izotoninės sąlygos** susidaro, kai laštelės išorėje ir viduje yra vienoda ištirpusių medžiagų koncentracija. Tada į laštelę ir iš jos judančio vandens kiekis yra vienodas. Laštelės turgoras nesikeičia.

##### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga, tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y., didėjant tirpalo koncentracijai, plazmolizavusių laštelių skaičius didės.

Ekperimentas atliekamas naudojant raudonojo svogūno lukšto epidermį. Plazmolizės procesas yra ryškus, nes centrinėje vakuolėje yra pigmentų, kurie parodo jos dydį. Vykstantys centrinėje vakuolėje pokyčiai yra matomi.

##### EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Kaip cukraus tirpalas paveiks svogūno lašteles.



**Ekspirmonto tikslas:** Iširti plazmolizės proceso intensyvumo priklausomybę nuo tirpalo koncentracijos.

**Tyrimo hipotezė:** Didėjant tirpalo koncentracijai, plazmolizavusių ląstelių skaičius didės.

**Laukiami rezultatai:**

- Žinos koncentracijų ląstelėje ir jos aplinkoje skirtumo įtaką plazmolemos laidumui.
- Gebės paaiškinti plazmolizės procesą ir cukraus tirpalo koncentracijos įtaką jam.

**Ekspirmonto priemonės:**

- Mikroskopas.
- Objektiniai stikleliai.
- Dengiamieji stikleliai.
- Stiklinės.
- Pincetas.
- Žirklys.
- Distiliuotas vanduo.
- Cukrus.
- Laikrodis.

**Darbo eiga:**

- Į skirtingus mėgintuvėlius supilstyti pagamintus 0,1; 0,5 ir 1 mol/l koncentracijos cukraus tirpalus ir distiliuotą vandenį. Cukraus tirpalų paruošimo metodika: 0,1 mol tirpalui įberiama 3,42 g cukraus į 100 ml kolbą ir atskiedžiama užpilant vandeniu iki 100 ml padalos (brūkšnio); 0,5 mol – įberiama 17,12 g cukraus į 100 ml kolbą ir atskiedžiama užpilant vandeniu iki 100 ml padalos; 1 mol – įberiama 34,23 g cukraus į 100 ml kolbą ir atskiedžiama užpilant vandeniu iki 100 ml padalos.
- Svogūno audinį 5 min. pamirkyti distiliuotame vandenyje.
- Sukarpyti paruoštą (pamirkytą) svogūno audinį ir pincetu mėginius įdėti į mėgintuvėlį su distiliuotu vandeniu bei mėgintuvėlius su skirtinga cukraus tirpalo koncentracija.
- Po 30 min. iš tirpalų išimtus mėginius stebėti mikroskopu ir suskaičiuoti plazmolizavusių ląstelių skaičių matymo lauke.
- Rezultatus surašyti į lentelę.

**Darbo rezultatai**

| Tirpalo koncentracija (mol/l) | Matymo lauke plazmolizavusių ląstelių |           |
|-------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|                               | skaičius                              | procentas |
| 0 (distiliuotas vanduo)       |                                       |           |
| 0,1                           |                                       |           |
| 0,5                           |                                       |           |
| 1                             |                                       |           |

Iš gautų duomenų nubraižyti grafiką:

**Mokiniai padaro išvadą:**

- apie plazmolizavusių ląstelių skaičių mėginiuose, didėjant cukraus tirpalo koncentracijai.

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai   | Atsakymai  |
|---|--|
| 1. Apibūdinkite ląstelės plazmolizės procesą.   | 1. Plazmolizės procesas vyksta tada, kai ląstelė yra veikiamą didelės medžiagų koncentracijos tirpalo. Dėl to jos tūris sumažėja, augalinėse ląstelėse centrinė vakuolė ir citoplazma netenka vandens ir plazminė membrana atsiskuoksnuoja nuo celiuliozinės sienelės.   |
| 2. Paaiškinkite tirpalo koncentracijos įtaką ląstelių plazmolizei.  | 2. Kuo didesnė tirpalo koncentracija, tuo daugiau plazmolizavusių ląstelių galima rasti audinyje. Distiliuotame vandenyje (hipotoniniame tirpale) plazmolizavusių ląstelių nebus.  |
| 3. Apibūdinkite ląstelės pokyčius veikiant ją hipotoniniais, hipertoniniais ir izotoniniais tirpalais.      | 3. Veikiant ląstelę izotoniniu tirpalu, vanduo judės į ląstelę ir iš jos vienodu kiekiu, todėl ląstelės tūris ir turgoras nesikeičia. Veikiant ląstelę hipotoniniu tirpalu – į ląstelę plūs iš tirpalo vanduo, ji išsipūs. Dėl vandens pertekliaus gyvūninė ląstelė gali plyšti, o augalinė ląstelė dėl apsauginės celiuliozinės sienelės neplyš. Veikiant hipertoniniu tirpalu – augalinės ląstelės centrinė vakuolė ir citoplazma neteks vandens, plazminė membrana atsiskuoksnuos nuo sienelės. Gyvūninė ląstelė netekusi vandens susiraukšlės. |
| 4. Palyginkite pokyčius, vykstančius augalinėje ir gyvūninėje ląstelėje, veikiant jas hipertoniniu tirpalu. | 4. Augalinė ir gyvūninė ląstelės neteks vandens. Iš jų citoplazmos, o iš augalinės ląstelės – dar ir iš centrinės vakuolės ištekės vanduo. Augalinė ląstelė nepakeis formos dėl celiuliozinės sienelės, o gyvūninės ląstelės plazminė membrana susiraukšlės. Abiejų tipų ląstelių turgoras sumažės.  |
| 5. Pateikite buitinių plazmolizės pavyzdžių.  | 5. Uogos užpilamos cukrumi išskiria sultis; sūdoma žuvis, agurkai, pomidorai išskiria sultis ir pan.   |

### 3.2.3.2. FOTOSINTEZĖS METU IŠSISKYRUSIŲ DUJŲ TYRIMAS

#### Bendrosios programos:

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

#### Ląstelė – gyvybės pagrindas.

##### Nuostata

Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.

##### Esminis gebėjimas

Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.

| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas   |
|---|--|
| 2.5. Apibūdinti energijos ir medžiagų virsmus ląstelėje ir organizme. | 2.5.4. Apibūdinti fotosintezę kaip augalų ląstelėse vykstantį procesą, kurio metu šviesos energija vartojama organinėms molekulėms sintetinti. Susieti šį molekulių panaudojimą su augalo augimu: naujų ląstelių susidarymu, viduląstelinio kvėpavimo ir medžiagų kaupimu.<br>2.5.5. Susieti šviesos intensyvumą su augalo augimu ir didesnio derliaus gavimu. |

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Ląstelės chloroplastai** – tai žalios spalvos organelės, turinčios daug pigmento chlorofilo, kurio dėka intensyvioje šviesoje yra gaminami pagrindiniai organiniai junginiai. Šio proceso metu, kaip šalutinis produktas, išsiskiria deguonis.

**Fotosintezė** – tai procesas, kai saulės (šviesos) energija chloroplastuose naudojama organinių junginių sintezei, kuriuos augalas panaudoja savo naujoms struktūroms ir energijai gauti. Šio proceso metu išsiskiria deguonis, kurį pats augalas ir kiti organizmai panaudoja kvėpavimo procesui. Fotosintezės procesui įtakos turi daug veiksnių: šviesos intensyvumas, temperatūra, CO<sub>2</sub> koncentracija ir t.t. Sodos tirpalas skatina CO<sub>2</sub> koncentracijos padidėjimą, todėl fotosintezės procesas vyksta sparčiau, susidaro daugiau deguonies. Dėl deguonies mažo tirpumo vandenyje susidariusios dujos skverbiasi iš vandens burbuliukų pavidalu, išstumdamos vandenį iš mėgintuvėlio. Dėl deguonies lengvumo mėgintuvėlį apvertus jo dujos susikaupia viršuje. Todėl deguonį lengva patikrinti rusenančia balanėle: ji užsiliepsnoja prinešta prie mėgintuvėlio.

#### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga, tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y., nustato fotosintezės metu išsiskyrusį deguonį.

#### EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Augalinių ląstelių chloroplastuose esant apšvietimui susidaro organinės medžiagos ir išsiskiria deguonis. Išsiskyrusį deguonį galima surinkti ir nustatyti rusenančia balanėle, kuri užsiliepsnoja sąveikaudama su deguonimi.

**Eksperimento tikslas:** Surinkti fotosintezės metu išsiskyrusias dujas ir patikrinti jų kokybę.

**Tyrimo hipotezė:** Iš nulaužto ragalagio arba elodėjos šakelės galo išsiskiria deguonies burbuliukai.

#### Laukiami rezultatai:

- Gebės paaiškinti fotosintezės procesą.

- Mokės surinkti fotosintezės metu išsiskyrusias dujas ir jas patikrinti.

#### Ekspirmiento priemonės:

- Ragalapio arba elodėjos šakelė.
- Stiklinė.
- Stiklinė lazdelė.
- Piltuvėlis.
- Mėgintuvėlis.
- Termometras.
- Šviesos šaltinis.
- Sodos tirpalas.
- Balanėlė.
- Žiebtuvėlis (degtukai).

#### Darbo eiga:

- Stiklinėje paruošti sodos tirpalą: įpilti 200 ml vandens ir įdėti 10 g sodos.
- Į stiklinę įmerkti ragalapio arba elodėjos šakelę. Ją apgaubti piltuvėliu, ant kurio staigiu judesiu užmaunamas vandens pripildytas mėgintuvėlis.
- Stiklinę pastatyti šalia šviesos šaltinio, palaikyti 30 °C temperatūrą.
- Surinkti į mėgintuvėlį išsiskyrusias dujas.
- Įkišus pirštą į sodos tirpalą, mėgintuvėlį, lėtai numaunant nuo piltuvėlio, užspausti. Tada ištraukti iš sodos tirpalo, apversti ir atitraukiant pirštą atsargiai įkišti rusenančią balanėlę.
- Stebėti balanėlės degimą.

#### Mokiniai padaro išvadas:

- kas vyksta apšvietus intensyvia šviesa ragalapio arba elodėjos šakelę;
- apie fotosintezės metu išsiskyrusio deguonies atpažinimo būdą.

#### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai   | Atsakymai   |
|---|---|
| 1. Apibūdinkite fotosintezės procesą.   | 1. Fotosintezė – tai procesas, kurio metu saulės (šviesos) energijos dėka chloroplastuose vyksta organinių junginių sintezė. Šio proceso metu, kaip šalutinis produktas, išsiskiria deguonis.   |
| 2. Susiekite fotosintezės spartą su šviesos intensyvumu ir CO <sub>2</sub> koncentracija. | 2. Didėjant šviesos intensyvumui ir CO <sub>2</sub> koncentracijai spartėja fotosintezės procesas.  |
| 3. Apibūdinkite fotosintezės reikšmę augalams ir kitiems organizmams.                     | 3. Fotosintezės metu augaluose vyksta organinių junginių sintezė, kuriuos augalas panaudoja savo naujoms struktūroms ir energijai gauti. Augalėdžiai apsirūpina maistinėmis medžiagomis, kurias panaudoja savo naujoms struktūroms formuoti ir energijai gauti.       |
| 4. Nurodykite, kokie organizmai, be augalų, vykdo fotosintezę.                            | 4. Be augalų, fotosintezę vykdo ir kiti organizmai, turintys pigmento chlorofilo. Visi augalai chlorofilą turi chloroplastų struktūrose. Chloroplastus turi dumbliai, kurie įeina ir į kerpių sudėtį. Melsvabakterėse membranose yra įsiterpusio pigmento chlorofilo. |

### 3.2.3.3. FOTOSINTEZĖS REAKCIJOS GREIČIO PRIKLAUSOMYBĖS NUO ŠVIESOS INTENSYVUMO TYRIMAS

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas 11–12 klasėms.

#### Ląstelė – gyvybės pagrindas.

##### Nuostata

Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.

##### Esminis gebėjimas

Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.

##### Gebėjimai

2.5. Apibūdinti energijos ir medžiagų virsmus ląstelėje ir organizme.

##### Žinios ir supratimas

2.5.4. Apibūdinti fotosintezę kaip augalų ląstelėse vykstantį procesą, kurio metu šviesos energija vartojama organinėms molekulėms sintetinti. Susieti šį molekulių panaudojimą su augalo augimu: naujų ląstelių susidarymu, viduląstelinio kvėpavimo ir medžiagų kaupimu.  
2.5.5. Susieti šviesos intensyvumą su augalo augimu ir didesnio derliaus gavimu.

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Ląstelės chloroplastai** – tai žalios spalvos organelės, turinčios daug pigmento chlorofilo, kurio dėka intensyvioje šviesoje yra gaminami pagrindiniai organiniai junginiai. Šio proceso metu, kaip šalutinis produktas, išsiskiria deguonis.

**Fotosintezė** – tai procesas, kai saulės (šviesos) energija chloroplastuose naudojama organinių junginių sintezei, kuriuos augalas panaudoja savo naujoms struktūroms ir energijai gauti. Šio proceso metu išsiskiria deguonis, kurį pats augalas ir kiti organizmai panaudoja kvėpavimo procesui. Fotosintezės procesui įtakos turi daug veiksnių: šviesos intensyvumas, temperatūra, CO<sub>2</sub> koncentracija ir t.t. Sodos tirpalas skatina CO<sub>2</sub> koncentracijos padidėjimą, todėl fotosintezės procesas vyksta sparčiau, susidaro daugiau deguonies. Dėl deguonies mažo tirpumo vandenyje, susidariusios dujos skverbiasi iš vandens burbuliukų pavidalu.

**Fotosintezę lemiantys veiksniai:** anglies dioksido ir vandens koncentracija – jiems didėjant ar mažėjant, keičiasi fotosintezės greitis. Šviesos intensyvumas – jam mažėjant, fotosintezės greitis mažėja, didėjant – šis procesas spartėja iki tam tikros ribos. Pasiekęs tam tikrą ribą, fotosintezės greitis toliau didinant šviesos intensyvumą nebedidėja, gali net mažėti. Trūkstant mineralinių medžiagų, fotosintezės greitis gali sumažėti. Didėjant aplinkos temperatūrai, fotosintezės greitis didėja taip pat iki tam tikros ribos. Pasiekęs šią ribą, procesas gali lėtėti, nes denatūroja fotosintezę spartinantys fermentai ir kiti baltymai.

#### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y., žinodami fotosintezės procesą lemiančius veiksnius, ištirs fotosintezės greitį.

Ekspertas atliekamas vandeningose terpėse. Šiam tyrimui panaudojami vandens augalai, kadangi taip patogiau stebėti fotosintezės intensyvumą. Vandeningose terpėse deguonis išsiskiria burbulų pavidalu. Suskaičiavus išsiskyrusio deguonies burbulų skaičių per laiko vienetą, galima nustatyti fotosintezės intensyvumą. Lygiagrečiai atliekamas simuliacinio eksperimentas su Nova 5000 virtualia laboratorija.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Augalinių ląstelių chloroplastuose esant apšvietimui susidaro organinės medžiagos ir išsiskiria deguonis.

**Eksperimento tikslas:** Ištirti šviesos intensyvumo įtaką fotosintezės greičiui.

**Tyrimo hipotezė:** Didėjant šviesos intensyvumui išsiskyrusių burbulų skaičius didės, nes spartėja fotosintezės greitis.

**Laukiami rezultatai:**

- Žinos fotosintezės procesą ir jį lemiančius veiksnius.
- Gebės paaiškinti fotosintezės intensyvumo priklausomybę nuo šviesos.

### Eksperimento priemonės:

- Ragalpio arba elodėjos šakelė.
- Stiklinė kolbelė.
- Stiklinė lazdelė.
- Piltuvėlis.
- Mėgintuvėliai.
- Termometras.
- Šviesos šaltinis.
- Sodos tirpalas.

### Darbo eiga:

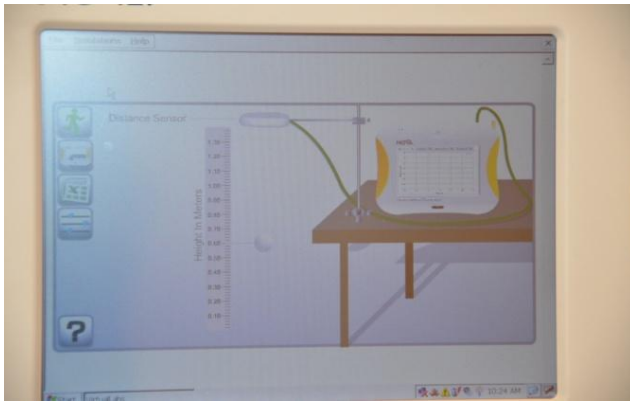
- Stiklinėje paruošti sodos tirpalą (į 200 ml vandens įdėti šaukštą sodos). Į mėgintuvėlį įpilti paruoštą tirpalą, į jį įmerkti stiklinę lazdelę su pririšta prie jos ragalpio arba elodėjos šakele. Mėgintuvėlį įstatyti į stiklinę su vandeniu ir palaikyti pastovią 30 °C temperatūrą.
- Sugraduoti stalo paviršių kas 10 cm nuo šviesos šaltinio. Pastatyti stiklinę 10 cm atstumu ir laukti, kol burbuliukai ims išsiskirti vienodais tarpais. Suskaičiuoti, kiek išsiskiria burbuliukų per laiko vienetą. Skaičiavimus atlikti ne mažiau kaip 3 kartus. Tokiu pat būdu surinkti duomenis 20, 30, 40, 50 ir 60 cm atstumu.
- Duomenis surašyti į lentelę.

### Rezultatų aprašas

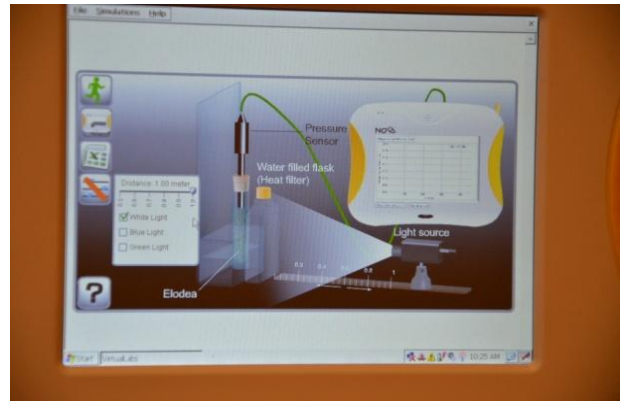
| Pakartojimai,<br>burbulų<br>skaičius per<br>min. | Atstumas nuo lempos, cm |    |    |    |    |    |
|--|-------------------------|----|----|----|----|----|
|  | 10                      | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 1  |                         |    |    |    |    |    |
| 2  |                         |    |    |    |    |    |
| 3  |                         |    |    |    |    |    |
| Vidurkis   |                         |    |    |    |    |    |

Bandymo rezultatus pateikti grafiškai:

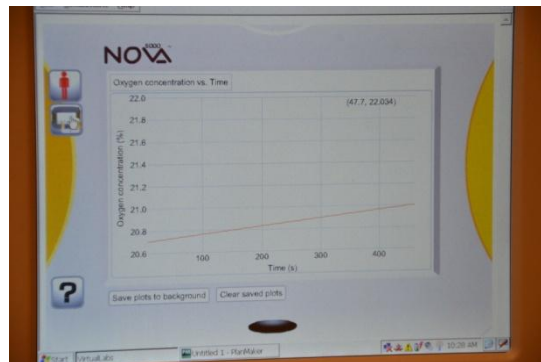
- Atlikti fotosintezės simuliaciją naudojant NOVA5000. Nustatant šviesos spektro įtaką fotosintezės greičiui, įsijungus prietaisą reikia liestuku 2 kartus paspausti mygtuką VirtualLab. Po to viršuje paspausti Simulation (1 pav.) → Biology → Effect of light fotosynthesis rate (2 pav.). Pasirinkus šviesą ir atstumą (4 langelis), paspausti žalią žmogeliuką. Prietaiso ekranas rodys fotosintezės kreivę (3 pav.).



1 pav. VirtualLab



2 pav. Fotosintezės simuliacija



3 pav. Simuliacinis grafikas

- Palyginti eksperimento ir simuliacijos grafikus.

### Mokiniai padaro išvadą:

- apie fotosintezės greičio priklausomybę nuo šviesos intensyvumo (atstumo nuo lempos).

### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai  | Atsakymai   |
|--|---|
| 1. Apibūdinkite fotosintezės procesą.              | 1. Fotosintezė – tai procesas, kurio metu saulės (šviesos) energijos dėka chloroplastuose vyksta organinių junginių sintezė. Šio proceso metu, kaip šalutinis produktas, išsiskiria deguonis.   |
| 2. Nurodykite fotosintezės lemiančius veiksnius.   | 2. Anglies dioksido ir vandens koncentracija, šviesos intensyvumas, mineralinių medžiagų koncentracija, temperatūra.  |
| 3. Apibūdinkite fotosintezės lemiančius veiksnius. | 3. Fotosintezę lemiantys veiksniai: anglies dioksido ir vandens koncentracija – jiems didėjant ar mažėjant, atitinkamai keičiasi fotosintezės greitis. Šviesos intensyvumas – jam mažėjant, fotosintezės greitis mažėja, didėjant – šis procesas spartėja iki tam tikros ribos. Pasiekęs tam tikrą ribą, fotosintezės greitis toliau didinant šviesos intensyvumą nebedidėja, gali net mažėti. Trūkstant mineralinių medžiagų, fotosintezės greitis gali sumažėti. Didėjant aplinkos temperatūrai, fotosintezės greitis didėja taip pat iki tam tikros ribos. Pasiekęs šią ribą, procesas gali lėtėti, nes denatūruoja fotosintezę spartinantys fermentai ir kiti baltymai. |

|   |  |
|---|--|
| 4. Apibūdinkite fotosintezės reikšmę augalams ir kitiems organizmams. | 4. Fotosintezės metu augaluose vyksta organinių junginių sintezė, kuriuos augalas panaudoja savo naujoms struktūroms ir energijai gauti. Augalėdžiai apsirūpina maistinėmis medžiagomis, kurias panaudoja savo naujoms struktūroms formuoti ir energijai gauti.        |
| 5. Nurodykite, kokie organizmai, be augalų, vykdo fotosintezę.        | 5. Be augalų, fotosintezę vykdo ir kiti organizmai, turintys pigmento chlorofilo. Visi augalai šį pigmentą turi chloroplastų struktūrose. Chloroplastus turi dumbliai, kurie įeina ir į kerpių sudėtį. Melsvabakterėse membranose yra įsiterpusio pigmento chlorofilo. |
| 6. Parašykite fotosintezės lygtį.                                     | 6. Šviesos energija + $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$   |



### 3.2.4. ŽALINGI ĮPROČIAI LEMIA ŽMONIŲ SERGAMUMĄ

#### 3.2.4.1. RŪKYMO IR ALKOHOLIO VARTOJIMO ĮTAKA ŽMOGAUS FIZINEI SVEIKATAI

(Pagal I-ąjį tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenį)

##### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. 11–12 klasės.

| 5. Žmogaus sveikata  |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą.   |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 5.1. Apibrėžti sveiką gyvenimą   | 5.1.1. Aptarti sveikatos ir sveikos gyvenimosi sampratas. Paaiškinti sveikatos saugojimo ir tausojimo būdus, naudą.<br>5.1.2. Susieti gerą fizinę ir psichologinę savijautą. |
| 5.3. Paaiškinti reguliarios mankštos poveikį atramos ir judėjimo, širdies ir kraujagyslių, kvėpavimo sistemų veiklai ir apskritai sveikatai. | 5.3.4. Remiantis supratimu apie kvėpavimo takų ir kraujotakos sistemos sandarą apibūdinti rūkymo keliamus pavojus (lėtinis bronchitas, plaučių vėžys ar širdies infarktas).  |

##### DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

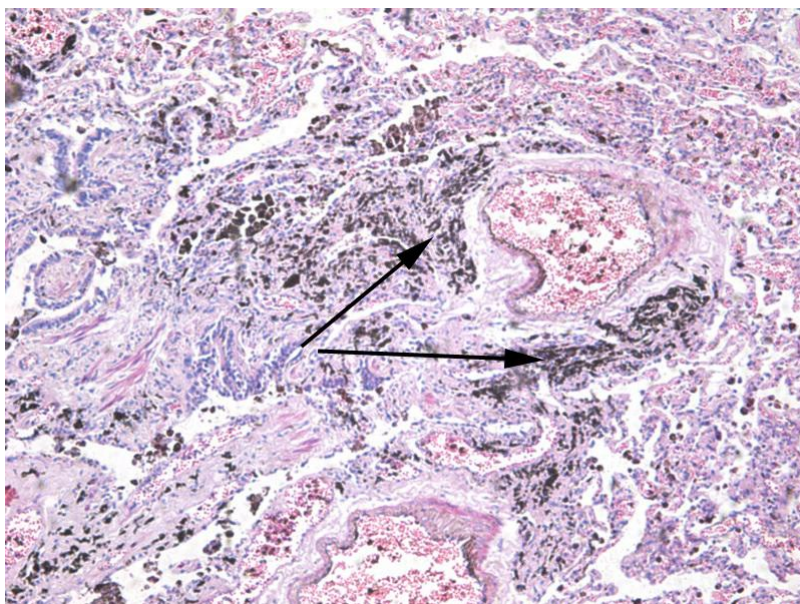
**Rūkymas.** Rūkymui yra naudojami augalo tabako (lot. *Nicotiana tabacum*) lapai. Tabako dūmuose randama per 4000 cheminių junginių, iš kurių apie 200 yra kenksmingi sveikatai, o 40 patvirtinti kaip A grupės kancerogenai – medžiagos, sukeliančios vėžines ligas. Šios medžiagos patenka su *dervomis* ir nusėda plaučiuose. Jos kaupiasi plaučių alveolėse ir pažeidžia ląsteles, kurios laikui bėgant gali supiktybėti (1 pav.). Taip pat dažniausiai pažeidžiamos betarpiško sąlyčio su cigarete vietos: lūpos, liežuvis, burnos ertmė. Ilgalakis rūkymas sąlygoja gerklų, bronchų, stemplės, skrandžio, kasos, kepenų bei šlapimo pūslės vėžio vystymąsi. Ypač pavojingos dabar labai populiarios „lengvos“ cigaretės, mat šių dūmuose koncentruojasi itin smulkios dalelės, kurios lengvai pasiekia pačias giliausias kvėpavimo organų vietas. Smilkstant cigaretei (ar kitai rūkalų rūšiai) išsiskiria *anglies monoksidas* (CO), kitaip dar vadinamas smalkėmis, kuris patvariai jungiasi su hemoglobinu ir nebeleidžia prisijungti deguoniui. Rūkančio žmogaus kraujyje nuolat trūksta deguonies, todėl nukenčia širdis, nes tai didina riziką susirgti išemine širdies liga. Ypač nuo to nukenčia toliausiai esantys kūno audiniai, pavyzdžiui, galūnių. Jos ima šalti, tirpti, mėlynuoti. Esant nuolatinei deguonies stokai, po kurio laiko gali išsivystyti rimti sveikatos sutrikimai, kaip antai kojų gangrena. Nuo rūkymo nukenčia estetinė žmogaus išvaizda – paruduoja dantys, raukšlėjasi oda.

Nors užrašai ant cigarečių pakelių įspėja, kad rūkydami kenkiame savo sveikatą, tačiau mesti rūkyti reikia daug pastangų. Priklausomybę nuo rūkymo sukelia tabako dūmuose esantis *nikotinas*. Šis cheminis junginys turi trumpalaikį stimuliuojantį poveikį, o jo trūkumas rūkančiam žmogui sukelia abstinencijos būseną, todėl kaskart atsiranda poreikis rūkyti.

Netgi patys nerūkydami dažnai būname priversti tapti „pasyviais rūkaliais“ ir kvėpuoti tabako dūmais. Rūkyti galima tik tam skirtose patalpose ar vietose. Žmonių masinio susibūrimo vietose, švietimo ir ugdymo įstaigose ir arti jų bei kitose viešosiose erdvėse rūkyti griežtai draudžiama.

## Rūkymą lemiantys veiksniai

- **Priklausomybė nuo nikotino.** Nikotinas yra cheminė medžiaga, kuri labai greitai sukelia stiprią priklausomybę. Dauguma rūkalių tai daro ne savo noru – jie yra bandę mesti, bet jiems nepavyko. Metus rūkyti, pasireiškia abstinencijos reiškiniai, pvz., nemiga, dirglumas, nerimas. Statistikos duomenimis, iš metusiųjų rūkyti apie 60 proc. vėl pradeda mažiau nei po 3 mėnesių.



1 pav. Rūkymo pažeisti plaučiai: dervų sankaupos plaučių audinyje

- **Rūkalių reklama.** Iki XX a. 8 dešimtmečio rūkalių reklama buvo legali daugumoje šalių. Šiuo metu JAV, Europos Sąjungos šalyse (taip pat ir Lietuvoje) bei daugelyje kitų šalių rūkalių reklama yra smarkiai ribojama, planuojamas visiškasis reklamos (net ir netiesioginės) draudimas.
- **Aplinkinių (bendraamžių) įtaka.** Kovos su rūkymu organizacijų teigimu, rūkyti pradeda dėl aplinkinių ir socialinės aplinkos įtakos. Paaugliams pradėti rūkyti didelės įtakos turi bendraamžiai.
- **Kultūriniai ir tautiniai skirtumai.** Skirtingose kultūrose rūkymas yra nevienodai toleruojamas. Pvz., JAV rūkoma mažiau nei Europoje, o Europoje – mažiau nei Rusijoje ar Kinijoje. Vyrai rūko dažniau nei moterys.
- **Šeimos įtaka.** Rūkančių tėvų vaikai patys dažniau pradeda rūkyti.
- **Televizija.** Didžioji dalis filmų ir televizijos laidų herojų rūko, todėl rūkymas siejamas su sėkmingu, normaliu ir priimtiniu elgesiu.
- **Nesėkmės.** Susidūrus su nesėkmėmis, rūkymas padeda trumpam užsimiršti, bet priežasties neišsprendžia ir dar labiau didina priklausomybę.

**Alkoholio** vartojimas taip pat gali sukelti priklausomybę. Be priklausomybės, alkoholis sukelia apie 60 skirtingų ligų ir sutrikimų. Tai psichikos ir elgesio (pažeidžia nervų sistemą), skrandžio, žarnyno, kasos, lytinės sistemos veiklos sutrikimai. Alkoholis lemia įvairių organų vėžines, širdies, skeleto ir raumenų ligas, traumas. Egzistuoja tiesioginė priklausomybė tarp alkoholio dozės ir jo sukeltų pažeidimų.

Kaip ir rūkymą, alkoholio vartojimą skatina panašūs veiksniai. Priklausomybę nuo alkoholio turintys žmonės kaip priežastį, kodėl jį pradėjo vartoti, dažniausiai nurodo „socialinį spaudimą“, nesėkmes šeimoje arba darbe.

ES suvartojamas didžiausias pasaulyje alkoholio kiekis vienam gyventojui. Dauguma suaugusių (vyresnių nei 15 metų) europiečių vartoja alkoholį, tačiau net 55 milijonai (15 proc.) iš jų yra abstinantai (nevartoję alkoholio). Vadinasi, kiekvienas suaugęs europietis suvartoja po 15 litrų gryno alkoholio per metus. Kiek mažiau nei pusė šio alkoholio kiekio išgeriama alaus pavidalu (43 proc.), o likusi dalis tenka vynui (34 proc.) ir stipriesiems gėrimams (23 proc.). Lietuva tarp visų Europos Sąjungos šalių pagal alkoholio suvartojimo kiekį vienam asmeniui per metus yra antroje vietoje po Vengrijos. Kiekvienam suaugusiam Lietuvos gyventojui tenka apie 17 litrų absoliutaus alkoholio. **Prisiminkite, koks cheminis junginys vadinamas alkoholiu.**

## DARBO METODIKA

Darbas atliekamas vadovaujantis **I-uoju tiriamojo darbo lygmeniu.**

Darbą atliekant pagal **I-ąjį lygmenį**, mokiniai supažindinami su tyrimo aktualumu (problema), tikslu. Gauna tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašą ir nuoseklų tiriamojo darbo eigos aprašą bei konkrečias užduotis.

Remdamiesi tyrimo aktualumu, iškelto tikslu, hipoteze ir dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą ją patikrina.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo aktualumas.** Rūkymas – viena dažniausių mirties priežasčių pasaulyje. Jis pagreitina aterosklerozinių plokštelių susidarymą, todėl siaurėja kraujagyslių skersmuo. Rūkymas skatina kraujo krešėjimą, nes greitina trombocitų sulipimą. Visa tai labai padidina miokardo infarkto riziką. Be to rūkymas padidina ir kitų rizikos veiksnių – kraujo riebalų, cukrinio diabeto, padidėjusio kraujospūdžio – poveikį širdžiai ir kraujagyslėms. Pavyzdžiui, dėl nikotino poveikio kraujagyslės susitraukia ir širdis pradeda plakti smarkiau, todėl pakyla kraujospūdis. Atsisakius rūkyti, ženkliai sumažėja širdies ligų rizika, taip pat sunormalėja kraujospūdis.

Prie alkoholio lengvai priprantama. Žmogus, pradėjęs vartoti alkoholį, iš pradžių labai greitai pajunta jo poveikį, bet laikui bėgant tam pačiam pojūčiui sukelti reikia vis didesnio kiekio. Kadangi alkoholį skaido kepenys, todėl visų pirma pažeidžiamos šio organo ląstelės (2 pav.). Be to, alkoholis neigiamai veikia smegenų ląsteles, todėl galiausiai sutrinka žmogaus mąstysena bei elgsena. Rūkydamos ir vartodamos alkoholį nėščios moterys rizikuoja pakenkti vaisiui.

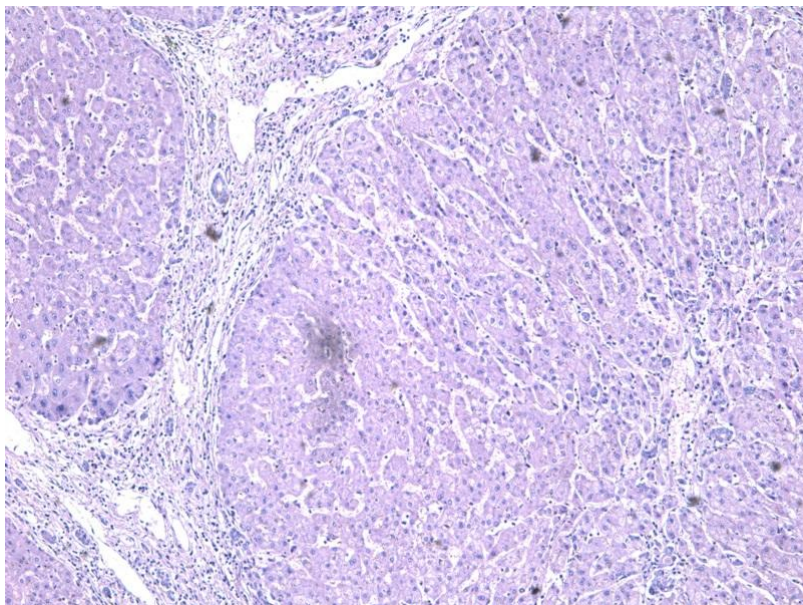
**Kokios priežastys lemia rūkymą ir alkoholio vartojimą bei kokią įtaką šie rizikos veiksniai daro žmogaus organizmui?**

**Tikslas.** Išanalizuoti, kokią įtaką žmogaus fizinei sveikatai daro rūkymas ir alkoholio vartojimas.

**Hipotezė.** Rūkymas ir besaikis alkoholio vartojimas pakeičia kūno ląstelių veiklą, sukelia priklausomybę bei pažeidžia įvairius organus.

### Laukiami rezultatai:

- Nurodys, kokie veiksniai lemia rūkymą ir alkoholio vartojimą.
- Paaškins žalingų įpročių poveikį organizmui..
- Formuosis sveikos gyvensenos sampratą.
- Ugdysis nuostatą rūpintis savo ir aplinkinių sveikata.



2 pav. Kepenų cirozės pažeistos kepenys

**Mokymosi metodai:** darbas poromis, preparatų stebėjimas pro mikroskopą, analizė ir vertinimas, rezultatų pristatymas (pranešimas ar kitokia forma).

### Ugdomos bendrosios kompetencijos

*Komunikavimo* – per aptarimą, diskusijas, rezultatų pristatymą.

*Pažinimo* – analizuojant mokymo priemones: per mikroskopą stebint preparatus, nagrinėjant muliažą, schemą arba natūralius objektus.

*Asmeninė* – dalijantis savo patirtimi.

*Iniciatyvumo ir kūrybingumo* – atliekant praktikos darbą, formuluojant hipotezę, analizuojant ir vertinant rezultatus, išvadas.

#### Priemonės:

- Šviesinis mikroskopas.
- Mikroskopas su kamera.
- Ilgalaikis mikropreparatas iš rinkinio – Nr. **60** – rūkymo pažeistų plaučių skersinis pjūvis (1 pav.)
- Ilgalaikis mikropreparatas iš rinkinio – Nr. **61** – kepenų cirozė, skersinis pjūvis, rodantis kepenų ląstelių degeneraciją (2 pav.)

#### Tiriamąjo darbo eiga

- Pro mikroskopą apžiūrėti rūkymo pažeistų plaučių skersinį pjūvį, stebimą objektą nusipiešti. Piešinyje pažymėti pažeidimo židinius.
- Pro mikroskopą apžiūrėti kepenų cirozės pažeistų kepenų skersinį pjūvį, stebimą objektą nusipiešti. Piešinyje pažymėti pažeidimo židinius.
- Suformuluoti išvadą apie rūkymo ir alkoholio poveikį žmogaus fizinei sveikatai.

#### Darbo išvados (tikėtinos)

**Pateikite išvadą apie rūkymo ir alkoholio poveikį žmogaus fizinei sveikatai.**

Nikotinas ir alkoholis sukelia priklausomybę. Tiek rūkymas, tiek alkoholio vartojimas gali pažeisti beveik visas žmogaus organizmo sistemas ir organus. Ypač rizikuoja nėščios moterys, nes rūkydamos ir vartodamos alkoholį gali pakenkti vaisiui.

Tabako dūmuose randama kancerogenų – medžiagų, sukeliančių vėžines ligas. Šios medžiagos patenka su dervomis, nusėda plaučiuose ir kaupiasi plaučių alveolėse bei pažeidžia ląsteles, kurios laikui bėgant gali supiktybėti. Kadangi alkoholį skaido kepenys, todėl visų pirma pažeidžiamos šio organo ląstelės.

#### KONTROLINIAI KLAUSIMAI IR UŽDUOTYS

| Klausimai ir užduotys   | Atsakymai  |
|---|--|
| 1. Nurodykite, kokie veiksniai lemia rūkymą ir alkoholio vartojimą. | 1. Priklausomybė, reklama, socialinė aplinka (bendraamžių), kultūriniai ir tautiniai skirtumai, šeima, televizija.   |
| 2. Kas sukelia priklausomybę nuo rūkymo?                            | 2. Priklausomybę nuo rūkymo sukelia tabako dūmuose esantis nikotinas. Šis cheminis junginys turi trumpalaikį stimuliuojantį poveikį, o jo trūkumas rūkančiam žmogui sukelia abstinencijos būseną, todėl kaskart atsiranda poreikis rūkyti.   |
| 3. Išvardykite, kokį pavojų organizmui kelia rūkymas.               | 3. Sukelia priklausomybę. Su tabako dūmais į organizmą patenka įvairių kancerogeninių medžiagų. Daugiausia jų patenka su dervomis ir nusėda plaučiuose, tada pažeidžia alveolių ląsteles, kurios laikui bėgant gali virsti piktybiniais navikais. Taip pat dažniausiai pažeidžiamos betarpiško sąlyčio su cigarete vietos: lūpos, liežuvis, burnos ertmė. Labai pavojingas anglies monoksido (CO) junginys, išsiskiriantis smilkstant cigaretei. Ilgalaikis rūkymas sąlygoja gerklų, bronchų, stemplės, skrandžio, kasos, kepenų bei šlapimo pūslės vėžio vystymąsi. Kenkia vaisiui. |
| 4. Išvardykite, kokį pavojų organizmui kelia alkoholio              | 4. Be priklausomybės, alkoholis sukelia apie 60 skirtingų ligų ir sutrikimų. Tai psichikos ir elgesio (pažeidžia   |

|  |   |
|--|---|
| vartojimas.  | nervų sistemą), skrandžio, žarnyno, kasos, lytinės sistemos veiklos sutrikimai. Atsiranda įvairių organų vėžinių, širdies, skeleto ir raumenų ligų, traumų. Kenkia vaisiui. Labiausiai pažeidžia kepenis, nes ši cheminį junginį joms reikia skaidyti.  |
| 5. Remdamiesi tekste apie alkoholio vartojimą pateiktais duomenimis, nurodykite įvairių rūšių (alaus, vyno, stipriųjų gėrimų) alkoholio suvartojimo ES šalyse procentinį pasiskirstymą ir jį pavaizduokite kaip skritulinę diagramą.         | 5. ES suvartojamas didžiausias pasaulyje alkoholio kiekis vienam gyventojui. Kiekvienas suaugęs europietis suvartoja po 15 litrų gryno alkoholio per metus. Kiek mažiau nei pusė šio alkoholio kiekio išgeriama alaus pavidalu (43 proc.), o likusi dalis tenka vynui (34 proc.) ir stipriesiems gėrimams (23 proc.). |
| 6. Vadovaudamiesi pateiktais duomenimis, nubraižykite stulpelinę diagramą arba kreivę, kaip kito rūkančiųjų – vyrų ir moterų – dalis Lietuvos žmonių populiacijoje 1994-2000 metais. Diagramą išanalizuokite, aptarkite ir pateikite išvadą. | 6. Vyrų dalis: 1994 – 43,3 proc.; 1996 – 47,3 proc.; 1998 – 48,5 proc.; 2000 – 51,2 proc.<br>Moterų dalis: 1994 – 6,3 proc.; 1996 – 9,4 proc.; 1998 – 12,5 proc.; 2000 – 15,8 proc.   |
| 7. Sukurkite akrostichus* sąvokoms „Alkoholis“ ir „Nikotinas“ apie jų daromą žalą žmogaus sveikatai ar kt.   | 7. <i>Pavyzdys:</i><br><b>N</b> EIŠVENGIAMA PRIKLAUSOMYBĖ<br><b>I</b> ŠLAIDOS RŪKALAMS<br><b>K</b> OSULYS<br><b>O</b> DOS RAUKŠLĖJIMASIS<br><b>T</b> ABAKO SUDEDAMOJI DALIS<br><b>I</b> ŠEMINĖ LIGA<br><b>N</b> AVIKINĖS LIGOS<br><b>A</b> BSTINENCIJOS BŪSENA<br><b>S</b> TIMULIUOJANTIS POVEIKIS                    |

**Akrostichas\*** [gr. *akros* – kraštinis, *stichos* – eilutė]. Kūrinys, kurio eilučių pirmosios raidės, skaitant nuo viršaus į apačią, sudaro žodį.

Lentoje vertikalčiai užrašoma sąvoka (arba žodis). Mokinių paprašoma ties kiekviena žodžio raide užrašyti ta pačia raide prasidedantį teiginį. Pavyzdžiui, ALKOHOLIS. Ties kiekviena šio žodžio raide reikia parašyti teiginius, atspindinčius, kokią įtaką turi alkoholio vartojimas žmogaus fizinei ir dvasinei sveikatai.

### 3.3. LAŠTELĖ – GYVYBĖS PAGRINDAS. HOMEOSTAZĖ IR ORGANIZMO VALDYMAS

#### 3.3.1. LAŠTELIŲ SANDAROS, CHEMINĖS SUDĖTIES IR FUNKCIJŲ YPATUMAI

##### 3.3.1.1. LAŠTELĖS SANDAROS TYRIMAS MIKROSKOPU. LAŠTELIŲ (AUGALINĖS IR GYVŪNINĖS) STEBĖJIMAS, ATPAŽINIMAS

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas 9–10 klasėms.

| Ląstelė – gyvybės pagrindas  |   |
|--|---|
| <p><b>Nuostata</b><br/>Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.</p> |   |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
| 2.2. Apibūdinti prokariotinių ir eukariotinių ląstelių sandarą.  | <p>2.2.1. Paveikluose ir schemose atpažinti prokariotines ir eukariotines ląsteles. Nurodyti, kad prokariotinės ląstelės neturi branduolio ir membraninių organelių.</p> <p>2.2.2. Apibūdinti eukariotinės ląstelės struktūras (branduolį, citoplazmą, ląstelės sienelę, plazminę membraną, ribosomas, mitochondrijas, chloroplastus, vakuolę), atpažinti jas paveikluose ir schemose ir apibūdinti jų funkcijas ląstelėje.</p> <p>2.2.4. Mikroskopu stebėti ląsteles ir audinius, atpažinti ląstelių struktūras, schemiškai pavaizduoti jas piešiniu. Išsiaiškinti šviesinio mikroskopo naudojimo galimybes ląstelių tyrimams.</p> |

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Ląstelės yra skirstomos į prokariotines ir eukariotines. Prokariotinės ląstelės būdingos bakterijoms ir archėjoms, o eukariotinės – pirmuonims, dumbliams, grybams, augalams ir gyvūnams.

**Ląstelės sandara.** Prokariotinės ląstelės neturi membrana fiksuoto branduolio ir kitų membraninių organelių, turi mažesnes nei eukariotų ribosomas, jų struktūra nesudėtinga. Šio tipo ląstelių branduolinė medžiaga, turinti genetinę informaciją, vadinama nukleoidu. Kiekviena eukariotinė ląstelė yra sudaryta iš gyvosios medžiagos – protoplazmos, kuri susideda iš citoplazmos ir branduolio. Ją nuo aplinkos apriboja plazminė membrana (plazmolema). Citoplazma pasižymi gyvai medžiagai būdingomis savybėmis: reaguoja į dirginimus, auga, dauginasi. Citoplazmos organelės – tai pastovios, diferencijuotos citoplazmos struktūros, atliekančios ląstelėse tam tikrą funkciją. Tarpus tarp organelių ir intarpų užpildo hialoplazma. Branduolyje sutelkta didžioji dalis ląstelės DNR, kuri turi genetinę informaciją apie ląstelės formavimąsi ir metabolizmą. Branduolys paprastai yra ląstelės centre ir visada apgaubtas citoplazmos. Plazminė membrana svarbi ląstelės medžiagų apykaitai, pernašai ir pan. Chloroplastai (plastidžių tipas) – tai žalios spalvos augalinės ląstelės organelės, turinčios daug pigmento chlorofilo, kurio dėka augalai apsirūpina organinėmis medžiagomis. Celiuliozinė sienelė būdinga augalinėms ląstelėms. Ji atlieka atraminę, apsauginę funkciją. Augalinės ląstelės viduryje išsidėsto centrinė vakuolė, kurios dydis priklauso nuo ląstelės

senumo. Ji atlieka medžiagų kaupimo funkciją. Gyvūnų ląstelių forma, priklausomai nuo jų atliekamų funkcijų, gali labai skirtis. Pvz., neuronai yra šakoti – tai padeda priimti ir perduoti impulsą, subrendę eritrocitai yra bebranduoliai – tai padeda daugiau pernešti kvėpavimo dujų. Tačiau visoms gyvoms ląstelėms būdingi tam tikri bruožai: jos turi plazminę membraną, citoplazmą, ribosomas ir chromatiną (chromosomas), kurio sudėtyje yra paveldimąją informaciją sauganti ir perduodanti DNR.

**Ląstelės gyvybinė veikla.** Organizmų ląstelės atlieka bendrąsias ir specialiąsias funkcijas. Bendrosioms ląstelės funkcijoms priskiriama medžiagų apykaita, augimas, judėjimas, dirglumas, dalijimasis ir diferenciacija. Yra ląstelių, kurios atlieka ir specialiąsias funkcijas – sintetina, kaupia ir išskiria sekretą, vykdo fotosintezę, išskiria iš organizmo medžiagų apykaitos produktus, išnešioja deguonį ir anglies dioksiną ir t.t.

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga, tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y., žinodami augalinės ir gyvūninės ląstelės sandarą, randa šių ląstelių panašumus ir skirtumus.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Nežiūrint ląstelių bendrumų, gyvūninės ir augalinės ląstelės skiriasi.

**Ekspерименто tikslas:** Atliekant augalinės ir gyvūninės ląstelės palyginimo tiriamąjį darbą, surasti esminius ląstelių panašumus bei skirtumus.

**Tyrimo hipotezė:** Augalinės ir gyvūninės ląstelės panašios tuo, kad turi branduolį, citoplazmą ir plazminę membraną, o skiriasi tuo, kad augalinė ląstelė turi celiuliozinę sienelę, plastides ir centrinę vakuolę.

### Laukiami rezultatai:

- Gebės atpažinti augalines ir gyvūnines ląsteles pagal jose esančias organeles.
- Įvardins atpažintas augalinėms ir gyvūninėms ląstelėms būdingas organeles.
- Gebės nustatyti augalinių ir gyvūninių ląstelių panašumus ir skirtumus.
- Gebės palyginti tiriamųjų ląstelių dydžius.

### Ekspерименто priemonės:

- Mikroskopas.
- Mikroskopinių preparatų rinkinys (žmogaus burnos gleivinės ląstelės, žmogaus kraujo mėginio, alyvmedžio lapo pjūvis, valgomąjo svogūno lukšto epidermis, chloroplastai elodėjos lape ir kt.).

### Darbo eiga:

- Pasiruošti darbui mikroskopus, pasirinkti reikiamus preparatus.
- Mikroskopuoti pasirinktus augalinių ir gyvūninių ląstelių preparatus.
- Po stebėjimo rezultatus surašyti į lentelę:

### Duomenų žymėjimo lentelė

| Ląstelių panašumai |  | Ląstelių skirtumai |  |
|--------------------|--|--------------------|--|
| 1.                 |  | 1.                 |  |
| 2.                 |  | 2.                 |  |
| 3.                 |  | 3.                 |  |
| 4.                 |  | 4.                 |  |
| 5.                 |  | 5.                 |  |

- Nupiešti stebimas ląsteles, pažymėti svarbiausias atpažintas ląstelių organeles.

**Mokiniai padaro išvadas:**

- apie augalinės ir gyvūninės ląstelės sandaros panašumus;
- apie augalinės ir gyvūninės ląstelės sandaros skirtumus;
- apie augalinės ir gyvūninės ląstelės dydžius;
- kurios svarbiausios ląstelės organelės yra matomos per mikroskopą.

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai   | Atsakymai  |
|---|--|
| 1. Kokios organelės būdingos augalinei ir gyvūninei ląstelei?   | 1. Branduolys, citoplazma, plazminė membrana, mitochondrijos, ribosomos, Goldžio kompleksas, šiurkštusis endoplazminis tinklas (ŠET), lygusis endoplazminis tinklas (LET).   |
| 2. Kokias per mikroskopą mikroskopu matomas organelės pastebėjote tyrimo metu?  | 2. Branduolys, chloroplastai, celiuliozinė sienelė, centrinė vakuolė.  |
| 3. Kokias pagrindines funkcijas atlieka branduolys, citoplazma, plazminė membrana, chloroplastai, celiuliozinė sienelė, centrinė vakuolė? | 3. Branduolys – saugo paveldimą genetinę informaciją, valdo ląstelės veiklą, dalyvauja ląstelės dalijimosi procese. Citoplazma – telkia organelės, joje vyksta cheminės reakcijos. Plazminė membrana apriboja ląstelę nuo aplinkos, vykdo medžiagų atrankinį pralaidumą iš ląstelės ir į ją. Chloroplastai – dalyvauja fotosintezės procese, kurio metu išsiskiria deguonis ir pasigamina maistinės medžiagos. Celiuliozinė sienelė – atlieka ląstelės atramą ir apsaugą. Centrinė vakuolė – kaupia ląstelės maistines medžiagas, pigmentus ir t. t. |



### 3.3.1.2. LAŠTELIŲ IR AUDINIŲ STEBĖJIMAS MIKROSKOPU, LAŠTELIŲ STRUKTŪROS ATPAŽINIMAS, SCHEMIŠKAS PAVAIZDAVIMAS PIEŠINIU. ŠVIESINIO MIKROSKOPO NAUDOJIMO LAŠTELĖS TIRTI GALIMYBIŲ IŠSIAIŠKINIMAS

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas 11–12 klasėms.

#### Ląstelė – gyvybės pagrindas

##### Nuostata

Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.

##### Esminis gebėjimas

Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.

| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
|---|---|
| 2.2. Apibūdinti prokariotinių ir eukariotinių ląstelių sandarą. | <p>2.2.1. Paveiksluose ir schemose atpažinti prokariotines ir eukariotines ląsteles. Nurodyti, kad prokariotinės ląstelės neturi branduolio ir membraninių organelių.</p> <p>2.2.2. Apibūdinti eukariotinės ląstelės struktūras (branduolį, citoplazmą, ląstelės sienelę, plazminę membraną, ribosomas, mitochondrijas, chloroplastus, vakuolę), atpažinti jas paveiksluose ir schemose ir apibūdinti jų funkcijas ląstelėje.</p> <p>2.2.3. Remiantis audinių pavyzdžiais (pavyzdžiui, augalų – vandens ir rėtinių indų, statinio mezofilio, gyvūnų – kraujo, epitelinio, nervinio, skersaruotio raumens) apibūdinti juos sudarančią ląstelių sandarą ir funkcijas.</p> <p>2.2.4. Mikroskopu stebėti ląsteles ir audinius, atpažinti ląstelių struktūras, schemiškai pavaizduoti jas piešiniu. Išsiaiškinti šviesinio mikroskopo naudojimo galimybes ląstelių tyrimams.</p> |

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Ląstelės sandara.** Kiekviena eukariotinė ląstelė yra sudaryta iš gyvosios medžiagos – protoplazmos, kuri susideda iš citoplazmos ir branduolio. Ją nuo aplinkos apriboja plazminė membrana (plazmolema). Citoplazma pasižymi gyvai medžiagai būdingomis savybėmis: reaguoja į dirginimus, auga, dauginasi. Citoplazmos organelės – tai pastovios, diferencijuotos citoplazmos struktūros, atliekančios ląstelėse tam tikrą funkciją. Branduolyje sutelkta didžioji dalis ląstelės DNR, kuri turi genetinę informaciją apie ląstelės formavimąsi ir metabolizmą. Branduolys paprastai esti ląstelės centre ir visada apgaubtas citoplazmos. Plazminė membrana svarbi ląstelės medžiagų apykaitai, pernašai ir pan. Chloroplastai – tai žalios spalvos augalinės ląstelės organelės, turinčios daug pigmento chlorofilo, kurio dėka augalai apsirūpina maistinėmis medžiagomis. Celiuliozinė sienelė būdinga augalinėms, o chitininė – grybinėms ląstelėms. Ji atlieka atraminę, apsauginę funkciją. Augalinės ląstelės viduryje išsidėsto centrinė vakuolė, kurios dydis priklauso nuo ląstelės senumo. Ši organelė atlieka medžiagų kaupimo funkciją.

**Audinių tipai pagal kilmę.** *Augaliniai audiniai:* mezofilis – jame gausu chloroplastų, jis atlieka sintezės funkciją, todėl vadinamas asimiliaciniu audiniu. Augalo lapo paviršių dengia skaidrusis epidermis, kuriame išsidėsto žiotelės. Šio epidermio dėka saulės spinduliai netrukdomai patenka į mezofilį, taip efektyviau vyksta fotosintezė. Epidermyje esančios žiotelės vykdo dujų

mainų, transpiracijos ir vėsinimosi funkcijas. Puriojo audinio tarpuose yra dujų ir vandens rezervas, reikalingas augalo biosintezės procesams vykdyti. Augalo indai turi laidžiųjų medienos ir karnienos audinių, jų sandaroje yra vandens ir rėtinių indų, atliekančių transportinę funkciją. Vandens indai sudaryti iš negyvų ląstelių, jais iš šaknų teka vanduo su jame ištirpusiomis mineralinėmis medžiagomis. Rėtiniai indai sudaryti iš gyvų karnienos ląstelių, kuriomis iš fotosintezės vietos teka organiniai junginiai į augalo dalis. *Gyvūniniai audiniai* yra skirstomi į keturias grupes: epiteliniai, jungiamieji, raumeniniai ir nerviniai. Epiteliniai audiniai sudaryti iš priglundusių epitelinių ląstelių, tarp kurių nėra tarpląstelinės medžiagos. Jie gali atlikti apsauginę funkciją. Dalis epitelinių audinių aktyviai sekretuoja, todėl sudaro vidaus ir išorės sekrecijos liaukas. Jungiamieji audiniai pagal sandarą ir funkciją yra labai skirtingi. Šiems audiniams priklauso skaiduliniai, ląsteliniai, kauliniai, kremzliniai audiniai, kraujas ir gemalo jungiamieji audiniai. Raumeniniai audiniai yra skirstomi į dvi pagrindines grupes: ruožuotieji ir neruožuotieji. Ruožuotieji audiniai skirstomi dar į širdies ir griaučių ruožuotuosius audinius. Neruožuotuosius audinius galima aptikti kraujagyslių, žarnų ir kitų tuščiavidurių organų sienelėse. Nerviniai audiniai yra sudaryti iš neuronų ir neuroglijos ląstelių. Pastarieji audiniai formuoja nervų sistemos organus (galvos ir nugaros smegenis, nervus ir pan.).

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y. prisimina audinių sandarą, suskirsto juos į augalinės ir gyvūninės kilmės audinių grupes bei apibūdina jų funkcijas.

Eksperimentui atlikti naudojamas šviesinis mikroskopas ir mikroskopinių preparatų rinkinys.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Visų gyvų organizmų mažiausias struktūrinis ir funkcinis vienetas, jų formavimosi ir gyvybinės veiklos pagrindas yra ląstelė. Skirtingos ląstelės ir jų pagaminta tarpląstelinė medžiaga formuoja skirtingus audinius, keletas audinių – organus, o skirtingi organai – organų sistemas, pastarosios – organizmą. Audiniai yra augalinės ir gyvūninės kilmės, pasižymi jiems būdingomis funkcijomis.

**Eksperimento tikslas:** Atpažinti augalinės ir gyvūninės kilmės audinius bei išsiaiškinti, kokios ląstelinės struktūros yra matomos šviesiniu mikroskopu.

**Tyrimo hipotezė:** Augalinės ir gyvūninės kilmės audiniai skiriasi savo sandara. Mikroskopu bus matomos organelės: branduolys, citoplazma, chloroplastai ir celiuliozinė sienelė.

### Laukiami rezultatai:

- Gebės atpažinti skirtingus augalinės ir gyvūninės kilmės audinius.
- Gebės paaiškinti augalinių ir gyvūninių audinių skirtumus.


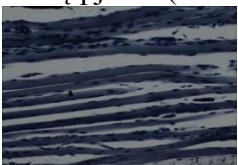
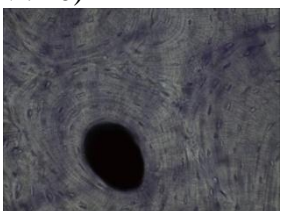

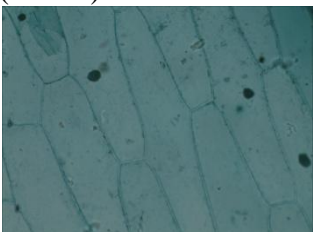
### Eksperimento priemonės:

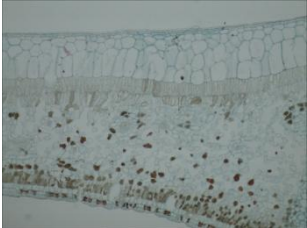
- Šviesinis mikroskopas.
- Mikroskopinių preparatų rinkinys (rekomenduojami mikropreparatai; žmogaus burnos ertmės daugiasluoksnis neragėjantis epitelis, išilginis ruožuotųjų raumenų pjūvis, tankusis kaulas su ertmėmis ir kanalėliais, žmogaus kraujo tepinėlis, valgomąjo svogūno lukšto epidermis, alyvmedžio lapo pjūvis).

**Darbo eiga:**

- Paruoštus mikropreparatus stebėti mikroskopu
- Mokiniai atpažintus audinius pavaizduos schematiškai ir darbo aprašą pateiks mokytojui.

**Darbo aprašas**

| Eil. Nr. | Mikropreparato pavadinimas   | Audinio pavadinimas               | Scheminis pavaizdavimas (pateikite žinomas audinio dalis) |
|----------|--|-----------------------------------|---|
| 1.       | Žmogaus burnos ertmės daugiasluoksnis neragėjantis epitelis (Nr. 8)<br> | Epitelinis (paviršinis epitelis)  |   |
| 2.       | Išilginis ruožuotųjų raumenų pjūvis (Nr. 9)<br>                        | Raumeninis (griaučių ruožuotasis) |   |
| 3.       | Tankusis kaulas su ertmėmis ir kanalėliais (Nr. 10)<br>               | Jungiamasis (kaulinis)            |   |
| 4.       | Žmogaus kraujo tepinėlis (Nr. 12)<br>                                 | Jungiamasis (kraujas)             |   |
| 5.       | Valgomojo svogūno lukšto epidermis (Nr. 24)<br>                       | Dengiamasis                       |   |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 6. | Alyvmedžio lapo pjūvis<br>(Nr. 21)<br> | Dengiamasis<br>(viršutinis ar apatinis<br>epidermis)<br>Purusis mezofilis<br>Statinis mezofilis<br>Mediena<br>Karniena | Audinių pavadinimus pateikite piešinyje |
|----|---|--|---|

### Mokiniai padaro išvadas:

- kuo augalinės ir gyvūninės kilmės audiniai tarpusavyje panašūs;
- kuo augalinės ir gyvūninės kilmės audiniai tarpusavyje skiriasi;
- apie audinių ląstelių dydžius, formas ir išsidėstymą, priklausomai nuo jų atliekamu funkcijų.

### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai  | Atsakymai  |
|--|--|
| 1. Apibūdinkite gyvūninio audinio sąvoką.  | 1. Gyvūninės kilmės audinys – tai ląstelių ir tarpląstelinės medžiagos (išskyrus epitelinį audinį) telkinys, atliekantis tam tikrą funkciją.   |
| 2. Nurodykite, pagal kokius požymius audiniai skirstomi į augalinės ir gyvūninės kilmės.     | 2. Augalinių audinių ląstelėse galima matyti chloroplastus, celiuliozinę sienelę, centrinę vakuolę. Šių organelių gyvūninės kilmės audinių ląstelėse neaptinkama.  |
| 3. Apibūdinkite augalinės ir gyvūninės kilmės audinius, jų atliekamas pagrindines funkcijas. | 3. <i>Augaliniai audiniai</i> : mezofilis – jame gausu chloroplastų, jis atlieka sintezės funkciją, todėl vadinamas asimiliaciniu audiniu. Augalo lapo paviršių dengia skaidrusis epidermis, kuriame išsidėsto žiotelės. Šio epidermio dėka saulės spinduliai netrukdomai patenka į mezofilį, taip efektyviau vyksta fotosintezė. Epidermyje esančios žiotelės vykdo dujų mainų, transpiracijos ir vėsinimosi funkcijas. Puriojo audinio tarpuose yra dujų ir vandens rezervas, reikalingas augalo biosintezės procesams vykdyti. Augalo indai turi medienos ir karnienos audinių, kurie savo sandaroje turi vandens ir rėtinius indus, atliekančius transportinę funkciją. Vandens indai sudaryti iš negyvų ląstelių, jais iš šaknų teka vanduo su jame ištirpusiomis mineralinėmis medžiagomis. Rėtiniais indais iš fotosintezės vietos teka organiniai junginiai į augalo dalis. <i>Gyvūninės kilmės audiniai</i> yra skirstomi į keturias grupes: epiteliniai, jungiamieji, raumeniniai ir nerviniai. Epiteliniai audiniai sudaryti iš epitelinių ląstelių, tarp kurių nėra tarpląstelinės medžiagos. Jie gali atlikti apsauginę funkciją. Dalis epitelinių audinių aktyviai sekretuoja, todėl sudaro vidaus ir išorės sekrecijos liaukas. Jungiamieji audiniai – tai didelė, pagal sandarą ir funkciją labai skirtingų audinių grupė. Šiems audiniams priklauso skaiduliniai, ląsteliniai, kauliniai, kremzliniai audiniai, kraujas ir gemalo jungiamieji audiniai. Raumeniniai audiniai yra skirstomi į dvi pagrindines grupes: ruožuotieji ir neruožuotieji. Ruožuotieji audiniai skirstomi dar į širdies ir griaučių ruožuotuosius audinius. |

|   |  |
|---|--|
|   | Neruožuotuosius audinius galima aptikti kraujagyslių, žarnų ir kitų tuščiavidurių organų sienelėse. Nerviniai audiniai yra sudaryti iš neuronų ir neuroglijos ląstelių. Nerviniai audiniai formuoja nervų sistemos organus (galvos ir nugaros smegenis, nervus ir pan.). |
| 4. Nurodykite, kokias mikroskopu matomas organeles pastebėjote tyrimo metu. | 4. Branduolys – beveik visų audinių ląstelėse (nėra rėtiniuose induose, trombocituose, subrendusiuose eritrocituose). Chloroplastai, celiuliozinė sienelė ir centrinė vakuolė – tik augalinėse ląstelėse.  |

### 3.3.1.3. AUGALINĖS KILMĖS MAISTO PRODUKTŲ CHEMINĖS SUDĖTIES TYRIMAS

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Bendrasis kursas 11–12 klasėms.

#### 2. Ląstelė – gyvybės pagrindas

##### Nuostata

Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.

##### Esminis gebėjimas

Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.

| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
|---|---|
| 2.1. Apibūdinti organinius junginius, įeinančius į ląstelių sudėtį. Paaiškinti šių organinių junginių ir vandens reikšmę organizmo gyvybinėms funkcijoms. | 2.1.1. Apibūdinti angliavandenius kaip energines, atsargines ir statybines medžiagas ir pateikti šias funkcijas atliekančių angliavandenių pavyzdžių.<br>2.1.2. Atlikti įvairių augalinės kilmės maisto produktų tyrimus pasirinktai organinei medžiagai nustatyti. |

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Audinių ląstelėse** vyksta dviejų tipų procesai: sintezės ir skaidymo. Sintezės proceso metu iš paprastesnių medžiagų susidaro sudėtingesnės, pvz., iš gliukozės augalinėse ląstelėse gali susidaryti krakmolas, o gyvūninėse ląstelėse gliukozė verčiama glikogenu. Skaidymo reakcijos metu sudėtinės medžiagos verčiamos į paprastesnes, kurios lengvai suvartojamos ląstelėje, pvz., krakmolas augalinėse ląstelėse skaidomas iki maltozės, o ji – iki gliukozės. Gyvūninėse ląstelėse glikogenas skaidomas iki gliukozės.

**Fotosintezė** – tai procesas, kurio metu šviesos energijos dėka chloroplastuose vyksta organinių junginių sintezė, kuriuos augalas panaudoja savo naujoms struktūroms ir energijai gauti. Fotosintezės proceso metu pagamintas gliukozės perteklius kaupiamas krakmolo pavidalu. Krakmolą augalai panaudoja kaip rezervinę medžiagą tada, kai intensyvus fotosintezės procesas nevyksta, arba krakmolas naudojamas sėklų dygimo metu kaip energetinė medžiaga.

#### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga, tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y. kad augalinės kilmės produktuose yra krakmolo, kuris, užlašinus jodo, pamėlsta.

#### EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Fotosintezės produktai (gliukozė) augalinėse ląstelėse yra verčiami krakmolu, kurį galima atpažinti jodo tirpalo būdu.

**Eksperimento tikslas:** Atpažinti krakmolą, kuris randamas augalinės kilmės produktuose.

**Tyrimo hipotezė:** Augalinės kilmės produktų (bulvių, duonos, įvairių grūdinių kultūrų miltų ir pan.) mėginiai pamėls paveikus jodo tirpalu.

##### Laukiami rezultatai:

- Gebės paaiškinti fotosintezės procesą ir ląstelėje vykstančius cheminius procesus.
- Mokės susieti krakmolo susidarymo procesą su ląstelės kaupimo funkcija.
- Gebės apibūdinti krakmolo kaupimosi reikšmę sėklų dygimui ir organizmų atsparumui nepalankiomis sąlygomis.

- Žinos, kokiuose atskirų augalų organuose kaupiasi krakmolai.

#### **Eksperimento priemonės:**

- Augalinės kilmės produktai (bulvė, duona, miltai ir pan).
- Petri lėkštelės.
- Jodo tirpalas.

#### **Darbo eiga:**

- Perpjauti pusiau augalinės kilmės produktą (bulvę, duoną) ar į petri lėkštelę įpilti 1 šaukštą miltų. Ant paruoštų mėginių užlašinti 10 proc. jodo tirpalo.
- Stebėti mėginių pokyčius ir juos paaiškinti. Mėginiai veikiami jodo tirpalo pamėlsta.

#### **Mokiniai padaro išvadas:**

- apie ląstelėje vykstantį sintezės procesą, kurio dėka gliukozė verčiama stambiamolekuliniu junginiu – krakmolu;
- apie krakmolo atpažinimą augalinės kilmės produktuose, panaudojant jodo tirpalą.

#### **KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai   | Atsakymai  |
|---|--|
| 1. Apibūdinkite sintezės ir skaidymo procesus bei jų reikšmę ląstelei.                                    | 1. Sintezės proceso metu iš paprastesnių medžiagų susidaro sudėtingesnės. Skaidymo reakcijos metu sudėtinės medžiagos verčiamos į paprastesnes, kurios lengvai suvartojamos ląstelėje.   |
| 2. Susiekite krakmolo susidarymo procesą su ląstelės kaupimo funkcija.                                    | 2. Fotosintezės produktas gliukozė, esant pertekliui, augalinėse ląstelėse verčiamas krakmolu, kuris panaudojamas kaip rezervinė medžiaga išgyventi nepalankiomis sąlygomis arba kaip medžiagų atsargos ląstelės energetiniams procesams.  |
| 3. Apibūdinkite krakmolo kaupimosi reikšmę sėklų dygimui ir organizmų atsparumui nepalankiomis sąlygomis. | 3. Visi augalai savo sėklose kaupia krakmolą, kuris yra kompaktiškas ir netirpus. Dėl šių savybių krakmolai gali būti naudojami kaip ilgalaikė rezervinė medžiaga. Tačiau krakmolai yra lengvai skaidomi fermentų, todėl labai svarbūs ląstelės energetiniams procesams. Augalai nepalankiomis sąlygomis gali išgyventi esant sukauptai energijai krakmolo pavidalu. Gyvenantys nepalankiomis sąlygomis augalai dažnai kaupia krakmolą savo organuose. |
| 4. Kokiuose atskirų augalų organuose kaupiasi krakmolai?  | 4. Bulvėse krakmolai kaupiami stiebagumbiuose; svogūnuose (svogūnstiebiuose), gumbasvogūniuose; morkose ir burokėliuose – šaknyse; kaktusų pakitusių stiebų viduje; sultinguose sukulentių lapuose ir t. t.  |

### 3.3.1.4. GRIAUČIŲ IR ŠIRDIES SKERSARUOŽIŲ RAUMENŲ MIKROSKOPINIS TYRIMAS

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Bendrasis kursas 11–12 klasėms.

#### 2. Ląstelė – gyvybės pagrindas

##### Nuostata

Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.

##### Esminis gebėjimas

Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.

##### Gebėjimai

##### Žinios ir supratimas

2.2. Apibūdinti prokariotinių ir eukariotinių ląstelių sandarą.

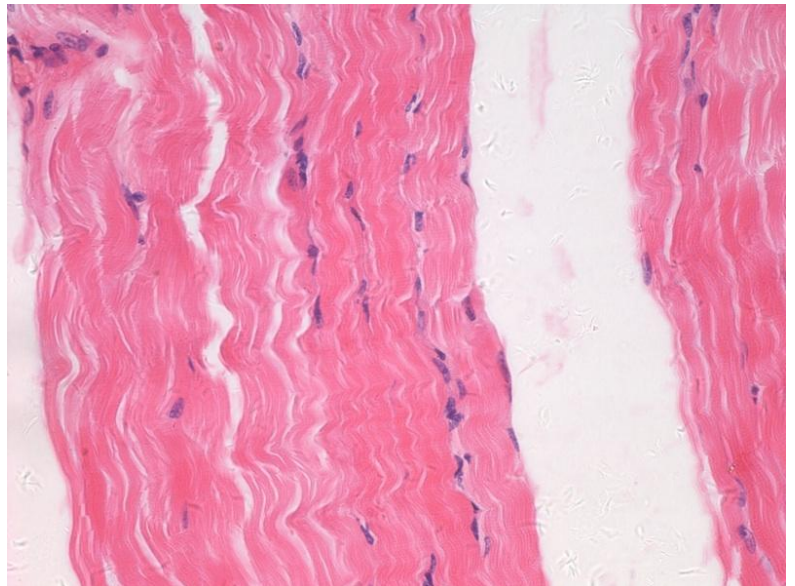
2.2.3. Remiantis audinių pavyzdžiais (pavyzdžiui, augalų – vandens ir rėtinių indų, statinio mezofilio, gyvūnų – kraujo, epitelinio, nervinio, skersaruožio raumens) apibūdinti juos sudarančių ląstelių sandarą ir funkcijas.

2.2.4. Mikroskopu stebėti ląsteles ir audinius, atpažinti ląstelių struktūras, schemiškai pavaizduoti jas piešiniu.

#### DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Raumeninių audinių skirstymas ir ypatumai.** Raumeniniai audiniai skirstomi į *lygiuosius* ir *ruožuotuosius* (būdingas ruožuotumas), o pastarieji dar skirstomi į *griaučių skersaruožį* (1 pav.) ir *širdies skersaruožį* (2 pav.). Griaučių skersaruožio ląstelės pailgos, cilindriškos, skersai ruožuotos, turi daug branduolių. Tvirtinasi prie kaulų. Atlieka organizmo judėjimo bei kūno tonuso palaikymo funkciją. Valdomi valingai, pakankamai greitai susitraukinėja, tačiau gali greitai pavargti.

**Širdies skersaruožio raumens ypatumai.** Širdies raumens (miokardo) struktūrinis vienetas vadinamas kardiomiocitu. Jo skaidulos skersai ruožuotos, šakojasi ir susijungia specialiomis jungtimis, turi po vieną branduolį. Vienintelė vieta kūne – širdis. Pagrindinė funkcija – širdies susitraukimas. Būdinga savikontrolė (pats save kontroliuoja), gana greitai susitraukinėja, ypač tvirtas ir ištvermingas.



1 pav. Griaučių skersaruožio raumens sandara stebint pro mikroskopą. (Matyti skaidula, branduoliai).

#### DARBO METODIKA

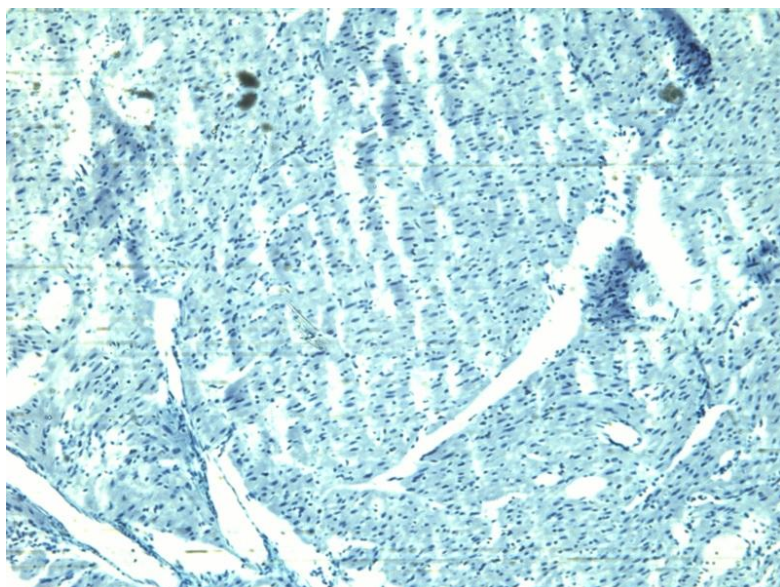
Darbas atliekamas vadovaujantis I-uoju tiriamojo darbo lygmeniu.

Darbą atliekant pagal I-ąjį lygmenį, mokiniai supažindinami su tyrimo aktualumu (problema), tikslu. Gauna tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašą ir nuoseklų tiriamojo darbo eigos aprašą bei konkrečias užduotis.

Remdamiesi tyrimo aktualumu, iškelto tikslu, hipoteze ir dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą ją patikrina.



**Pastaba.** Bendrojo ugdymo mokyklos 9-12 klasėje raumeniniai audiniai nagrinėjami kartu su kitais gyvūnų audiniais. Tačiau širdies skersaruožio raumens mikroskopinę sandarą taip pat galima pademonstruoti nagrinėjant širdies anatominę sandarą – aptariant širdies raumenį (miokardą). Tai vienas iš vidinės integracijos būdų, siekiant mokiniams suformuoti dalyko sisteminį mąstymą.



**2 pav.** Širdies ruožuotojo raumens mikroskopinė sandara. (Matyti skaidula, branduoliai)

### **Ekspertas**

**Aktualumas.** Griaučių ir širdies ruožuotieji raumenys skiriasi savo sandara, kadangi organizme atlieka skirtingas funkcijas.

**Tikslas.** Pro mikroskopą apžiūrint griaučių ir širdies skersaruožio raumens ląstelių mikropreparatus palyginti jų sandarą ir apibūdinti funkcijas.

**Hipotezė.** Skirtingų tipų raumenys atlieka skirtingas funkcijas.

#### **Laukiami rezultatai:**

- Paaškins griaučių ir širdies skersaruožio raumens sandarą bei juos palygins tarpusavyje.
- Apibūdins griaučių ir širdies skersaruožio raumens funkcijas organizme.
- Tobulins mikroskopavimo įgūdžius.

**Mokymosi metodai:** darbas poromis, mikropreparatų stebėjimas pro mikroskopą (mikroskopavimas), analizė ir vertinimas.

#### **Ugdomos bendrosios kompetencijos**

*Komunikavimo* – per aptarimą, diskusijas, rezultatų pristatymą.

*Pažinimo* – analizuojant pateiktą informaciją bei mokymo(si) priemones: per mikroskopą stebint mikropreparatus, ieškant informacijos internete.

*Asmeninė* – dalijantis savo patirtimi.

*Iniciatyvumo ir kūrybingumo* – atliekant praktikos darbą, analizuojant ir vertinant rezultatus, išvadas.

### **Priemonės:**

- Šviesinis mikroskopas.
- Mikroskopas su kamera.
- Ilgalaikis mikropreparatas **Nr. 9** – išilginis skersaruožių raumenų pjūvis, rodantis branduolius ir ruožuotumą (1 pav.) iš mokytojams ir mokiniams skirto mikropreparatų rinkinio.
- Ilgalaikis mikropreparatas **Nr. 28** – žmogaus širdies raumens išilginis pjūvis, kuriame matomos šakotos skaidulos su branduoliais ir įterptiniais diskais (2 pav.) iš mokytojams skirto mikropreparatų rinkinio.

### Praktinio darbo eiga

- Pro mikroskopą apžiūrėti griaučių skersaruožio raumens išilginį pjūvį (Nr. 9), stebimą vaizdą apibūdinti ir nusipiešti. Piešinyje pažymėti sandarą: a) *cilindrišką skaidulą*; b) *branduolius*.
- Remiantis mokytojo aiškinimu apie širdies skersaruožio raumens sandarą bei ekrane demonstruojant išilginį jo pjūvį (Nr. 28) (kadangi šio mikropreparato nėra mokiniams skirtame mikropreparatų rinkinyje) schemiškai nusipiešti pjūvio vaizdą. Piešinyje pažymėti sandarą: a) *šakotą skaidulą*; b) *branduolį*; c) *įterptinį diską*.
- Remiantis įgytomis žiniomis tarpusavyje palyginti griaučių ir širdies skersaruožio raumens sandarą, vietą organizme, funkciją, išsvermę bei šiuos ypatumus surašyti į 1 lentelę.
- Suformuluoti išvadą apie griaučių ir širdies skersaruožio raumens sandarą ir atliekamas funkcijas organizme.

### Mokiniai padaro išvadą:

- **apie griaučių ir širdies skersaruožio raumens sandarą ir atliekamas funkcijas organizme.**

Griaučių skersaruožio raumens ląstelės pailgos, cilindriškos, skersai ruožuotos, turi daug branduolių. Randamas visame kūne, tvirtinasi prie griaučių. Atlieka organizmo judėjimo funkciją. Širdies skersaruožio raumens ląstelės skersai ruožuotos, šakojasi ir susijungia specialiomis jungtimis, turi po vieną branduolį. Vienintelė vieta kūne – širdis. Būdinga savikontrolė, atlieka širdies raumens susitraukimo funkciją. Abu šie raumenys skiriasi sandara, vieta kūne, išverme ir kt., kadangi organizme atlieka skirtingą funkciją.

### KONTROLINIAI KLAUSIMAI IR UŽDUOTYS

| Klausimai   | Atsakymai   |
|---|---|
| 1. Nurodykite, kaip skirstomi žmogaus organizmo raumenys. | 1. Lygiuosius ir ruožuotuosius, o šie – į griaučių skersaruožį ir širdies skersaruožį.  |
| 2. Apibūdinkite griaučių skersaruožį raumenį.             | 2. Ląstelės pailgos, cilindriškos, skersai ruožuotos, turi daug branduolių. Raumu randamas visame kūne, tvirtinasi prie griaučių. Skersaruožiai raumenys susiję su aktyviu žmogaus judėjimu.  |
| 3. Apibūdinkite širdies skersaruožį raumenį.              | 3. Ląstelės (kardiomiocitai) skersai ruožuotos, šakojasi ir susijungia specialiomis jungtimis, turi po vieną branduolį. Vienintelė vieta kūne – širdis. Šiam raumeniui būdinga savikontrolė, jis atlieka širdies raumens susitraukimo funkciją. |

1 lentelė

### Griaučių ir širdies skersaruožio raumens palyginimas

| Ypatumai           | Raumuo | Griaučių skersaruožis  | Širdies skersaruožis  |
|--------------------|--------|--|---|
| Ląstelės skaidulos |        | Ląstelės pailgos, cilindriškos, skersai ruožuotos, turi daug branduolių. | Ląstelės skersai ruožuotos, šakojasi ir susijungia specialiomis jungtimis, turi po vieną branduolį. |
| Vieta kūne         |        | Visame kūne, tvirtinasi prie kaulų                                       | Širdis  |
| Funkcija           |        | Organizmo judėjimo   | Širdies susitraukimas ir kraujo varinėjimas   |
| Kontrolė           |        | Valingi  | Savikontrolė  |

|                             |                       |              |
|-----------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Susitraukimų greitis</b> | Greitas               | Greitas      |
| <b>Ištvermė</b>             | Greitai pavargstantis | Ištvermingas |

### 3.3.2. LAŠTELIŲ GYVYBINĖ VEIKLA, PAVELDIMUMAS IR KINTAMUMAS

#### 3.3.2.1. MIKROORGANIZMŲ BIOĮVAIROVĖ VANDENS MĖGINYJE

#### Bendrosios programos

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

| 3. Gyvybės tęstinumas ir įvairovė  |  |
|--|--|
| <b>Nuostatos</b><br>Suvokti, kad biologinę įvairovę lemia genai ir aplinka. Suprasti, kodėl reikia saugoti gyvybę.           |  |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>  |
| 3.4. Susieti evoliucijos procesą su organizmų įvairovės atsiradimu ir argumentuoti, kodėl reikia saugoti biologinę įvairovę. | 3.4.3. Remiantis turima informacija apie augalų ir gyvūnų vaidmenį Žemėje paaiškinti, kodėl reikia saugoti biologinę įvairovę.   |
| 4. Organizmas ir aplinka. Biosfera ir žmogus   |  |
| <b>Nuostatos</b><br>Suvokti, kad gamta yra vientisa ir darniai veikianti sistema.  |  |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>  |
| 4.1. Palyginti energijos ir medžiagų srautus iš vieno ekosistemos mitybos lygmens į kitą.                                    | 4.1.1. Apibūdinti ekosistemą kaip organizmų tarpusavio sąveiką ir sąveiką su negyvąja aplinka. Nurodyti gyvosios gamtos funkcines karalystes – gamintojus, vartotojus, skaidytojus – ir paaiškinti, kaip šių karalysčių atstovai yra tarpusavyje susiję ekosistemose.<br>4.1.3. Nagrinėjant tam tikros ekosistemos energijos piramidę, paaiškinti, kodėl tik dalis energijos pereina iš vieno lygmens į kitą.<br>4.1.4. Paaiškinti miško ar vandens bendrijų kaitą, nurodyti jos priežastis. |

#### Bendrosios programos:

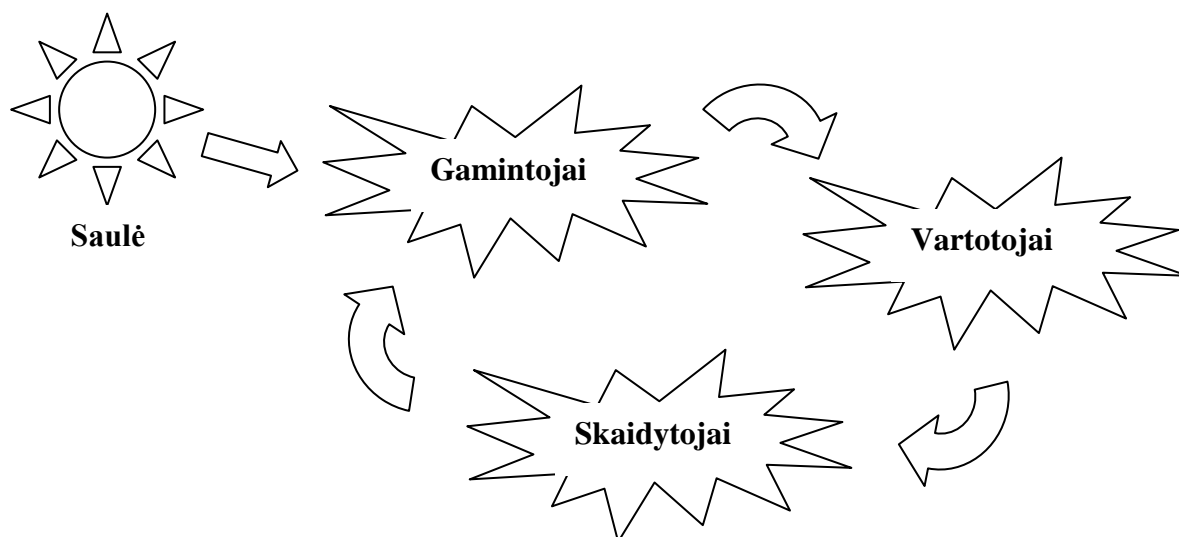
Vidurinis ugdymas. Bendrasis ir išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 7. Evoliucija ir ekologija   |   |
|--|---|
| <b>Nuostata</b><br>Suprasti, kad biologinę įvairovę lemia genai ir aplinka. Suvokti, kad gamta yra vientisa darniai veikianti sistema.                     |   |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti <...> gamtinę atranką ir jos reikšmę evoliucijai. Apibūdinti organizmų sisteminimo reikšmę tyrinėjant gyvąją gamtą. |   |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>   |
| 7.4. Paaiškinti biologinės įvairovės svarbą ekosistemoms.  | 7.4.1. Apibūdinti bendriją kaip tam tikroje buveinėje gyvenančių organizmų visumą.<br>7.4.2. Remiantis pavyzdžiais paaiškinti, kad ekosistemose įvairias rūšis sieja mitybos tinklas ir kiekviena rūšis dažniausiai priklauso nuo daugelio kitų. Kadangi kiekviena rūšis paprastai dalyvauja keliose skirtingose mitybos grandinėse, biologinė įvairovė ekosistemose yra labai svarbi.<br>7.4.3. Sudaryti mitybos tinklus susiejant bendrijos organizmus. |

## LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Mokslininkai dažnai tiria įvairių vandens rezervuarų biologinę mikroorganizmų įvairovę ir jų gausą. Kodėl mokslininkai tai daro? Kam reikalingi tie maži mikroorganizmai? Viena iš priežasčių yra ta, kad be bakterijų negali išgyventi nei žuvis, nei varlės, nei paukščiai, nei gražiosios lelijos ar viksvos. Bakterijos yra būtinos, kadangi jos skaido negyvą organinę medžiagą, taip išlaisvindamos, prieš tai buvusias įkalintas gyvuose organizmuose (augaluose ar gyvūnuose), mineralines medžiagas ir paprastesnius organinius junginius. Šios medžiagos vandens telkinio organizmų yra toliau perdirbamos. Pačios bakterijos yra maistas pirmuonims, o šie savo ruožtu pamaitina savimi vabzdžius, vėžiagyvius ir žuvis mailių. Taip susidaro maisto grandinės ir vandens telkinio bendrijos. Žalieji ir geltonieji dumbliai (titnagdumbliai) yra mikroskopinių gamintojų pavyzdžiai, kurie konvertuoja saulės energiją į kompleksines molekules, kurios gali būti perduodamos vartotojams (pvz., vėžiagyviams, kadangi dumbliai yra vienas pagrindinių jų maisto šaltinių). Tokie patys gyvybės organizacijos principai egzistuoja miškuose, pievose ar vandenynuose. Paprasčiausia tiesa yra ta, kad mikroorganizmai sukuria ekologinį pagrindą gyvybei Žemės planetoje. Šis pagrindas sudaro sąlygas išgyventi žmonėms ir visai kitai gyvybei!

Taigi mikroorganizmų įvairovė atspindi visos ekosistemos stabilumą ir aukštesnių organizmų bioįvairovę. Taršos atveju žūsta ne tokie atsparūs mikroorganizmai, todėl pagal rūšinę mikroorganizmų sudėtį galima spręsti apie ekosistemos ekologinę būseną. O mikroorganizmų įvairovės sumažėjimas neabejotinai veiks visos ekosistemos gyvybingumą per maistines grandines. Maistinės grandinės sudaro energijos perdavimo ciklą ekosistemoje (1 pav.).



1 pav. Gamtoje pastoviai vykstantis energijos perdavimo ciklas.

Pagal energijos gavybos metodus organizmai skirstomi į gamintojus, vartotojus ir skaidytojus:

- Gamintojai – organizmai, kurie patys gaminasi sau maistą, dažniausiai naudodami saulės šviesą;
- Vartotojai – organizmai, kurie gauna energiją maitindamiesi kitais organizmais;
- Skaidytojai – organizmai, kurie gauna energiją skaidydami atliekas ar negyvus organizmus.

Tirdami vandens telkinio mikroorganizmus, ne tik įvertiname bioįvairovę ir ekosistemos būseną, bet mes lyg ir persikeliamo į laikotarpį prieš šimtus milijonų metų. Tuo metu Žemėje gyvavo tik maži gyvi organizmai vandenyje, kur, manoma, gyvybė ir atsirado. Tarp vandens telkinio mikroorganizmų galime aptikti ir gamintojų (pvz., žaliadumbliai), ir vartotojų (pvz., ameba), ir skaidytojų (pvz., nuotėkų bakterijos).

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą užduotį, t. y. nustato biologinių rūšių įvairovę ir skaičių skirtingose vietovėse.

Eksperimentui atlikti naudojamas šviesinis mikroskopas, vandens pavyzdys ir mikroskopiniai preparatai.

Eksperimentas reikalauja išankstinio pasiruošimo ir iš mokinio, ir iš mokytojo. Eksperimentui atlikti reikalingas vandens pavyzdys iš bet kokio vandens telkinio, kuriame gali būti gyvybė. Kad paimtame vandens pavyzdyje būtų didesnis kiekis mikroorganizmų, rekomenduojama pavyzdį paimti prieš tris dienas iki laboratorinio darbo. Vandens mėginiui paimamas kiekis yra iki 100 ml. Mėginys tris dienas laikomas kambario temperatūroje – tai palankios sąlygos mikroorganizmams daugintis, todėl laboratorinio darbo metu bus tikrai pakankamas jų kiekis tyrimui. Mėginio paėmimo metodikos gali būti įvairios. Mėginys gali būti paimamas tiesiog pasemiant vandenį šalia vandens augalų; galima nuskinti augalo lapą, kuris nuplaunamas bei nugręžiamas mėginio paėmimo talpoje; galima mėginį paimti nuo dugno kartu su paviršiniu dumblo sluoksniu (bet tokiu atveju prieš tyrimą gali tekti praskiesti mėginį, nes mikroorganizmai sunkiai bus matomi tarp dumblo dalelių).

Kiekvienas mokinys į laboratorinį darbą atsineša po vieną „subrandintą“ mėginį iš vandens telkinio. Mokiniai laboratorinį darbą atliks suskirstyti į grupes po du (poromis). Kad darbą atlikti būtų patogiu, kiekviena pora turėtų turėti po 2 mikroskopus: viename būtų analizuojamas bandinys, kitame mokytojo duoti mikropreparatai.

Mokytojas savo ruožtu turėtų paruošti kelis mėginius, jeigu kam iš moksleivių nepavyks į laboratorinį darbą atsinešti informatyvių pavyzdžių.

Laboratorinio darbo pradžioje rekomenduojama, kad mokytojas per monitorių arba multimedijos ekraną parodytų mikropreparatus (sąrašą rasite prie „Eksperimento priemonių“), taip moksleiviams bus aiškiau, kokių organizmų tiksliai reikės ieškoti.

### Laboratorinio darbo modifikacijos

Laboratorinį darbą rekomenduojama atlikti pavasarį arba rudenį. Tačiau priklausomai nuo metų laiko ir klimato sąlygų galimos kelios šio laboratorinio darbo modifikacijos. Jeigu neįmanoma paimti mėginio iš vandens telkinio, galima paimti to paties telkinio ledo pavyzdį. Ledą reikėtų atšildyti ir palaikyti iki trijų dienų kambario temperatūroje. Mikroorganizmai atšils ir pradės daugintis, žinoma, jų kiekis bus mažesnis. Taip pat galima paimti samanų pavyzdį iš miško, parko ar nuo senų pastatų. Samanos renkamos peiliu atpjaujant tam tikro ploto samanų dangos gabalą ir dedant jį į plastikinę dėžutę arba maišelį. Jeigu mikroorganizmų tyrimai samanose bus atliekami ne iš karto, samanos gali būti laikomos šaldytuve iki analizės arba išdžiovinamos kambario temperatūroje ir laikomos išdžiūvusios. Norint išskirti pirmuonis iš išdžiovinėtų samanų, sausos samanos Petri lėkštelėse turi būti užpilamos vandeniu. Užpiltos samanos palaikomos kambario temperatūroje apie 24 val. ar daugiau. Išmirkusios samanos yra nugręžiamos, o užpiltas ir nugręžiant nutekėjęs vanduo analizuojamas.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Pamatyti plika akimi nematomą gyvybę vandens telkinyje ir įvertinti jos bioįvairovę.

**Tyrimo hipotezė:** Viename laše mėginio, paimto iš gamtinio vandens telkinio, galima aptikti didelę mikroorganizmų įvairovę.

**Eksperimento tikslas:** Susipažinti su vandens telkinių mikroorganizmais ir jų įvairove.

### Laukiami rezultatai:

- Sužinos, kad mikroorganizmai aptinkami bet kokiame vandens telkinyje (ežerai, upės, tvenkiniai, kūdros ar balos);
- Pamatys, kad viename laše mėginio, paimto iš gamtinio vandens telkinio, galima aptikti didelę mikroorganizmų įvairovę;
- Pamatys, kokie mikroorganizmai yra dažniausiai aptinkami vandens telkiniuose;
- Pamatys, kaip atrodo mikroorganizmai, ir sugebės atskirti dažniausiai randamus mikroorganizmus;
- Supras ir įvertins organizmų skirstymą pagal energijos gavybos metodus ekosistemoje;
- Supras, kad bakterijos ir protistai yra mitybinės piramidės apačioje;
- Sužinos, kaip yra nustatoma mikroorganizmų įvairovė.

### Eksperimento priemonės:

- Šviesinis mikroskopas.
- Pipetės.
- Objektyviniai stikleliai.
- Dengiamieji stikleliai.
- Vatos gumulėlis.
- 2 vandens mėginiai iš gamtinio vandens šaltinio.
- Rekomenduojami preparatai:
  - Monerų karalystė
    - Gram dažymo būdu nudažytos burnos ertmės bakterijos (mikropreparatas Nr. 13)
    - Melsvadumblis (melsvabakterė) *Nostoc* (mikropreparatas Nr. 71)
    - *E. coli* (Nr. 57),
    - *E. typhi* (Nr. 58),
    - Nuotekų bakterijos (Nr. 70).
  - Protistų karalystė
    - Pirmuonys:
      - Ameba (Nr. 1)
    - Dumbliai:
      - Spirogyra (Nr. 15)
      - Titnagdumbliai (Nr. 14),
      - Desmidiaceae dumbliai (Nr. 72).
  - Grybų karalystė
    - Pelėsiniai grybai (Nr. 16)
  - Gyvūnų karalystė
    - Hidra (Nr. 2)
    - Dafnijos ir ciklopai (Nr.4)

### Darbo eiga:

- Paruoštus mikropreparatus stebėti mikroskopu ir lyginant juos su vandens mėginio mikroorganizmais stengtis atpažinti mikroorganizmų rūšis.
- Aptiktus organizmus mokiniai schemiškai pavaizduos piešinyje.

#### 1. *Laikinojo drėgnojo preparato paruošimas ir analizė:*

- 1.1. Susipažinkite su jums mokytojo parinktais mikropreparatais, įsidėmėkite organizmų išskirtines savybes, pagal kurias būtų galima lengviau tuos organizmus atpažinti.
- 1.2. Dirbdami poromis jūs turite du vandens mėginius iš skirtingų vietovių. Analizuokite mėginius paeiliui.
- 1.3. Paruoškite vieno mėginio laikiną drėgnąjį preparatą.

- 1.3.1. Pipete paimkite lašą mėginio iš vandens telkinio, padėkite jį ant objektinio stiklelio ir uždenkite dengiamuoju stikleliu.
- 1.3.2. Naudodamiesi paeiliui (nuo mažiausio didinimo iki didžiausio) objektyvais atpažinkite mėginyje aptinkamus mikroorganizmus. Mėginyje matomus mikroorganizmus lyginkite su mokytojo parinktų mikropreparatų pavyzdžiais. Jeigu mikroorganizmai yra per daug judrūs, kad būtų galima juos normaliai apžiūrėti, į tiriamąjį vandens lašelį įdėkite kelis vatos siūlelius arba, esant galimybei, šiek tiek įlašinkite metilceliuliozės tirpalo, tai sulėtins judėjimą.
- 1.3.3. Paruošę stabilų ir analizuodami informatyvų laikinąjį drėgnąjį preparatą pildykite lentelę 1, stulpeliuose nurodydami charakteristikas. Diagramos stulpelyje schemiškai pavaizduokite identifikuotą gyvą organizmą. Piešinyje būtinai pavaizduokite organizmo struktūrinės dalis, kurios gali padėti jį atpažinti.

1 lentelė

**Skirtingų gyvų organizmų charakteristikos**

| Vandens šaltinis (mėginio paėmimo vieta) | Organizmas | Diagrama (schemiškai pavaizduokite aptiktą organizmą) | Nurodykite: Gamintojas Vartotojas Skaidytojas | Individų skaičius (parašykite, kiek šios rūšies individų buvo aptikta mėginyje) |
|--|------------|---|---|---|
| 1.Pvz., Nemunas šalia Neries santakos    | 1.         |   |   |   |
|  | 2.         |   |   |   |
|  | .....      |   |   |   |
| 2.Pvz., Kauno Kalniečių parko tvenkinys  | 1.         |   |   |   |
|  | 2.         |   |   |   |
|  | .....      |   |   |   |

2. Eksperimento rezultatai ir jų analizė
  - 2.1. Naudodamiesi duomenimis gautais eksperimento metu užpildykite 2 lentelę surašydami skirtingų vandens šaltinių bioįvairovės parametrus.

2 lentelė

**Skirtingų vandens šaltinių bioįvairovės ypatumai**

| Vandens šaltinis | Bioįvairovė (aptiktų skirtingų rūšių skaičius) | Gamintojų skaičius | Vartotojų skaičius | Skaidytojų skaičius |
|------------------|--|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1.               |  |                    |                    |                     |
| 2.               |  |                    |                    |                     |
| Iš viso          |  |                    |                    |                     |



- 2.2. Naudodamiesi eksperimento metu visos klasės gautais duomenimis užpildykite analogišką lentelę, kurioje būtų matomos visos klasės draugų mėginių vietovės.
- 2.3. Nurodykite, kokiose vietovėse (tvenkiniuose, upėse ar pan.) buvo aptikta didžiausia organizmų įvairovė.

### Mokiniai padaro išvadas:

- kokiuose vandens telkiniuose aptinkami mikroorganizmai;
- kuriame mitybinės piramidės lygmenyje yra jūsų tirti mikroorganizmai;
- kuriai energijos gavybos grupei / grupėms priklausantys mikroorganizmai gyvena vandens telkiniuose;
- kodėl vienuose telkiniuose didesnė gyvybės įvairovė negu kituose.

### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai  | Atsakymai   |
|--|---|
| 1. Kiek skirtingų vandens mikroorganizmų rūšių yra pasaulyje?  | 1. Dešimtys tūkstančių.   |
| 2. Ką mes (žmonės) turime bendra savo struktūroje su tirtais vandens telkinių organizmais?           | 2. Mes visi sudaryti iš ląstelių.   |
| 3. Kokie yra mažiausi mikroorganizmai, kuriuos galime pamatyti šviesiniu mikroskopu?                 | 3. Bakterijos.  |
| 4. Kodėl bakterijos yra svarbios?  | 4. Jos yra būtinas maistas kitiems mikroorganizmams. Galimas ir platesnis atsakymas: skaidytojai, fotosintetinantys, simbiotinis organizmas, patogeninis organizmas, parazitinis organizmas, biotechnologijos objektas. |
| 5. Kaip dumbliai susiranda maistą?   | 5. Jie fotosintetina ir pasigamina maistą patys.  |
| 6. Kaip vadinami pirmuonys, judėjimui turintys žiuželius?  | 6. Žiuželiniai.   |
| 7. Kaip ameba juda?  | 7. Suformuodama ląstelės išaugas (pseudopodijas)  |
| 8. Apibendrinimas: kuriame vandens šaltinyje bus daugiausia gyvų organizmų?                          | 8. Daugeliu atvejų tai bus vietovė, kurioje daugiausia organinės medžiagos.   |
| 9. Apibendrinimas: kuriame vandens šaltinyje bus didžiausia bioįvairovė?                             | 9. Daugeliu atvejų tai bus vietovė, kurioje bus pakankamai organinių medžiagų, deguonies ir šilta aplinka.  |
| 10. Kaip kis vandenyje aptinkamos bioįvairovės skaičius per metus ?                                  | 10. Dažniausiai įvairovė sumažės šaltuoju metų laiku ir padidės šiltuoju.   |
| 11. Kaip jūs identifikuosite gamintojus, vartotojus ir skaidytojus stebėdami mikroorganizmų pasaulį? | 11. Gamintojai yra fotosintetinantys, todėl dažniausiai jie bus žalios spalvos. Vartotojai valgys kitus gyvus organizmus. Skaidytojai dažniausiai bus aptinkami prie negyvos, pūvančios ar yrančios medžiagos.          |

**Pastaba.** Taip pat galima naudotis interaktyviomis internetinėmis priemonėmis vandens telkinių mikroorganizmų identifikacijai:

Pirmuonių identifikacijai:

<http://www.pirx.com/droplet/gallery.html>

[http://www.keweenawalgae.mtu.edu/gallery\\_pages/euglenoids.htm](http://www.keweenawalgae.mtu.edu/gallery_pages/euglenoids.htm)

Dumblių, vėžiagyvių identifikacijai:

[http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?http://www.microscopy-](http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/wimsmall/diadr.html)

[uk.org.uk/mag/wimsmall/diadr.html](http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/wimsmall/diadr.html)

Bakterijų identifikacijai:

<http://www.plingfactory.de/Science/GruKlaOeko/Teichleben/Algen/Algen.html>

<http://www.msucleus.org/membership/html/jh/biological/microscopes/lesson4/microscopes4e.html>

### 3.3.2.2. PLANKTONO VĒŽIAGYVIŲ KŪNO SANDARA, JUDĖJIMAS IR PRISITAIKYMAS PRIE APLINKOS

#### Bendrosios programos

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

| 4. Organizmas ir aplinka. Biosfera ir žmogus   |   |
|--|---|
| <b>Nuostatos</b><br>Suvokti, kad gamta yra vientisa ir darniai veikianti sistema.  |   |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>   |
| 4.2. Sieti populiacijų susidarymą su organizmų prisitaikymu prie aplinkos sąlygų.<br>4.3. Argumentuotai vertinti vietos ir globalines aplinkos problemas, žmogaus ūkinės veiklos įtaką biologinei įvairovei. | 4.2.2. Remiantis pavyzdžiais paaiškinti, kaip populiacijos augimui priešinasi aplinka.<br>4.3.3. Paaiškinti, kaip, naudojant bioindikatorius, įvertinama vandens tarša. |

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Bendrasis ir išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 7. Evoliucija ir ekologija  |   |
|---|---|
| <b>Nuostata</b><br>Suprasti, kad biologinę įvairovę lemia genai ir aplinka. Suvokti, kad gamta yra vientisa darniai veikianti sistema.  |   |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti paveldimąjį kintamumą, gamtinę atranką ir jos reikšmę evoliucijai. Apibūdinti organizmų sisteminimo reikšmę tyrinėjant gyvąją gamtą.                               |   |
| <b>Gebėjimai</b>  | <b>Žinios ir supratimas</b>   |
| 7.1. Susieti paveldimąjį kintamumą su evoliucijos procesu.<br>7.4. Paaiškinti biologinės įvairovės svarbą ekosistemoms.<br>7.6. Paaiškinti biotinės ir abiotinės aplinkos poveikį populiacijos pokyčiams. | 7.1.2. Susieti paveldimąjį kintamumą (naujų alelinių genų derinių susidarymą ir mutacijas) su gamtine atranka, kai organizmai, įgiję naujų savybių, dėl kurių yra geriau prisitaikę prie aplinkos, turi daugiau galimybių išlikti ir palikti prisitaikiusių palikuonių.<br>7.4.2. Remiantis pavyzdžiais paaiškinti, kad ekosistemose įvairias rūšis sieja mitybos tinklas ir kiekviena rūšis dažniausiai priklauso nuo daugelio kitų. Kadangi kiekviena rūšis paprastai dalyvauja keliose skirtingose mitybos grandinėse, biologinė įvairovė ekosistemose yra labai svarbi.<br>7.6.2. Paaiškinti, kad populiacijos dydį tam tikru laiko momentu lemia biotinis potencialas, aplinkos pasipriešinimas ir aplinkos talpa.<br>7.6.3. Paaiškinti, kad aplinkos pasipriešinimas yra visi veiksniai (abiotiniai ir biotiniai), galintys stabdyti populiacijos augimą. |
| *7.3. Paaiškinti sistematikos reikšmę biologijai.<br>*7.7. Paaiškinti biotinės ir abiotinės aplinkos poveikį populiacijos pokyčiams.  | *7.3.4. Diskutuoti apie praktinę organizmų atpažinimo ir klasifikavimo naudą žemdirbystėje, farmacijoje, pramonėje, teismo medicinoje, aplinkos taršai įvertinti.<br>*7.7.2. Paaiškinti, kad populiacijos dydį tam tikru laiko momentu lemia biotinis potencialas, aplinkos pasipriešinimas ir aplinkos talpa.<br>*7.7.3. Paaiškinti, kad aplinkos pasipriešinimas yra visi   |

|  |   |
|--|---|
|  | veiksniai (abiotiniai ir biotiniai), galintys stabdyti populiacijos augimą. |
|--|---|

\*nuo žvaigždutės tik išplėstiniu kursu besimokantiems mokiniams.

## LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Planktono vėžiagyviai** yra smulkūs vėžiagyviai, pasižymintys didele formų įvairove ir tokiu būdu prisitaikantys prie skirtingų ekologinių nišų. Dauguma jų yra vandens gyvūnai. Dažniausiai kvėpuoja visu kūno paviršiumi. Lietuvoje dažniausiai paplitę yra dafnijos ir ciklopai.

**Dafnijos** (lotyniškai genties pavadinimas - *Daphnia*) – tai smulkūs gėlujų vandens planktoniniai gyvūnai, priklausantys vėžiagyvių (*Crustacea*) klasei, šakotaūsių (*Cladocera*) būriui. Dėl šokinėjančio judėjimo būdo populiariai vadinami vandens blusomis. Gyvena švariam gėlame vandenyje. *Daphnia* gentyje yra daugiau nei 100 rūšių, paplitusių visame pasaulyje. Jos yra 0.2–5 mm dydžio. Pagrindinę plaukiojimo funkciją atlieka stambios, nariuotos ir šakotos **antenos**, esančios galvos šonuose, ir **plaukiojamosios kojos** (pav 1.). Galvos priekyje yra gerai matomos **sudėtinės akys**. Dafnijų kraujotakos sistema atvira. Širdis 20 °C temperatūroje plaka 200 kartų per minutę, žemesnėje temperatūroje sulėtėja. Kūnas nenariuotas, permatomas, jį dengia **karapaksas** (skaidrus šarvas). Dafnijos turi vieną ar keletą **ataugų**. Tiek ataugos, tiek permatomas kūnas yra prisitaikymo požymiai, skirti apsisaugoti nuo plėšrūnų. Pavasarį ir vasarą, esant palankioms sąlygoms, dafnijos dauginasi nelytiniu būdu – **partenogeneze**. Po kiekvieno nėrimosi patelė subrandina partenogenetinius kiaušinius, kurie yra padedami į perėjimo kamerą. Po maždaug 3 dienų jaunikliai yra išleidžiami iš perėjimo kameros ir atrodo taip pat, kaip suaugusios dafnijos, tik būna mažesni. Tokiu būdu išauga tik patelės, identiškos motininiai organizmui. Esant palankioms aplinkos sąlygoms šis dauginimosi būdas labai parankus, nes jeigu motininis organizmas būvo tiek sėkmingai prisitaikęs prie aplinkos, kad susilaukė palikuonių, tai ir genetiškai identiškai palikuonys tikėtina bus irgi gerai prisitaikę prie supančios aplinkos. Esant nepalankioms aplinkos sąlygoms, dafnijos dauginasi **lytiniu būdu**. Tai užtikrina palikuonių genetinę įvairovę ir skirtingų individų individualius sugebėjimus išlikti pakitusioje aplinkoje. Lytinio dauginimosi atveju yra didesnė tikimybė, kad išsivystys individai, kurie sugebės išgyventi nepalankiomis sąlygomis. Yra dedami haploidiniai kiaušiniai, kurie yra padengti tvirtu apsauginiu sluoksniu ir vadinami **efipijomis**. Efipijos yra atsparios nepalankioms sąlygoms, todėl gali peržiemoti arba išgyventi sausros periodą. Šie kiaušiniai turi būti apvaisinti patinų, kurie taip pat išsiriti iš nelytinių kiaušinių. Patinų išsivystymas yra sukliamas įvairių sudėtingų dirgiklių: padidėjusi konkurencija, vandens telkinio džiūvimas ar krentanti temperatūra. Dafnijos dažniausiai maitinasi planktoniniais dumbliais, bakterijomis ir protistais, rečiau – smulkiais vėžiagyviais ar verpetėmis. Pačios dafnijos yra vėžiagyvių, varliagyvių, žuvų ar kitų vandens gyvūnų maistas. Todėl dafnijos yra svarbi ekosistemos dalis. Dafnijos gyvena vieną – tris mėnesius. Dafnijų skaitlingumo sumažėjimas vandens ekosistemoje labai dažnai yra susijęs su vandens taršos padidėjimu. Todėl šie gyvūnai mokslininkų plačiai naudojami kaip taršos indikatoriai, kitaip bioindikatoriai.

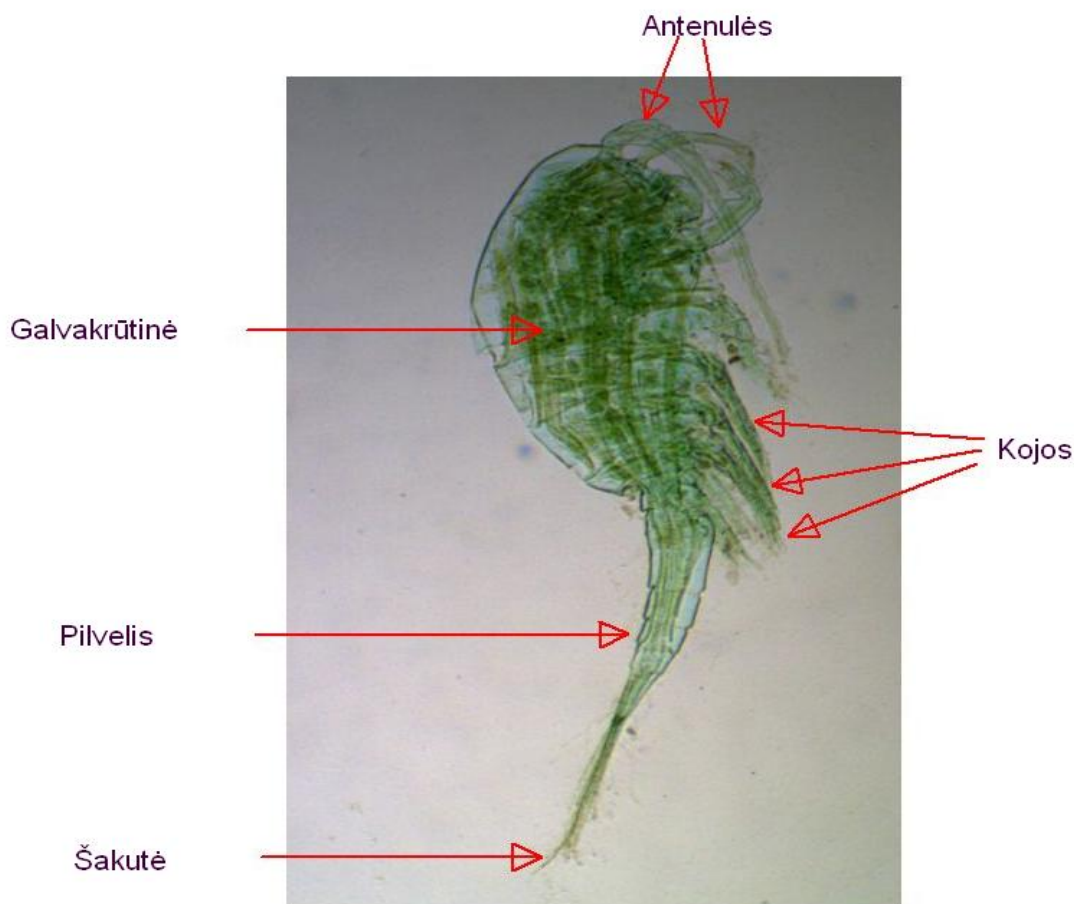
**Ciklopai** (Cyclopidae) irklakojų vėžiagyvių klasei, *Cyclopoida* būriui priklausantys gyvūnai. Gyvena gėluose bei silpnai druskinguose vandenyse. Pasaulyje yra apie 600 rūšių, Lietuvoje rastos 29 rūšys. Kūno ilgis yra nuo 0.6 iki 4–5 mm. Turi vieną **akį**, todėl pavadinti pagal senovės Graikijos mituose minimus vienaakius pabaisas – kiklopus. Ciklopai turi trumpas **antenules**, naudojamas plaukiojimui. Turi keturias poras **kojų**, kurias taip pat naudoja plaukiojimui. Plaukioja ant nugaros. Patinai turi penktos kojų poros užuomazgas. Tačiau ši pora yra pakitusi į organą, naudojamą prilaikyti patelei apvaisinimo metu; patelės šios kojų poros neturi. Ciklopai širdies ir kraujotakos sistemos neturi. Kūnas padalytas į galvkrūtinę ir nariuotą pilvelį, užsibaigiantį **šakute** (furca). Galvos priekyje yra trumpos **antenos**. Turi **riebalų maišelius**, kurie padeda išsilaikyti vandenyje. Dauginasi **lytiniu būdu**. Ciklopai gyvena nuo dviejų savaičių iki šešių mėnesių, priklausomai nuo vandens temperatūros ir aplinkos sąlygų. Maitinasi smulkiais pirmuonimis, kirmėlėmis, dumbliais. Ciklopais minta žuvų jaunikliai ir kiti vandens gyvūnai. Todėl ciklopai taip pat yra svarbi mitybinių grandinių ekosistemoje dalis. Ciklopai taip pat, kaip ir dafnijos yra naudojami vandens telkinių kokybei nustatyti, kaip bioindikatoriai.

**Dafnių ir ciklopu palyginimas**

|   | <b>Dafnijos</b>  | <b>Ciklopai</b>  |
|---|--|--|
| Dydis   | 0.2–5 mm   | 0.6 –5 mm  |
| Gyvenamoji vieta                              | Gėli vandens telkiniai   | Gėli vandens telkiniai                                   |
| Plaukiojimas                                  | Antenos ir plaukiojamosios kojos   | Antenulės ir 4 poros kojų                                |
| Išsilaikymas vandenyje                        | Šakotos antenos  | Riebalų maišeliai  |
| Dauginimasis                                  | Partenogenezė ir lytinis   | Lytinis  |
| Kraujotaka                                    | Atvira kraujotakos sistema   | Nėra   |
| Rega  | Sudėtinės akys   | Viena akis   |
| Gyvenimo trukmė                               | 1–3 mėnesiai   | 2 savaitės – 6 mėnesiai                                  |
| Apsisaugojimas nuo plėšrūnų                   | Permatomos, turi ataugas, judėjimas  | Judėjimas  |
| Dalyvavimas ekosistemoje                      | Maitinasi planktoniniais dumbliais, bakterijomis, detritu. Jais minta stambesni vandens gyvūnai. | Maitinasi smulkiais pirmuonimis, kirmėlėmis, dumbliais.  |
| Prisitaikymas prie nepalankių aplinkos sąlygų | Deda kiaušinius, padengtus efipijomis  | Aktyvumo sumažėjimas, žiemojimas vandens telkinio dugne. |



**1 pav.** Dafnijos (mikropreparatas Nr. 4) kūno sandara (100X padidinimas).



2 pav. Ciklopo (mikropreparatas Nr. 4) kūno sandara (40X padidinimas).

### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiami ciklopo bei dafnijų aprašymai ir tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi išskeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai palygina ciklopus bei dafnijas.

Eksperimentas atliekamas naudojant mikroskopus ir mikroskopinius preparatus.

### EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Planktono vėžiagyvių kūno sandara ir prisitaikymas gyventi vandenyje.

**Tyrimo hipotezė:** Panašų gyvenimo būdą turintys gyvūnai turėtų pasižymėti panašiomis savybėmis.

**Eksperimento tikslas:** Palyginti planktono vėžiagyvių dafnijas ir ciklopus.

#### Laukiami rezultatai:

- Moksleiviai susipažins su vėžiagyvių klasės atstovais,
- Mokės atskirti dafnijas nuo ciklopo.
- Supras, jog tos pačios funkcijos (judėjimas, dauginimasis) gali būti vykdomos skirtingais būdais.
- Supras planktoninių vėžiagyvių svarbą ekosistemoje.

#### Eksperimento priemonės:

- Šviesinis mikroskopas.
- Mikroskopiniai preparatai (Nr. 4)

**Darbo eiga:**

- Paruoštus mikropreparatus stebėti mikroskopu.
- Atpažinti ir nusipiešti dafnijų ir ciklopo kūno sandarą.

**1. Dafnijų ir ciklopo tyrimas mikroskopu.****1.1. Dafnijų bei ciklopo atpažinimas.**

Naudodamiesi mikropreparatu (Nr. 4) nustatykite, kuriai šeimai priklauso matomi vandens gyvūnai, ir juos nupieškite. Stenkitės piešinyje išlaikyti kuo tikslesnį santykinį organizmų dydį ir ant piešinio užrašykite organizmų pavadinimus ir naudotą padidinimą.

**1.2. Dafnijų bei ciklopo kūno sandaros apibūdinimas.**

Ant nusipieštų organizmų rodyklėmis parodykite kūno dalis ir užrašykite jų pavadinimus.

**1.3. Dafnijų bei ciklopo palyginimas.**

Naudodamiesi eksperimento metu vykdomais stebėjimais užpildykite 2 lentelę surašydami dafnijų ir ciklopo panašumus bei skirtumus.

1 lentelė

**Dafnijų ir ciklopo tarpusavio panašumai ir skirtumai**

| Morfologiniai požymiai | Dafnijų ir ciklopo |           |
|------------------------|--------------------|-----------|
|                        | Panašumai          | Skirtumai |
| Judėjimo organai       |                    |           |
| Jutimo organai         |                    |           |
| Kūno sandaros ypatumai |                    |           |
| Kita                   |                    |           |

**Mokiniai padaro išvadas:**

- kuo panašūs dafnijos su ciklopais ir kodėl;
- apie dafnijų ir ciklopo prisitaikymą prie supančios aplinkos;
- apie dafnijų ir ciklopo vaidmenį vandens ekosistemoje.

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai   | Atsakymai   |
|---|---|
| 1. Kaip juda dafnijos ir ciklopai?                                  | 1. Dafnijos juda, naudojamos antenas ir plaukiojamąsias kojas, ciklopai naudojami antenulėmis ir kojomis.   |
| 2. Kaip dauginasi dafnijos ir ciklopai?                             | 2. Dafnijos dauginasi partenogeneze ir lytiniu būdu, ciklopai – tik lytiniu būdu.   |
| 3. Nuo ko priklauso dafnijų dauginimosi būdas?                      | 3. Nuo aplinkos sąlygų. Kai sąlygos palankios, vyksta partenogenezė, kurios metu išauga tik patelės. Esant nepalankioms sąlygoms (šaltis, sausra), vyksta lytinis dauginimasis. |
| 4. Nuo ko priklauso dafnijų ir ciklopo gyvenimo trukmė?             | 4. Nuo aplinkos temperatūros. Kuo aukštesnė temperatūra, tuo greičiau vyksta fiziologiniai procesai ir tuo trumpiau gyvena šie organizmai.                                      |
| 5. Kaip, stebint dafnijų ir ciklopo kiekį, nustatoma vandens tarša? | 5. Tiek dafnijos, tiek ciklopai yra labai jautrūs antropogeninės kilmės cheminiams teršalams, todėl užterštame vandenyje šie  |

|  |  |
|--|--|
|  | organizmai neišgyvena.   |
| 6. Ar galima dafnijas auginti namuose? | 6. Taip, dafnijos puikiai auga apšveistuose akvariumuose, kur yra pagrindinio jų maisto – dumblių. |

**Pastaba.** Taip pat galima naudotis interaktyviomis internetinėmis priemonėmis pagilinti žinias apie vėžiagyvius, bei išvystyti gilesnę diskusiją apie vėžiagyvių svarbą bei ekologinę nišą:

1. <http://vimeo.com/groups/nso/>
2. <http://www.youtube.com/moksloklubas>



### 3.3.2.3. PENKIŲ KARALYSČIŲ ORGANIZMŲ KLASIFIKAVIMO SISTEMA

#### Bendrosios programos

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

| <b>3. Gyvybės tęstinumas ir įvairovė</b>   |   |
|--|---|
| <b>Nuostatos</b><br>Suvokti, kad biologinę įvairovę lemia genai ir aplinka. Suprasti, kodėl reikia saugoti gyvybę.<br><...>  |   |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>   |
| 3.4. Susieti evoliucijos procesą su organizmų įvairovės atsiradimu ir argumentuoti, kodėl reikia saugoti biologinę įvairovę. | 3.4.1. Nurodyti požymius, pagal kuriuos organizmai yra skirstomi į penkias gyvosios gamtos karalystes.<br>3.4.2. Remiantis pavyzdžiais apibūdinti šių karalysčių organizmų įvairovę kaip evoliucijos rezultata. |

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Bendrasis ir išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| <b>7. Evoliucija ir ekologija</b>   |  |
|---|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suprasti, kad biologinę įvairovę lemia genai ir aplinka. Suvokti, kad gamta yra vientisa darniai veikianti sistema.                                      |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti paveldimąjį kintamumą, gamtinę atranką ir jos reikšmę evoliucijai. Apibūdinti organizmų sisteminimo reikšmę tyrinėjant gyvąją gamtą. |  |
| <b>Gebėjimai</b>  | <b>Žinios ir supratimas</b>  |
| 7.3. Paaiškinti sistematikos reikšmę biologijai.<br>7.5. Susieti medžiagų ir energijos srautus ekosistemoje su organizmų mityba, fotosinteze ir kvėpavimu.                  | 7.3.1. Paaiškinti organizmų klasifikavimo principus.<br>7.3.2. Argumentuotai diskutuoti apie klasifikavimo reikšmę biologijoje.<br>7.3.3. Remiantis Lietuvoje paplitusiais pavyzdžiais apibūdinti penkių karalysčių (monerų, protistų, grybų, augalų ir gyvūnų), tipų (kirmėlių, nariuotakojų ir chordinių), skyrių (samanų, sporinių induočių, plikasėklių ir žiedinių augalų) ir klasių reikšmę gamtai ir žmogaus gyvenimui.<br>7.5.1. Apibūdinti gyvosios gamtos funkcines karalijas ir paaiškinti, kaip jų nariai yra tarpusavyje susiję ekosistemose.<br>7.5.2. Remiantis pavyzdžiais paaiškinti, kad mitybos grandinė jungia skirtingas bendrijos rūšis. Nurodyti mitybos lygmenis.<br>7.5.5. Apibūdinti gamintojų, gyvaėdžių ir skaidytojų vaidmenį ekosistemoje. |
| *7.3. Paaiškinti sistematikos reikšmę biologijai.<br>*7.5. Apibūdinti įvairius mitybos būdus ir jų lygmenis.  | *7.3.1. Apibūdinti ląstelinę sandarą kaip vieną iš požymių, pagal kurį organizmai skirstomi į karalystes.<br>*7.3.2. Apibūdinti organizmų klasifikavimą kaip hierarchinės klasifikacinės organizmų grupių sistemos sudarymą (hierarchija, kai organizmų grupės išrikiuojamos skirtingomis pakopomis arba rangais: karalystė, tipas arba skyrius, klasė, būrys arba eilė, šeima, gentis ir rūšis).<br>*7.3.3. Remiantis Lietuvoje paplitusiais pavyzdžiais apibūdinti penkių karalysčių (monerų, protistų, grybų, augalų ir gyvūnų), tipų (kirmėlių, nariuotakojų ir chordinių), skyrių (samanų, sporinių induočių, plikasėklių ir žiedinių augalų), klasių prisitaikymą gyventi tam tikroje aplinkoje ir reikšmę gamtai ir   |

žmogaus gyvenimui.

\*7.5.1. Apibūdinti gyvosios gamtos funkcines karalijas ir paaiškinti, kaip jų nariai yra tarpusavyje susiję ekosistemose.

\*nuo žvaigždutės tik išplėstiniu kursu besimokantiems mokiniams.

## LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Šis laboratorinis darbas skirtas apžvelgti penkias biologines karalystes naudojantis mikroskopu. Dauguma žmonių gerai žino apie makro organizmų svarbą Žemėje. Augalai ir gyvūnai atsakingi už daug svarbių procesų, kurie užtikrina ekosistemų stabilumą. Tai deguonies gamyba, klimato reguliacija, vandens ciklo reguliavimas, patogenų kontrolė ir kt. Tačiau visa gyvybė Žemėje priklauso ir nuo organizmų, kurie yra per daug maži, kad juos būtų galima stebėti be mikroskopo. Šie organizmai atsakingi už deguonies gamybą, maistinių ir mineralių medžiagų išlaisvinimą iš kritusių gyvūnų bei augalų, taip pat tarnauja, kaip maisto šaltinis, daugelio mitybinių grandinių pradžioje.

Visi Žemės organizmai susieti evoliuciniais ryšiais. Biologai klasifikuoja gyvus organizmus į penkias karalystes (1 pav.). Bakterijos yra patys primityviausi organizmai ir visos gyvybės žemėje protėviai, jos sudaro Monerų karalystę. Vienaląsčiai protistų karalystės atstovai buvo pirmieji, kurie evoliucionavo į daugialąsčius augalus (augalų karalystė), gyvūnus (gyvūnų karalystė) ir grybus (grybų karalystė). Be to, pagal ląstelės citoplazmos struktūrą organizmai yra suskirstyti į dvi dideles grupes: eukariotus ir prokariotus. Mokslininkai šias klasifikavimo sistemos grupes vadina domenais. Organizmai suskirstyti į domenų atsižvelgiant į jų skirtingą ląstelinę struktūrą.

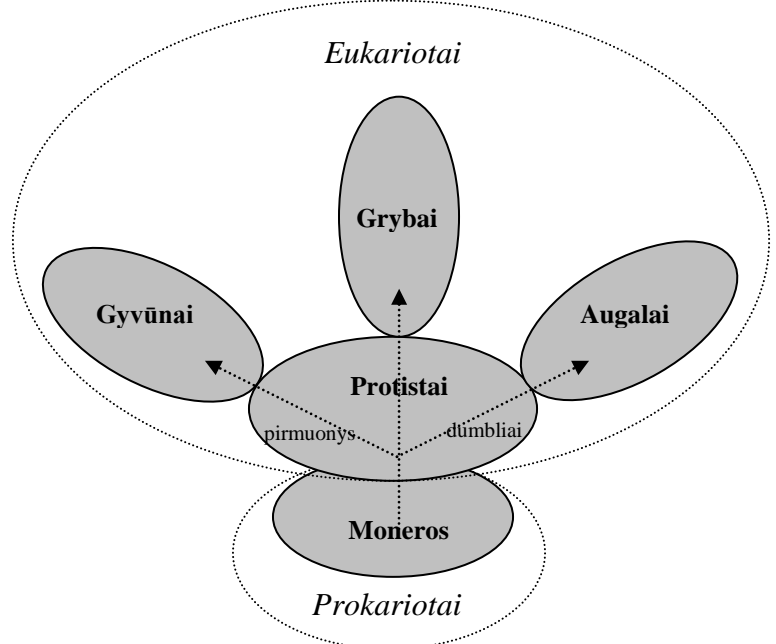
Prokariotai: paprasta citoplazma su keliomis vidinėmis struktūromis (nėra vidinių organelių, tokių kaip branduolys ar mitochondrijos). Ląstelės yra labai mažos. Visos bakterijos yra prokariotiniai organizmai.

Eukariotai: kompleksinė citoplazma su daug vidinių organelių. Ląstelės dažniausiai daug didesnės nei prokariotų. Išskyrus bakterijas, visos gyvybės formos yra eukariotai.

Eukariotus ir prokariotus mokslininkai į karalystes skirsto skirtingai, šiame laboratoriniame darbe mes nagrinėsime tik penkių karalysčių sistemą. Kiekviena karalystė turi specifines charakteristikas. Pagrindiniai skirtumai yra šie:

- Vienaląsčiai ir daugialąsčiai organizmai. Vieni gali išgyventi kaip viena ląstelė, kiti susideda iš daugelio ląstelių.
- Energijos gavybos metodas
  - Gamintojai – organizmai, kurie patys gamina sau maistą, dažniausiai naudodami saulės šviesą;
  - Vartotojai – organizmai, kurie gauna energiją maitindamiesi kitais organizmais;
  - Skaidytojai – organizmai, kurie gauna energiją skaidydami atliekas ar negyvus organizmus.

Monerų karalystė:  
vienaląsčiai organizmai;  
mažas dydis;



1 pav.. Evoliuciniai ryšiai tarp penkių organizmų karalysčių

prokariotinė ląstelė;  
forma: lazdelinė, rutulinė, spiralinė, siūlinė;  
kai kurie gali fotosintetinti, todėl yra žalios spalvos (cianobakterijos);  
dauguma bakterijų turi pritaikytus ilgesnius žiuželius judėti skystoje terpėje;  
dažniausiai gamintojai ir skaidytojai.

Protistų karalystė:

- **Dumbliai**  
vienaląsčiai, kolonijiniai arba siūliniai;  
fotosintetinantys gamintojai, dažnai žali dėl chlorofilo;  
didelės eukariotinės ląstelės;  
nejudantys arba judrūs;  
dažniausiai juda naudodamiesi žiuželiais,  
pvz., spirogyra yra ilgas siūlinis organizmas, sudarytas iš cilindrinų ląstelių,  
susijungusių savo galais. Chloroplastai spirogyroje yra spiralinės formos.
- **Pirmuonys**  
vienaląsčiai arba kolonijiniai;  
eukariotai;  
dažniausiai judantys (judėjimui naudoja pseudopodijas, blakstienėles arba žiuželius);  
heterotrofiniai (dauguma vartotojai);  
pvz., ameba yra beformis organizmas ir juda dėl to, kad keičiasi ląstelės formos.

Grybų karalystė:

dauguma daugialąsčiai organizmai;  
eukariotinė ląstelė;  
dauginasi sporomis;  
ilgos filamentinės arba sferinės ląstelės;  
skaidytojai;  
pvz., pelėsiniai grybai *Rhizopus*. Ląstelės yra ilgos ir siūlinės. Kultūra gali būti su daug sferinių sporų ir sporangių (kur formuojasi sporos).

Augalų karalystė:

daugialąsčiai eukariotiniai organizmai;  
fotosintetinantys gamintojai;  
dažniausiai nejudantys.

Gyvūnų karalystė:

daugialąsčiai eukariotiniai organizmai;  
labai įvairūs judėjimo organai;  
vartotojai ir skaidytojai.

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi išskeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y. patikrina, ar galima suskirstyti gyvybę į penkias karalystes naudojantis mikroskopiniais preparatais.

Eksperimentui atlikti naudojamas šviesinis mikroskopas ir mikroskopiniai preparatai.

### ***Darbą galima atlikti keliais metodais:***

Pirmu atveju mokiniai dirba individualiai su atskiru mikroskopu ir mikropreparatais.

Atsižvelgiant į tai, kad darbas yra su skirtingomis gyvų organizmų grupėmis, tikslinga būtų suskirstyti moksleivius poromis, tai palengvintų užduotis, skatintų moksleivius bendradarbiauti bei sužadintų diskusijas, nes kiekvienas gyvąją gamtą mato savaip.

Trečias variantas – tai išdėlioti mikroskopus tik su jiems skirtais mikropreparatais aplink klasę. Mikroskopai veiktų kaip langas į tam tikrą gyvų organizmų grupę. Kiekvienas moksleivis galės aplankyti atskirą gyvūnų grupę ir atlikti stebėjimus.

Darbo pabaigoje moksleiviams (atskirai kiekvienam arba grupėms) duodamas neįvardytas mikropreparatas ir moksleiviai turi įvardyti, kokiai karalystei priklauso mikropreparate matomas organizmas. Rekomenduojama mikropreparatų pavadinimus užklijuoti nepermatoma lipnia juosta. Pasirinktini mikropreparatai įvardyti „Eksperimento priemonėse“ prie „kitų galimų mikropreparatų“. Nežinomus mikropreparatus galima parinkti ir kelis ir parodyti visai klasei per mokytojo mikroskopą, sujungtą su kompiuteriu ar multimedijos aparatu. Tokiu atveju kiekvienas moksleivis savaip įvardys skirtingus mikropreparatus ir bus sutaupoma laiko.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Gyvo organizmo priskyrimas tinkamai karalystei.

**Tyrimo hipotezė:** Galima suskirstyti gyvybę į penkias karalystes remiantis specifiniais skirtingų gyvų organizmų požymiais.

**Eksperimento tikslas:** Sistematiškai skirstyti organizmus karalysčių lygmeniu.

### Laukiami rezultatai:

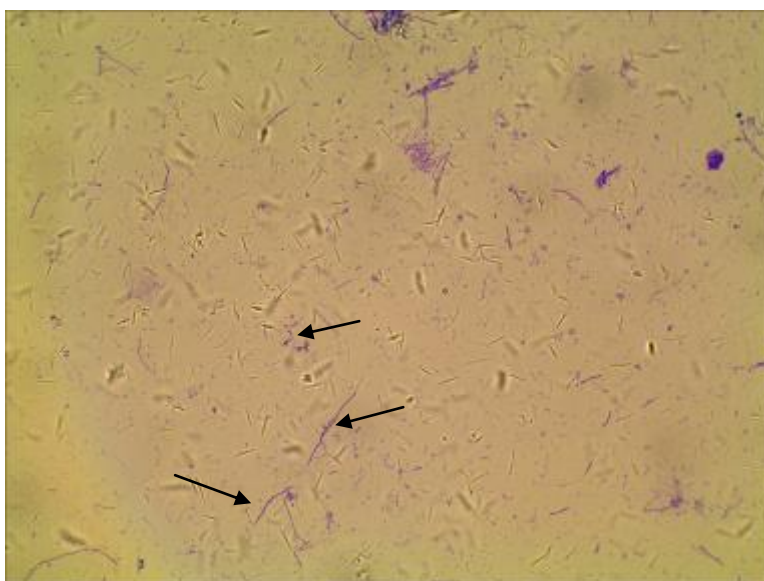
- Moksleiviai susipažins su gyvybės formomis ir sužinos, kuo remdamiesi mokslininkai skirsto gyvus organizmus į karalystes.
- Mokės atlikti mikroskopinių organizmų stebėjimus, tai atskleis kiekvieno jų išskirtinius požymius.
- Suvoks, kad visa gyvybė Žemėje kilusi iš vieno protėvio.
- Supras sistemos pradmenis.
- Suvoks pagrindines evoliucines kryptis.
- Supras, kad žmogus tik viena gyvų organizmų rūšis, taip pat priskiriama karalystei, kaip ir kitos rūšys.

### Eksperimento priemonės:

- Šviesinis mikroskopas.
- Rekomenduojami preparatai:

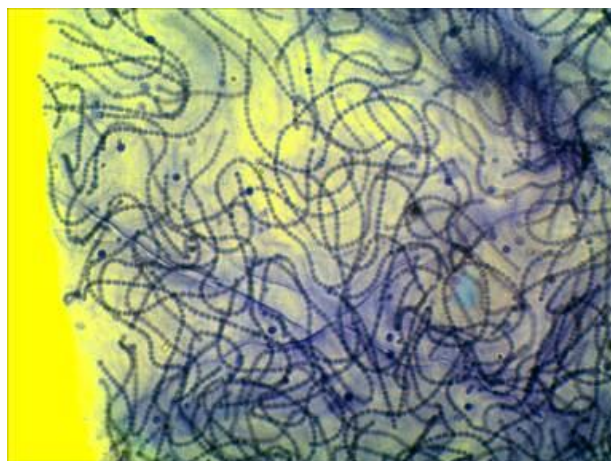
#### Monerų karalystė

- Gram dažymo būdu nudažytos burnos ertmės bakterijos (mikropreparatas Nr. 13) (1 pav.).



**1 pav.** Gram dažymo būdu nudažytos burnos ertmės bakterijos (mikropreparatas Nr. 13). Nuotrauka daryta naudojant 400X padidinimą. Rodyklėmis pažymėtos kelios bakterijos.

- Melsvabakterė *Nostoc* (mikropreparatas Nr. 71; pagal penkių karalysčių sistemą melsvabakterės *Nostoc*, kitaip dar vadinami melsvadumbliais arba ciano bakterijomis, yra priskiriamos Monerų karalystei) (2 pav.). Kaip ir kitos bakterijos, melsvabakterės neturi diferencijuoto branduolio, mitochondrijų ir chloroplastų.
- Kiti galimi mikropreparatai iš mikroskopinių preparatų rinkinio: *Escherichia coli* (Nr. 57), *E. typhi* (Nr. 58), nuotekų bakterijos (Nr. 70).



**2 pav.** Melsvabakterės *Nostoc* (mikropreparatas Nr. 71). Nuotrauka daryta naudojant 400X padidinimą.

### Protistų karalystė

- Pirmuonys: Ameba (*Amoeba*) (Nr. 1) (3 pav.). Kiti galimi mikropreparatai iš mikroskopinių preparatų rinkinio: euglena (*Euglena*) (Nr. 44)



**3 pav.** Ameba (mikropreparatas Nr. 1). Nuotrauka daryta naudojant 400X padidinimą.



**4 pav.** Spirogyra (mikropreparatas Nr. 15). Nuotrauka daryta naudojant 400X padidinimą.

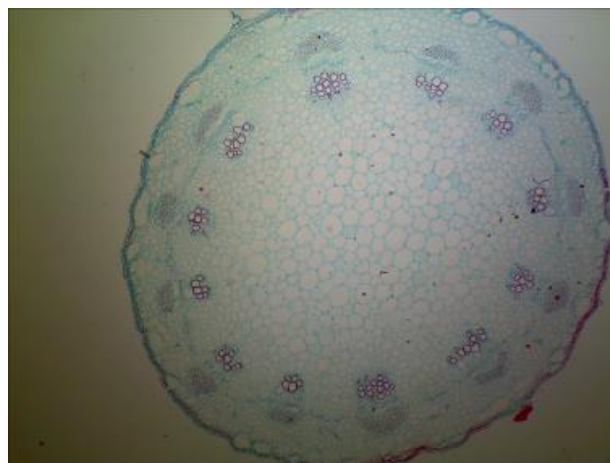
- Dumbliai: Spirogyra (*Spirogyra*) (Nr. 15) (4 pav.)
- Kiti galimi mikropreparatai iš mikroskopinių preparatų rinkinio: titnagdumbliai (*Bacillariophyta*) (Nr. 14), *Desmidiaceae* dumbliai (Nr. 72).

### Grybų karalystė

- Pelėsiniai grybai (Nr. 16) (5 pav.)



**5 pav.** Pelėsinis grybas (mikropreparatas Nr. 16). Nuotrauka daryta naudojant 100X padidinimą.



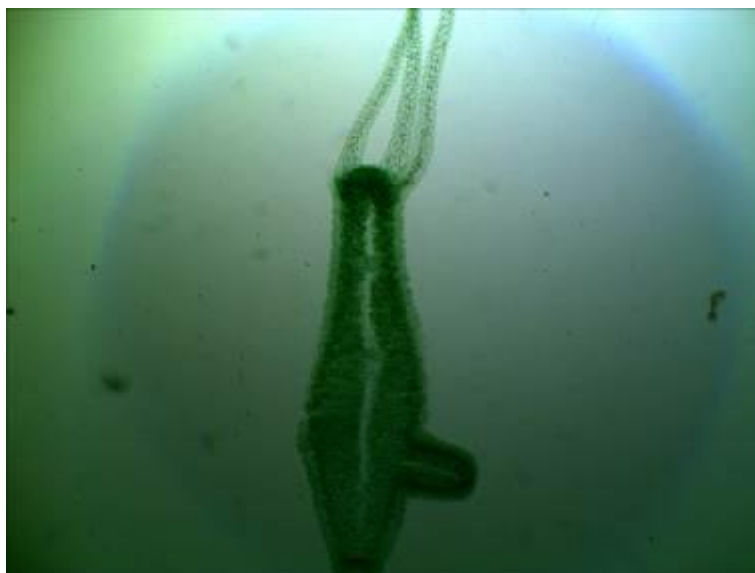
**6 pav.** Saulėgražos stiebo sandara (mikropreparatas Nr. 20). Nuotrauka daryta naudojant 40X padidinimą.

### Augalų karalystė

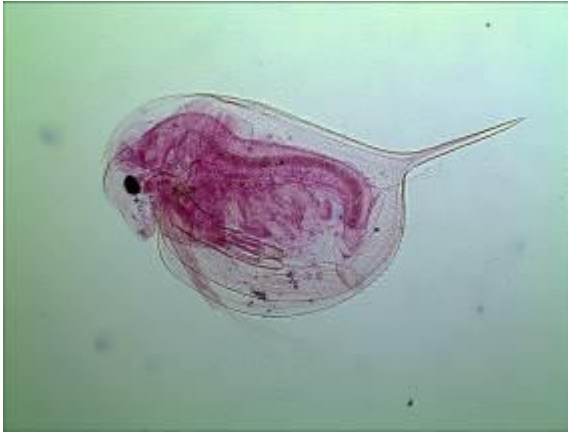
- Saulėgraža (*Helianthus*) (6 pav.).
- Kiti galimi mikropreparatai iš mikroskopinių preparatų rinkinio: Samana (Nr. 17), alyvmedžio lapo pjūvis (Nr. 21), pušies spyglys (Nr. 68), buko lapas (Nr. 69).

### Gyvūnų karalystė

- Hidra (*Hydra*) (Nr. 2) (7 pav.).
- Dafnijos ir ciklopai (Nr.4) (pav. 8).
- Veidrodis, reprezentuojantis žmones (*Homo sapiens*). Veidrodyje atsispindės mokinio veidas.
- Kiti galimi mikropreparatai iš mikroskopinių preparatų rinkinio: musės galva (Nr. 5), musės koja (Nr. 6), uodo galva (Nr. 42; Nr. 43), plokščioji kirmėlė (Nr.73).



**7 pav.** Hidra (mikropreparatas Nr. 2). Nuotrauka daryta naudojant 40X padidinimą.



**8 pav.** Dafnija (kairėje) ir ciklopas (dešinėje) (mikropreparatas Nr. 4). Dafnija (100X padidinimas), ciklopas (40X padidinimas).

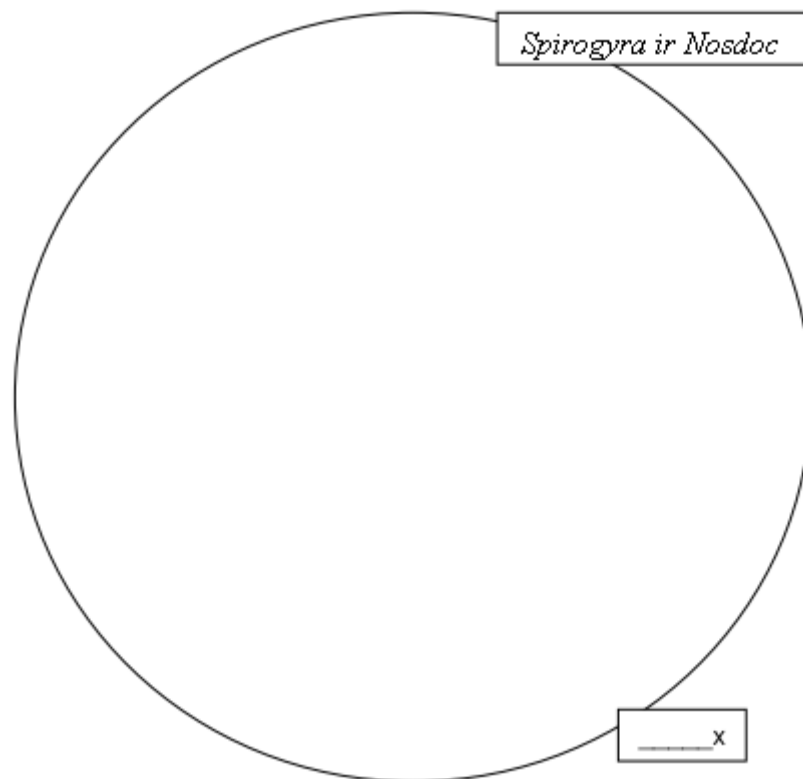
### Darbo eiga:

- Paruoštus mikropreparatus stebėti mikroskopu.
- Nurodytus organismus pavaizduoti piešinyje.

#### 1. Skirtingų karalysčių atstovų tyrimas

##### 1.1. Fotosintetinančių organizmų stebėjimas.

1.1.1. Naudodamiesi 40x objektyvo padidiniu nupieškite dumblių *Spirogyra* (Nr. 15) ir *Nostoc* bakteriją (Nr. 71). Stenkitės piešinyje išlaikyti kuo tikslesnį santykinį organizmų dydį bei ant piešinio užrašykite organizmų pavadinimus.



##### 1.2. Judėjimo organų stebėjimas:

1.2.1. Naudodamiesi amebos (Nr. 1), hidros (Nr. 2) ir dafnijų (Nr. 4) mikropreparatais nupieškite šiuos organizmus, nurodydami jų judėjimo organus. Stenkitės

piešinyje išlaikyti kuo tikslesnį santykinį organizmų dydį ir ant piešinio užrašykite organizmų pavadinimus ir naudotą padidinimą.

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
| <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text" value="_____x"/> | <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text" value="_____x"/> | <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text" value="_____x"/> |

- 1.3. Naudodamiesi eksperimento priemonėse išvardytais mikropreparatais pildykite rezultatų 1 lentelę. Nepamirškite pasižiūrėti į veidrodį ir lentelėje aprašyti veidrodyje matomą gyvą organizmą (save).
  - 1.4. Gavę iš mokytojo (-os) nežinomo organizmo mikropreparatą, naudodamiesi žiniomis, įgytomis šio laboratorinio metu, stenkitės kuo tiksliau jį apibūdinti 1 lentelėje. Jeigu žinote arba numanote, kas yra tas organizmas – nurodykite jo pavadinimą.
2. Eksperimento rezultatai ir jų analizė
- 2.1. Iki galo užpildykite 1 lentelę gyvų organizmų apibūdinimais. Iš kiekvienos karalystės aprašykite po 2 organizmus, išskyrus grybų (tik vienas galimas preparatas) ir gyvūnų (čia papildomai įterpkite žmogų). Mikropreparatai tikrai iliustruoja gyvūną, kai kurias savybes teks įrašyti remiantis biologijos pamokose ir skaitant darbo aprašymą įgytomis žiniomis. Taip pat lentelės gale įvardykite ir apibūdinkite mokytojo pateiktą nežinomo gyvūno mikropreparatą (-us).

1 lentelė

**Skirtingų gyvų organizmų charakteristikos**

| Organizmas | Mikroskopinis<br>ar<br>Makroskopinis* | Vienaląstis<br>Kolonijinis<br>Daugialąstis | Gamintojas<br>Vartotojas<br>Skaidytojas | Judėjimas<br>(pvz.,<br>nejudrus,<br>pseudopodijos) | Karalystė |
|------------|---------------------------------------|--|---|--|-----------|
| 1.         |                                       |  |   |  |           |
| 2.         |                                       |  |   |  |           |
| 3.         |                                       |  |   |  |           |
| 4.         |                                       |  |   |  |           |
| 5.         |                                       |  |   |  |           |



|                     |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|
| 6.                  |  |  |  |  |  |
| 7.                  |  |  |  |  |  |
| 8.                  |  |  |  |  |  |
| 9.                  |  |  |  |  |  |
| 10.                 |  |  |  |  |  |
| 11.<br>organizmas X |  |  |  |  |  |

\* Mikroskopinis – nematomas plika akimi. Makroskopinis – matomas plika akimi.

### Mokiniai padaro išvadas:

- pagal kokius kriterijus organizmai skirstomi į karalystes;
- apie evoliucijos eigą, t. y. kiekvienos karalystės Žemėje atsiradimo eiliškumą;
- apie prokariotinių ir eukariotinių organizmų skirtumus;
- apie prokariotinių ir eukariotinių organizmų panašumus;
- apie augalų, gyvūnų ir grybų skirtumus.

### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai  | Atsakymai   |
|--|---|
| 1. Kaip pirmuonys juda?                                  | 1. Judėjimui naudoja pseudopodijas, blakstienėles arba žiuželius.   |
| 2. Kokiose karalystėse nėra fotosintetinančių organizmų? | 2. Grybų ir gyvūnų.   |
| 3. Kokiose karalystėse dauguma organizmų yra nejudrūs?   | 3. Grybų ir augalų.   |
| 4. Kurių karalysčių atstovai priskiriami skaidytojams?   | 4. Monerų ir grybų.   |
| 5. Kokie organizmai vadinami kolonijiniais?              | 5. Tokie, kurių ląstelės nėra specializuotos, bet susijungę į vieną visumą jie dalijasi maisto medžiagomis tarpusavyje. Kolonijiniai organizmai sudaryti iš daugiau negu dviejų ląstelių. |
| 6. Kurios karalystės atstovai Žemėje atsirado pirmieji?  | 6. Monerų atstovai atsirado pirmieji Žemėje.  |

**Pastaba.** Taip pat galima naudotis interaktyviomis internetinėmis priemonėmis išvystyti gilesnę diskusiją sekančiais klausimais:

- Ar tikrai augalų karalystės atstovai nejuda, o visi gyvūnų karalystės atstovai juda?  
Nuorodos diskusijos plėtotei:
  1. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Pintys>
  2. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Koralai>
  3. [http://lt.wikipedia.org/wiki/Jūrų\\_gilė](http://lt.wikipedia.org/wiki/Jūrų_gilė)
  4. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Tridaknos>
  5. <http://grynas.delfi.lt/faktai/greiciausiai-valgantis-augalas-pasaulyje.d?id=42861941>
  6. [http://protas.pypt.lt/biologija/augalu\\_judesiai](http://protas.pypt.lt/biologija/augalu_judesiai)
- Kaip kitaip galima gyvus organizmus suskirstyti į karalystes?

Nuorodos diskusijos plėtotei:

1. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Karalystė>
  2. [http://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom\\_%28biology%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom_%28biology%29)
- Koks gyvų organizmų atsiradimo Žemėje eiliškumas ir kaip vienu karalysčių atstovai padėjo atsirasti kitiems?

### 3.3.2.4. TRANSKRIBUOJAMŲ VIETŲ PAIEŠKA POLITENINĖSE CHROMOSOMOSE

#### Bendrosios programos:

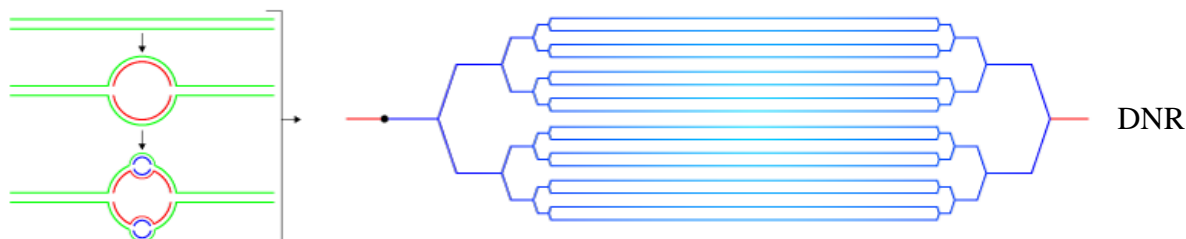
Vidurinis ugdymas. Bendrasis ir išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 3. Organizmų požymių paveldėjimas ir genų technologijos   |  |
|---|--|
| <p><b>Nuostata</b><br/>Suvokti dauginimosi reikšmę organizmų išlikimui. Kritiškai vertinti biotechnologijų taikymą.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Apibūdinti genų vaidmenį informacijos saugojimui ir perdavimui ir jų panaudojimą biotechnologijose.</p> |  |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas   |
| 3.1. Apibūdinti geną kaip DNR atkarpą, kurioje yra informacija, reikalinga atitinkamam baltymui sintetinti.   | 3.1.1. Apibūdinti DNR kaip chromosomų sudedamąją dalį ir genetinės informacijos nešiklį.<br>3.1.3. Apibūdinti geną kaip genetinės informacijos vienetą.  |
| *3.1. Paaiškinti geno veikimą ir genomo sąvoką.   | *3.1.3. Apibūdinti geną kaip genetinės informacijos vienetą ir kaip DNR atkarpą, kurioje yra informacija, reikalinga atitinkamam baltymui sintetinti. Apibūdinti genetinį kodą ir paaiškinti jo universalumą.<br>*3.1.4. Paaiškinti, kaip perduodama informacija vykstant baltymų sintezei. Nurodyti geno ir polipeptidinės grandinės ryšį. Paaiškinti, kaip susidaro polipeptidinė grandinė.<br>*3.1.5. Apibūdinti genomą kaip genų rinkinio visumą, būdingą visai biologinei rūšiai. |
| *2. Ląstelė – gyvybės pagrindas   |  |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas   |
| 2.1. Apibūdinti organinius junginius, įeinančius į ląstelių sudėtį. Paaiškinti šių organinių junginių ir vandens reikšmę organizmo gyvybinėms funkcijoms.   | 2.1.8. Nagrinėti (pavyzdžiui, kuriant nukleorūgščių modelius) DNR ir RNR sandarą ir nukleorūgščių vaidmenį baltymų sintezei.   |

\*nuo žvaigždutės tik išplėstiniu kursu besimokantiems mokiniams.

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Daugelyje dvisparnių (Diptera) būrio vabzdžių audinių lervinių ir suaugėlių stadijų branduoliuose aptinkamos politeninės (gigantinės) chromosomos. Kiekvienoje ląstelėje šios chromosomos susiformuoja po daugybinės DNR replikacijos vystymosi metu. Kiekviename branduolyje bus šimtai kiekvienos chromosomos kopijų. Šios ląstelės vadinamos poliploidinėmis (jose yra daugiau negu 2 kiekvienos chromosomos kopijų). Chromosomos, kurios nuosekliai



**1 pav.** Politeninių chromosomų struktūros schema. Kairiame paveiksle matoma DNR replikacija neatsiskiriant naujai pagamintoms DNR grandinėms. Dešiniame paveiksle matoma DNR atkarpa su daug paties DNR regiono kopijų. Paveikslas sudarytas remiantis informacija pateikiama tarptautiniame studentų mokslo portale adresu <http://studentreader.com/>.

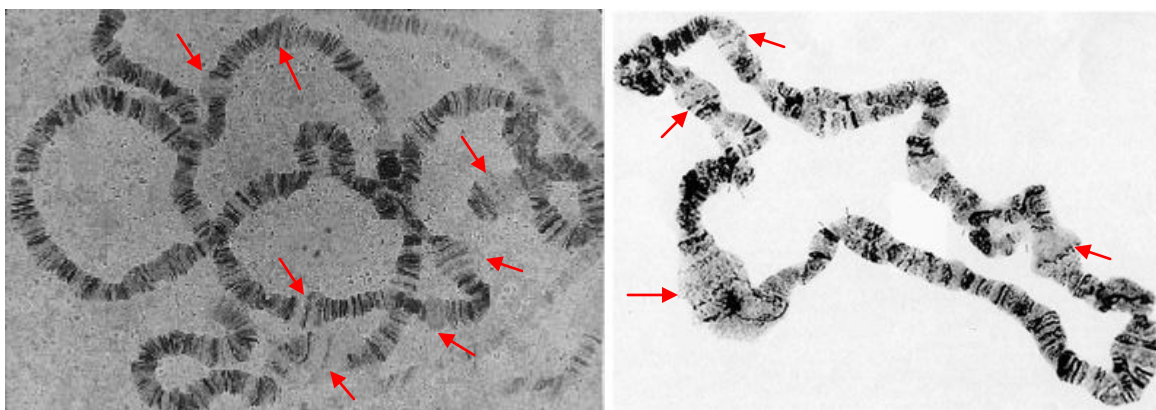
susijungia viena su kita ir formuoja siūlinę struktūrą, – vadinamos politeninėmis (1 pav.).

Politeninės chromosomos dažniausiai randamos dvisparnių seilių liaukose, viena galimų priežasčių – daugiau transkribuojamų genų kopijų koduos daugiau baltymų, reikalingų kokonui susidaryti. Kadangi seilių liaukų ląstelės nesidalija, branduolys nepatenka į mitozės stadiją. Chromosomos egzistuoja prailgintoje interfazėje, tokiu būdu, vykstat replikacijai, jos tik ilgėja. Uodų trūklių (Chironomidae) šeimos atstovų lervų seilių liaukose gali būti daugiau kaip 30000 DNR molekulių kopijų.

Po specifinio dažymo (aceto-orceinu) mikroskopavimo preparatuose matoma dryžuota chromosomų struktūra. Matoma struktūra susideda iš kondensuotų (heterochromatino) ir transkribuojamų (euchromatino) regionų sekų. Stebėdami šias struktūras galime teigti, kuriose chromosomos vietose preparato fiksavimo metu yra aktyvūs genai, kurie ne. Tai sudaro galimybes mokslininkams sudarinėti genolapius ir pagal chromosomos struktūros ruožuotumą nustatyti genų lokalizaciją.

Jeigu genų lokalizacija politeninėje chromosomoje yra žinoma, galima nustatyti, kuriuose regionuose tyrimo metu yra aktyvūs genai. Transkripcija negali vykti kondensuotuose regionuose, kad vyktų transkripcija, DNR privalo decondensuotis (išsipinti). Tik tokiu atveju RNR polimerazė gali nekliudoma patekti ant atskirų DNR grandinių, kad vyktų transkripcija. Tam tikrais vystymosi etapais kai kuriuose diskuose (kondensuoti regionai) vyksta atvirkštinė (grįžtamoji) modifikacija ir formuojasi pūpsninės struktūros. Pūpsniai pasireiškia kaip politeninės chromosomų struktūros praplatėjimai. Pūpsniai ir yra RNR sintezės sritys ir geno (genų), esančio pūpsnių regione, aktyvacijos rezultatas. Tai reiškia, kad genų aktyvumo pokyčiai gali būti stebimi mikroskopiškai, kaip politeninės chromosomos pūpsninė struktūra. Pūpsnių dydis tiesiogiai priklauso nuo transkribuojamo geno kopijų skaičiaus – didesniuose pūpsniuose didesnis chromatidžių kiekis yra vienu metu kopijuojama į informacinę RNR (iRNR). Specifinės RNR vėliau yra transliuojamos į polipeptidų rinkinius (baltymus).

Pūpsninė struktūra (2 pav.) atsiranda esant normaliam vystymuisi ir gali būti indukuota eksperimento metu. Pokyčiai pūpsninėje struktūroje atsiranda dėl vabzdžių augimo ir nėrimosi hormono (ekdisterono) koncentracijos pokyčių. Šio hormono padidėjimas vabzdžio organizme yra būtinas, kad vyktų tolesnis lervos vystymasis. Transkripcijos padidėjimas ir sumažėjimas taip pat gali būti indukuotas įvairių aplinkos pokyčių. Pavyzdžiui, temperatūros padidėjimas sukelia pūpsnių atsiradimą, o tai savo ruožtu reiškia šiluminio šoko baltymų (šaperonų) gamybą. Šie baltymai neleidžia esant aukštesnei temperatūrai denatūruoti kitiems svarbiems ląstelės baltymams. Pavyzdžiui, kada žmonės kaitinasi pirtyje, tada labai suaktyvėja genai, koduojantys šiluminio šoko baltymus. Mokslininkai dirbtinai sukulia vabzdžių lervoms šiluminį šoką pakeldami temperatūrą ir per mikroskopą stebi, kurioje politeninės chromosomos vietoje atsirado pūpsnių. Taip lokalizuoja šiluminio šoko genų dislokacijas chromosomose.



**2 pav.** Įvairūs pūpsniai (nurodyti rodykle) politeninėse chromosomose. Paveikslas sudarytas remiantis informacija pateikiama informaciniame genetikos internetiniame puslapyje „Genes IV“ adresu <http://genes.atSPACE.org/>.

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y. patikrina, ar galima aptikti aktyvios transkripcijos regionus politeninių chromosomų preparate.

Eksperimentui atlikti naudojamas šviesinis mikroskopas ir mikroskopinis preparatas Nr. 52 (*Chironomus* seilių liaukų politeninės chromosomos).

Darbą siūloma atlikti po transkripcijos ir translacijos mokymo, kad mokiniai galėtų laisvai diskutuoti genetinės informacijos virsmų tema.

**Alternatyvus darbo atlikimo metodas.** Darbą galima atlikti per kelias pamokas. Pirmoje pamokoje pasigaminant politeninių chromosomų mikropreparatus dažymui naudojamas 1 proc. metileno mėlis. Kad būtų padidintas susidariusių pūpsnių skaičius, galima lervoms dirbtinai sukelti šiluminį šoką. Tai galima padaryti prieš preparavimą 10–15 min. palaikant lervą 37°C temperatūroje. Tam tikslui galima panaudoti termostatą arba paprasčiausią šiltą vandenį. Šiluminio šoko metu prasidės šiluminio šoko baltymų transkripcija ir transkribuojamose vietose susidarys pūpsniai.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Kaip įmanoma pamatyti genų aktyvumą ir transkripciją ląstelėse.

**Tyrimo hipotezė:** Politeninėse chromosomose aktyvių genų regionai stipriai dekonduosojasi ir yra pastebimi, naudojant šviesinę mikroskopiją.

**Eksperimento tikslas:** Atpažinti kondensuotus ir dekonduosuosius politeninės chromosomos regionus ir aptikti pūpsnius, kur vyksta aktyvi transkripcija.

### Laukiami rezultatai:

- Žinos, kaip galima aptikti genų lokalizaciją chromosomoje.
- Žinos, kad skirtingais gyvenimo etapais skirtingi genai yra aktyvūs.
- Suvoks, kad ne visi genai yra aktyvūs vienu metu.
- Vizualiai pamatys ir suvoks, kad transkripcijai vykti reikalingi dekonduosuosios DNR regionai.
- Atras sąsają tarp išorinių faktorių ir genų veiklos.

### Eksperimento priemonės:

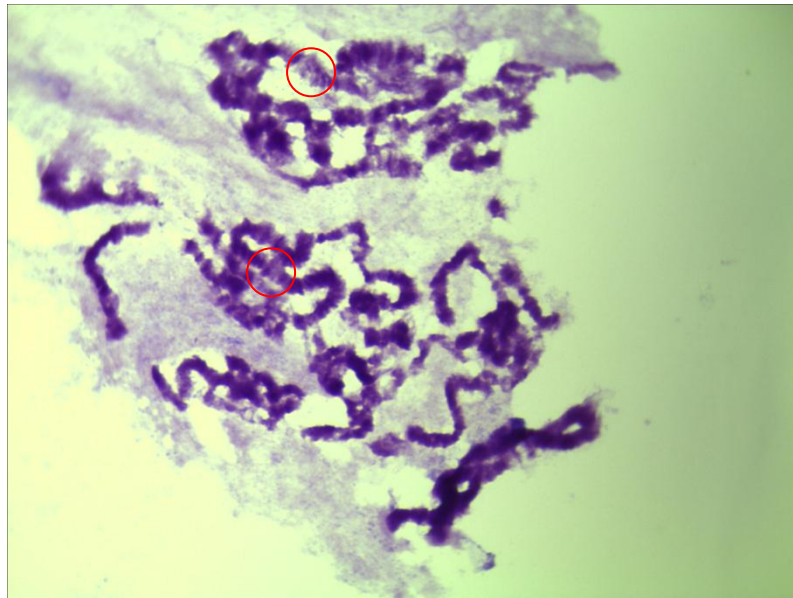
- Šviesinis mikroskopas.
- Mikroskopinis preparatas Nr. 52 (*Chironomus* seilių liaukų politeninės chromosomos).

### Darbo eiga:

- Paruoštą mikropreparatą stebėti mikroskopu.
- Mokiniai suras ir atpažins politeninėse chromosomose matomus pūpsnius.
- Politeninių chromosomų struktūrą su pūpsniais pavaizduos piešinyje.

#### 1. *Politeninių chromosomų tyrinėjimas.*

- 1.1. Naudodamiesi *Chironomus* seilių liaukų politeninių chromosomų preparatu suraskite chromosomą, kurioje gerai matyti kondensuoti (ryškiau nusidažę) ir ne tokie kondensuoti (silpniau nusidažę) regionai.
- 1.2. Naudodami didžiausią galimą padidinimą aptikite pūpsninius regionus. Toje vietoje chromosoma yra stipriai dekonduosota (atrodo, lyg chromosoma silpniau nusidažiusioje vietoje išplatėja). Pavyzdys pateiktas naudojantis mokytojo mikroskopu maksimaliu (x1000) didinimu (3 pav.).



**3 pav.** Politeninės chromosomos su pūpsniais, apvestais apskritimu. Tamsesni ruožai yra heterochromatinas, o šviesesni – euchromatinas. Nuotrauka daryta naudojant 1000X padidinimą.

- 1.3. Stebėdami mikroskopu pūpsnius nupieškite tirtą chromosomos fragmentą ir pažymėkite jame:
  - 1.3.1. Euchromatiną;
  - 1.3.2. Heterochromatiną;
  - 1.3.3. Pūpsnius (aktyvios transkripcijos vietas).
 Piešinį darbo pabaigoje pateikite mokytojui.
  
- 1.4. Patikrinkite visus tame pačiame politeninių chromosomų mikropreparate esančius objektus (skirtingų ląstelių dažytus chromosomų rinkinius). Kiekviename jų atskirai suskaičiuokite matomus pūpsnius ir pateikite 1 lentelėje:
  - 1.4.1. pūpsnių skaičių;
  - 1.4.2. Iš dalies (*didelis, vidutinis, mažas*) įvertinkite pūpsnių dydį. Vertindami tiesiog matomus pūpsnius lyginkite tarpusavyje ir priskirkite vienai iš kategorijų.

1 lentelė

**Skirtingų ląstelių politeninių chromosomų pūpsnių charakteristikos**

| Chromosomų rinkinys Nr. | Pūpsnių skaičius | Pūpsnių dydis |
|-------------------------|------------------|---------------|
| 1                       |                  |               |
| 2                       |                  |               |
| .....                   |                  |               |
| n                       |                  |               |

**2. Eksperimento rezultatai ir jų analizė**

- 2.1. Peržiūrėkite 1 lentelės duomenis ir po lentele surašykite
  - 2.1.1. Ar visuose chromosomų rinkiniuose pūpsnių skaičius buvo vienodas? Atsakykite į kontrolinių užduočių ir atsakymų lentelėje pateiktą 1 klausimą.
  - 2.1.2. Ar skyrėsi pūpsnių dydžiai atskiruose chromosomų rinkiniuose? Atsakykite į kontrolinių užduočių ir atsakymų lentelėje pateiktą 2 klausimą.
  - 2.1.3. Ar visuose chromosomų rinkiniuose pūpsnių dydis buvo vienodas? Atsakykite į kontrolinių užduočių ir atsakymų lentelėje pateiktą 3 klausimą.

**Mokiniai padaro išvadas:**

- apie tai, ką galima nustatyti tiriant politeninių chromosomų pūpsnius ir kuo naudingas toks tyrimas;
- apie sąryšį tarp genų aktyvumo ir transkripcijos intensyvumo;
- apie genų aktyvumą kondensuotuose ir ne tokiuose kondensuotuose regionuose;
- apie genų aktyvumą skirtingose ląstelėse tuo pačiu laiko momentu.

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai   | Atsakymai   |
|---|---|
| 1. Dėl ko gali skirtis pūpsnių skaičius skirtingose ląstelėse?                            | 1. Dažant preparatus nebūtinai visi pūpsniai yra matomi – chromosoma gali būti sutrūkusi, persisukusi, perdažyta, todėl norint nustatyti tikslų pūpsnių skaičių į skaičiavimus neįtraukiamos nekokybiškai nusidažiusios chromosomos, tiriamas kuo didesnis chromosomų rinkinių skaičius ir išvedamas jose aptiktų pūpsnių vidurkis. Kitas aspektas – žmogiškasis faktorius. Jeigu pūpsnis buvo mažesnis – žmogus, stebėjęs per mikroskopą, galėjo jo ir nepastebėti. Be to, transkripcija nebūtinai turi vykti vienodai intensyviai kiekvienoje ląstelėje, tai priklauso nuo ją inicijavusio faktoriaus stiprumo, prieinamumo ir ląstelės sveikumo (pažeista ar „sena“ ląstelė gali reaguoti kitaip negu sveika). |
| 2. Nuo ko priklauso pūpsnio dydis?  | 2. Pūpsnio dydis priklauso nuo geno (genų) kopijų skaičiaus jame. Kuo didesnis pūpsnio dydis, tuo daugiau geno (genų) kopijų yra pūpsnio srityje. Didesniame pūpsnyje yra daugiau geno (genų) kopijų, tai reiškiasi daugiau DNR grandinių. Kuo didesnis DNR grandinių skaičius bus transkribuojamas vienu metu – tuo didesnis bus pūpsnis.  |
| 3. Kodėl skirtingų ląstelių politeninių chromosomų rinkinių pūpsnių dydžiai gali skirtis? | 3. Nebūtinai visose ląstelėse chromosomų replikacija vyko vienodu greičiu, todėl geno (genų) kopijų skaičius kiekviename pūpsnyje yra skirtingas. O geno (genų) kopijų skaičius lemia pūpsnio dydį.   |
| 4. Ar visi chromosomoje esantys genai yra aktyvūs vienu metu?                             | 4. Ne, genai yra aktyvūs tie, kurių veikla yra būtina ląstelei funkcionuoti tam tikru laikotarpiu.  |
| 5. Ar žmogaus chromosomose irgi susidaro pūpsniai?  | 5. Nesusidaro. Nes žmogaus chromosomos po replikacijos dalijasi ir nesusiformuoja politeninės chromosomos. Žmogaus chromosomose transkripcija vyksta euchromatine, decondensuotuose DNR regionuose. Euchromatine yra vienietinės DNR spiralės ir transkripcijos metu išsipynę komplementarios DNR grandinės   |

|   |  |
|---|--|
|   | yra per mažos ir per plonos, kad mikroskopu vizualiai būtų matomos kaip pūpsniai.  |
| 6. Kodėl susidaro pūpsniai, ar be jų negai vykti transkripcija? | 6. Kad vyktų transkripcija, prie DNR turi prisijungti RNR polimerazė. Per stipriai kondensuotus regionus (heterochromatiną) polimerazė negali prasibrauti iki genotakinio. Tam trukdo DNR superspiralizacija aplink baltymus histonus. |

*Klausimai diskusijai:*

- Kokie genai galėjo būti aktyvūs mikropreparato gaminimo metu?
- Kaip galima indukuoti pūpsnių susidarymą?
- Kokie genai būna aktyvūs uodo trūklio lervose?
- Už kokius požymius ar funkcijas atsakingi klasėje esančių mokinių genai šiuo metu yra aktyvūs?

**Pastaba.** Taip pat galima naudotis internetiniais informacijos šaltiniais:

Atvira internetinė enciklopedija, tema „politeninės chromosomos“:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Polytene\\_chromosome](http://en.wikipedia.org/wiki/Polytene_chromosome)

Internetinė mokymo priemonė A. Sruoga. Naujausių mokslinių pasiekimų, naujausių mokslinių tyrimo metodų eukarijų molekulinės biologijos srityje mokslinė studija. 2007:  
[http://molbio.vdu.lt/mediaga/Sruoga\\_Aukst\\_org\\_mol.pdf](http://molbio.vdu.lt/mediaga/Sruoga_Aukst_org_mol.pdf)

Atvira internetinė enciklopedija, tema „Ecdysone“:  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Ecdysone> (čia pateikiamas hormono, įgalinančio perėjimą į lervos stadiją, aprašas).



### 3.3.3. LAŠTELIŲ SANDAROS IR DAUGINIMOSI YPATUMAI

#### 3.3.3.1. LYTINIS IR NELYTINIS DAUGINIMASIS LAŠTELINIU LYGIU

##### Bendrosios programos

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

#### 2. Organizmų sandara ir funkcijos

##### Nuostata

Suvokiant organizmų sandaros ir funkcijų vienovę, gyvybės trapumą, gerbti gyvybę, jausti atsakomybę, saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą.

##### Gebėjimai

2.7. Paaiškinti, kaip organizmų prisitaikymas dauginis nelytiniu ar lytiniu būdu padeda išlikti rūšims.

##### Žinios ir supratimas

2.7.1. Apibūdinti nelytinį vienaląsčių organizmų ir augalų dauginimąsi (siejant su mitoze) ir pateikti pavyzdžių.  
2.7.2. Apibūdinti lytinį augalų ir gyvūnų dauginimąsi (siejant su mejoze), gyvūnų išorinį ir vidinį apvaisinimą bei vystymąsi, pateikti pavyzdžių.  
2.7.3. Žmogaus pavyzdžiu apibūdinti apvaisinimą, gemalo vystymąsi ir gimdymą.

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Dauginimasis** yra procesas, kurio metu organizmai didina palikuonių skaičių. Tai yra viena iš charakteristikų, apibūdinančių gyvus organizmus. Yra du pagrindiniai dauginimosi būdai: nelytinis ir lytinis. Nelytiniu ir lytiniu dauginimosi būdu sukuriama palikuonys ar nauji individai. Trumpai tariant reprodukcija, arba dauginimasis, yra naujų individų kūrimas iš jau egzistuojančių organizmų. Dauguma organizmų dauginasi **lytiniu būdu**, kurio metu įvyksta kiaušinėlio apvaisinimas sperma ir lytinių ląstelių dalinimasis mejozės būdu (kai susidaro haploidinės lytinės ląstelės). Kiek mažesnė dalis organizmų dauginasi nelytiškai. Yra daug skirtingų lytinio dauginimosi tipų, kurie gali būti aptarti su mokiniais tam, kad būtų parodytos skirtingų rūšių reprodukcijos savybės.

**Nelytinis dauginimasis** yra susijęs su paprastu ląstelės dalijimusi – mitoze, kurio metu yra gaminamos tikslios pradinio organizmo kopijos. Nelytinis dauginimasis būdingas daugeliui vienaląsčių organizmų, tokių kaip bakterijos, bei kai kuriems daugialąsčiams, tokiems kaip grybai ar augalai. Augalų galimybė nelytiškai dauginis yra susijusi su grupe ląstelių, kurios yra vadinamos gaminamosiomis. Jos aptinkamos augalų ūgliuose ir šaknyse. Tam tikruose ląstelių augimo etapuose gaminamosios ląstelės tampa specializuotos ir gali virsti šaknų, lapų ar stiebų ląstelėmis. Augalai turi keletą nelytinio dauginimosi būdų, tai priklauso nuo to, kokią augalo dalį ketinama padauginti (stiebus, šaknis ar kitus augalo audinius). **Nelytinis dauginimasis yra būdingas ir gyvūnams.** Dauguma nelytiškai besidauginančių gyvūnų karalystės atstovų yra bestuburiai. Kai kurie bestuburiai tiesiog pasidalija į dvi dalis ar regeneruoja trūkstamas organizmo dalis (pvz., plokščiosios kirmėlės, jūros žvaigždės). Daugelis kitų bestuburių dauginasi pumpuravimosi būdu (pvz., hidros). Nelytiniam dauginimuisi yra reikalingas tik vienas tėvinis organizmas, kuris išaugina palikuonis, turinčius identišką genetinę informaciją kaip ir tėvinis individas. Taip dauginasi daugelis bakterijų, grybai ir kai kurie augalai.

Lytinio dauginimosi metu sujungiama genetinė informacija iš dviejų dauginimesi dalyvaujančių tėvinių organizmų. Taip sukuriamas naujas organizmas, kuris turi abiejų tėvų genetinę informaciją. Toks dauginimasis būdingas sudėtingesniems organizmams.

#### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniais pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y.

žinodami lytinio ir nelytinio dauginimosi būdus atskirs, kurios ląstelės ir kodėl yra dauginamos mejozės, o kurios mitozės būdu.

Eksperimentas atliekamas naudojant mikroskopus ir preparatus su išilginiu svogūno šaknies pjūviu, rodančiu ląstelių dalijimąsi visose stadijose, jaučio spermatozoidų tepinėlių, pelėsinio grybo grybiena su sporomis, lelijos piestelę su sėklapradžiu, lelijos žiedo dulkinę su žiedadulkėmis.

Darbą siūloma atlikti po skyriaus „Organizmų vystymasis ir dauginimasis“ temų: organizmų dauginimosi, žmogaus dauginimosi organų ir lytinių ląstelių ir jų susidarymo. Kadangi šio darbo rezultatai mokiniams nėra iš anksto žinomi, atsiranda galimybė diskusijai grupėse. Rezultatų analizė ir aptarimas efektyvus, kai darbas atliekamas poromis arba grupelėmis po 3–5 mokinius. Šiuo eksperimentu išmokstama susieti dauginimosi būdą ir gyvenamąją aplinką, lavinami mokinių analizės įgūdžiai.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Susieti lytinio ir nelytinio dauginimosi būdus su ląstelių dalijimosi būdais.

**Tyrimo hipotezė:** Mejozė ir mitozė yra reikalingos skirtingų ląstelių (somatinių ir lytinių) tęstinumui išlaikyti.

**Eksperimento tikslas:** Vadovaujantis žiniomis apie dauginimosi būdus, analizuojant ir atliekant tiriamąjį darbą nurodyti lytinio ir nelytinio dauginimosi skirtumus.

### Laukiami rezultatai:

- Žinos mitozės ir mejozės fazes bei jų reikšmę.
- Gebės pagal instrukciją pasiruošti priemonės darbui.
- Gebės apibūdinti nelytinį vienaląsčių organizmų ir augalų dauginimąsi bei susieti jį su mejoze.
- Gebės apibūdinti lytinį augalų gyvūnų dauginimąsi ir susieti su mejoze.
- Mokės mejozės ir mitozės stadijas.

### Eksperimento priemonės:

- šviesinis mikroskopas;
- preparatas su svogūno šaknies pjūviu;
- preparatas su jaučio spermatozoidų tepinėliu;
- mejoze ir mitoze vėžio sėklidėse;
- preparatas su pelėsinių grybų grybiena su sporomis;
- preparatas su lelijos piestele su sėklapradžiu;
- preparatas su lelijos žiedo dulkinę su žiedadulkėmis.

### Darbo eiga:

#### 1. *Lytinio ir nelytinio dauginimosi analizė.*

- 1.1. Užpildykite 1 lentelę ir palyginkite lytinį ir nelytinį dauginimosi būdus.
- 1.2. Nustatykite nelytinio dauginimosi tipą kiekvienoje iš aprašytų situacijų:
  1. Jūros banga išskaido dumblio gniužulą į mažus gabalėlius. Kiekvienas iš šių mažų gabalėlių išauga į naujas ląsteles. PAPERSTAS DALIJIMASIS.
  2. Braškių daigas pradeda augti iš šalia esančio daigo. DAUGINIMASIS AUGINIAIS.
  3. Maža mielės ląstelė pradeda augti ant didelės ląstelės išorinės sienelės. Galų gale mažesnė ląstelė atsiskiria ir toliau auga. PUMPURAVIMASIS.
  4. Lapas nuo augalo yra nukerpamas ir nunešamas į kitą sodą. Tas lapas yra pasodinamas ir iš jo išauga naujas augalas. VEGETATYVINIS DAUGINIMASIS.

**Lytinio ir nelytinio dauginimosi palyginimas**

|  | <b>Nelytinis dauginimasis</b> | <b>Lytinis dauginimasis</b> |
|--|-------------------------------|-----------------------------|
| Tėvų skaičius  |                               |                             |
| Organizmo genetinė informacija lyginant su tėvais (identiška ar neidentiška) |                               |                             |
| Kokiai karalystei priklauso organizmas, kuris naudoja šį dauginimosi būdą.   |                               |                             |
| Pavyzdys to organizmo, kuris naudoja šį metodą                               |                               |                             |

1.3. Apibūdinkite grybų dauginimąsi.

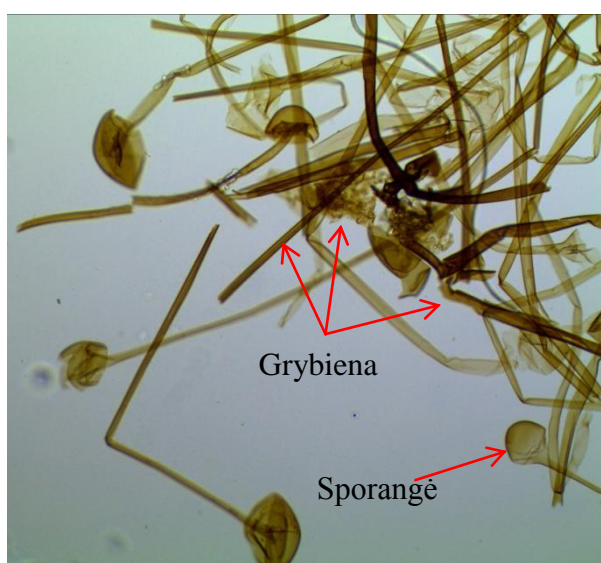
**Sprendimas**

Grybai dauginasi vegetatyviniu būdu ir sporomis.

Vegetatyvinis dauginimasis

Vegetatyvinei grybienai būdinga neribotai augti ir regeneruoti (atsinaujinti). Todėl bet kuri grybienos dalis, net pavieniai jos hifai arba jų dalys, gali būti grybų vegetatyvinio dauginimosi šaltinis. Tačiau vien tik šiuo būdu grybų dauginimasis būtų labai lėtas. Nepalankiomis grybienai vystytis sąlygomis atskiri jos hifai sutrūkinėja į plonasienes ląsteles – artrosporas (oidijas). Kartais hifai nesutrūkinėja, bet dar ląstelėse jų protoplazma susitraukia į apvalios formos kūnelius, apsidengia storu apvalkalu ir virsta chlamidosporomis. Šioms subrendus, susidaro ir gemos. Kadangi chlamidosporų ir gemų storesnis apvalkalėlis ir jos turi daugiau atsarginių maisto medžiagų, todėl chlamidosporos ir gemos yra gerokai atsparesnės nepalankioms aplinkos sąlygoms negu oidijos.

Apžiūrėkite 16 preparatą, kuriame yra pavaizduota pelėsinių grybų grybiena su sporangėmis. Nusipieškite matomą vaizdą.



**1 pav.** Vaizdas per mikroskopą: pelėsiniai grybai (16 preparatas)

Trumpai apibūdinkite, kas yra mitozė ir kas yra mejozė, ir užpildykite 2 lentelę, kurioje būtų palyginama mitozė ir mejozė.

### Sprendimas

**Mitozė** –ląstelių dauginimosi būdas, kurio metu gaunamos dvi naujos ląstelės su ta pačia genetinė medžiaga. Tai nelytinių, diploidinių chromosomų rinkinį turinčių ląstelių susidarymas, kurio metu susidaro ląstelės genetiškai identiškos motininei.

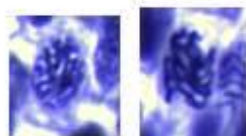
**Mejozė** – lytinių ląstelių dauginimosi būdas, kurio metu susidaro lytinės ląstelės. Mejozės metu ląstelės dalijasi du kartus. Mejozės pabaigoje susidaro keturios haploidinės ląstelės, kurios nėra genetiškai identiškos motininei ląstelei ir turi dvigubai mažesnę chromosomų rinkinį.

2 lentelė

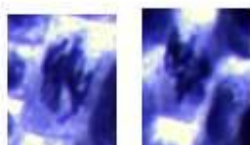
#### Mitozės ir mejozės palyginimas

|   | Mejozė   | Mitozė                                      |
|---|--|---|
| Ar vyksta persikryžiavimas (krosingoveris)?   | taip   | ne  |
| Karalystės, kuriose aptinkama   | Gyvūnų, augalų ir grybų karalystės                         | Visose karalystėse                          |
| Ląstelių, kuriose aptinkama, tipas  | Tik lytinėse ląstelėse: kiaušinėliuose ir spermatozoiduose | Visose ląstelėse, išskyrus lytines ląsteles |
| Iš vienos motininės ląstelės susidarantių ląstelių skaičius                                   | 4  | 2   |
| Kokio tipo ląstelės susidaro procesui pasibaigus, jei motininė ląstelė yra tetraploidinė (4n) | 2n   | 4n  |
| Ar genetiškai dukterinės ir motininė ląstelės yra identiškos?                                 | Ne   | Taip  |
| Kurios ląstelės dalijimosi fazės metu atsiskiria centromeros?                                 | Antros anafazės metu, o pirmoje anafazėje lieka sukibusios | Anafazėje                                   |

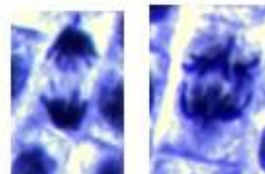
Pro mikroskopą apžiūrėkite svogūno šaknų preparatus su besidalijančiomis ląstelėmis ir įvardykite vykstančias fazes. Visas įvardytas fazes nuspieškite taip, kaip matote per mikroskopą.



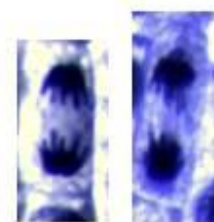
Profazė



Metafazė



Anafazė



Telofazė

**2 pav.** Vaizdas per mikroskopą. Svogūno ląstelės (preparatas Nr. 25) su skirtingomis ląstelės dalijimosi fazėmis. Nuotraukos darytos naudojant 1000X padidinimą.

**Lytinis dauginimasis:** lytinio dauginimosi metu dalyvauja dvi specializuotos ląstelės, vadinamos lytinėmis ląstelėmis, ar gametomis (kiaušinėlis ir spermatozoidas). Kiekviena gameta turi tikrai pusę DNR informacijos, kuri būna įprastoje ląstelėje, ir yra dauginamos specializuotu būdu, vadinamu mejoze.

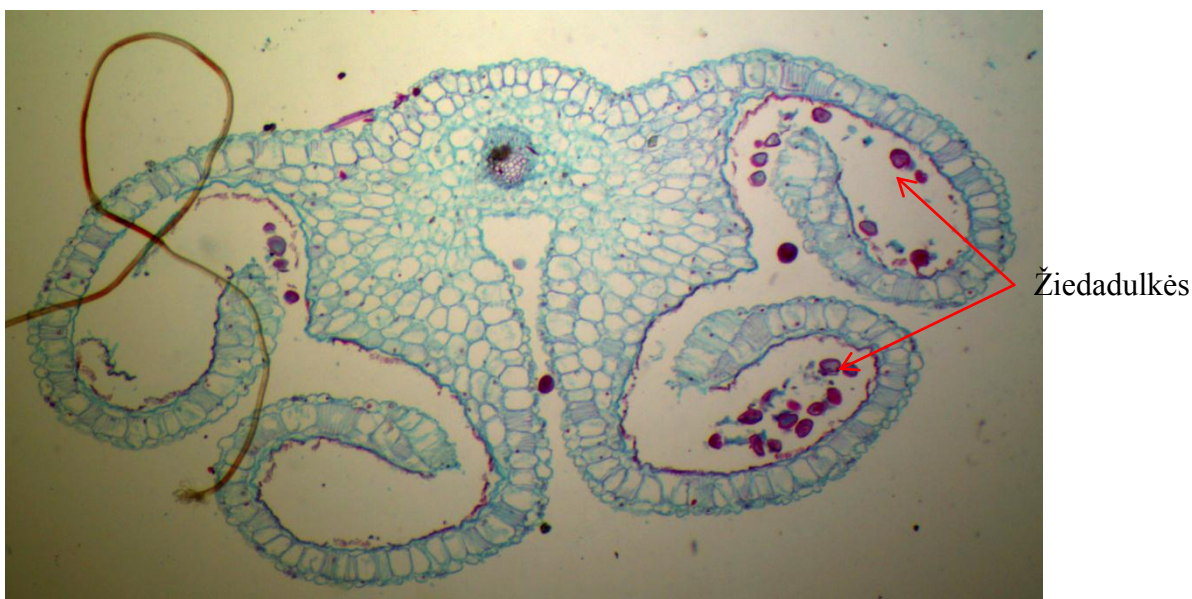
**Lytinis dauginimasis augaluose.** Augalų pasaulyje yra stebima kartų kaita. Sporofitas – diploidinė karta, ant kurio mejozės būdu susidaro haploidinės sporos. Iš jų vystosi haploidinė karta – gametofitas, gaminantis lytines ląsteles. Yra daugybė skirtingų augalų. Žydinčių augalų žieduose

yra reprodukciniai organai. Kai kurie augalai yra hermafroditai, tai reiškia, kad jie turi ir vyriškus, ir moteriškus reprodukcinis organus, o žiedai gali turėti tik vienos lyties reprodukcinis organus. Lytiniam dauginimuisi turi būti pilnas apvaisinimas. Šio proceso metu žiedadulkės turi būti perneštos į piestelę ir ten įvykti apvaisinimas. Taip susiformuoja zigota, kuri mitozės būdu suformuoja užuomazgą, vėliau tampančią sėklos dalimi.

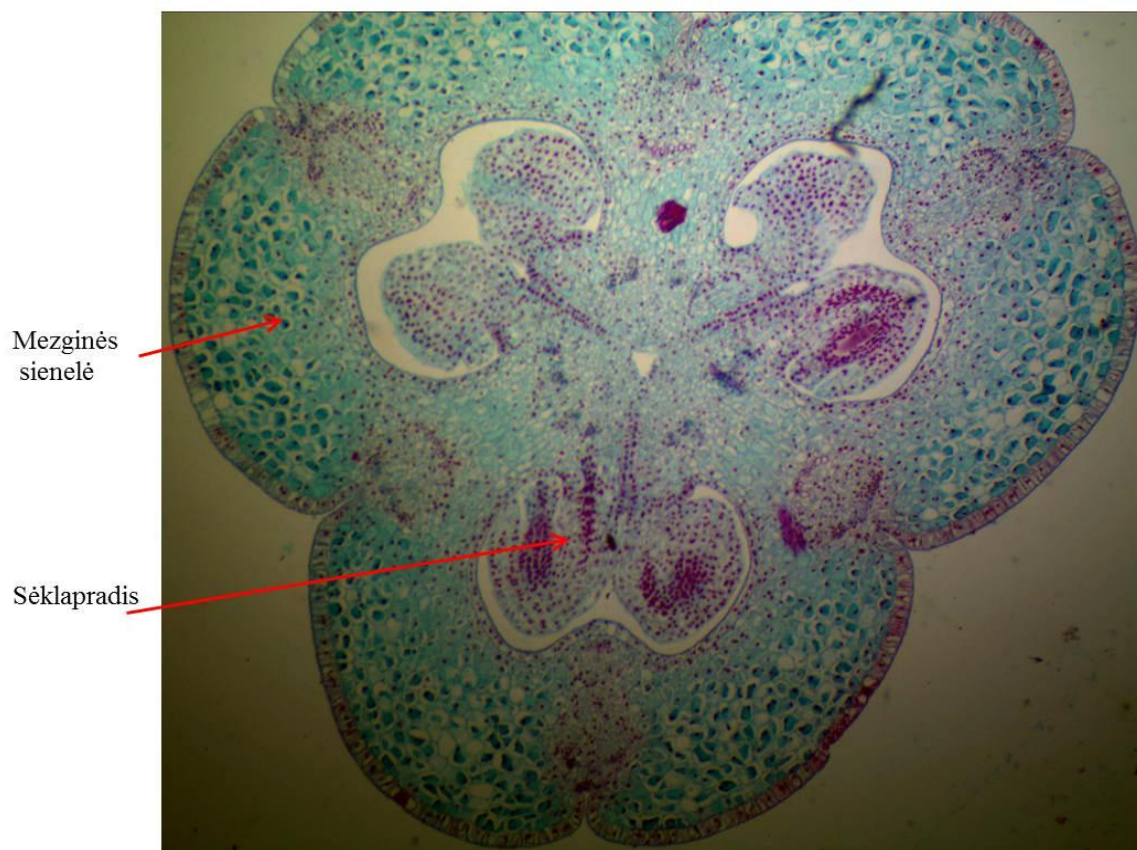
Apibūdinkite, kokią funkciją atlieka žiedas augaluose. Pasakykite, kokiai dauginimosi formai jis atstovauja? Apžiūrėkite 22 ir 23 preparatus (3 ir 4 paveikslai), kuriuose yra pavaizduotos lelijos žiedo tam tikros dalys. Nusipieškite matomą vaizdą ir sužymėkite šias dalis: dulkinę, žiedadulkes, sėklapradį ir mezginę.

### Sprendimas

Žiedas yra augalų lytinio dauginimosi organas, tai specializuotas sutrumpėjęs ūglis.



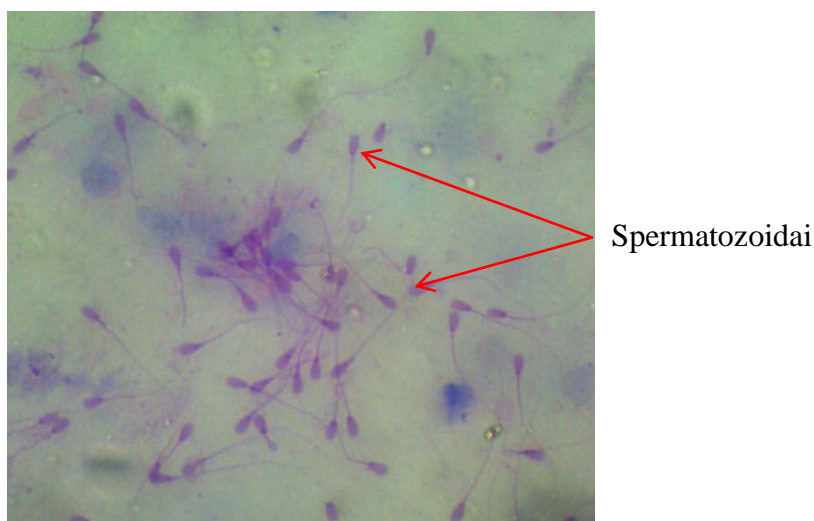
**3 pav.** Vaizdas per mikroskopą: lelijos žiedo dulkinė su žiedadulkėmis (preparatas Nr. 22). Nuotrauka daryta naudojant 40X padidinimą.



**4 pav.** Vaizdas per mikroskopą: lelijos piestelė su sėklapradžiu (preparatas Nr. 23). Nuotrauka daryta naudojant 40X padidinimą.

**Gyvūnų lytinis dauginimasis.** Kaip ir augalai, gyvūnai turi turėti spermus, kurių branduolio medžiaga susijungia su kiaušinėliu, taip suformuodama zigotą. Skirtingos gyvūnų rūšys pasiekia šį rezultatą skirtingai.

1.8. Naudodami skirtingus padidinius per mikroskopą apžiūrėkite 36 preparatą, kuriame yra jaučio spermatozoidų tepinėlis (5 pav.). Matomą vaizdą nusipieškite. Sužymėkite spermatozoidų sandaros dalis (galvutę ir uodegėlę).



**5 pav.** Vaizdas per mikroskopą: jaučio spermatozoidų tepinėlio vaizdas (preparatas Nr. 36). Nuotrauka daryta naudojant 400X padidinimą.

**Mokiniai padaro išvadas:**

- apie lytinio dauginimosi pranašumus;
- apie organizmų dauginimosi būdą ir jų prisitaikymą prie supančios aplinkos.

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai  | Atsakymai   |
|--|---|
| 1. Palyginkite lytinį ir nelytinį dauginimąsi  | 1. Nelytinis dauginimosi metu reikalingas tik vienas tėvinis organizmas. Palikuonys turi identišką genetinę medžiagą tėviniui. Toks dauginimosi būdas aptinkamas bakterijose ir kai kuriuose daugialąsčiuose organizmuose, tokiuose kaip grybai ir kai kurie augalai.<br>Lytinio dauginimosi metu yra sukuriamas naujas organizmas, kuris yra sukuriamas iš abiejų tėvų genetinės informacijos, šis organizmas turi naują abiejų tėvų genetinės informacijos derinį. Toks dauginimasis pasireiškia sudėtingesniuose organizmuose. |
| 2. Lytinio ar nelytinio dauginimosi metu susiformuoja specializuotos ląstelės, dalyvaujančios tik dauginimosi procese ir kaip jos vadinamos? | 2. Specializuotos dauginimuisi ląstelės susiformuoja tik lytinio dauginimosi metu. Jos vadinamos gametomis.   |

### 3.3.3.2. MITOZĖS STADIJOS IR BIOLOGINĖ PRASMĖ

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Bendrasis ir išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 3. Organizmų požymių paveldėjimas ir genų technologijos   |  |
|---|--|
| <p><b>Nuostata</b><br/>Suvokti dauginimosi reikšmę organizmų išlikimui. Kritiškai vertinti biotechnologijų taikymą.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Apibūdinti genų vaidmenį informacijos saugojimui ir perdavimui ir jų panaudojimą biotechnologijose.</p> |  |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas   |
| 3.2. Paaiškinti ląstelės ciklo etapus.  | 3.2.1. Apibūdinti ląstelės ciklo etapus: interfazę ir mitozę.  |
| 3.4. Palyginti įvairių organizmų dauginimąsi.   | 3.4.1. Susieti augalų vegetatyvinį dauginimąsi su požymių pastovumu ir dauginimąsi sėklomis su požymių kintamumu.  |
| *3.2. Susieti replikacijos procesą su naujų ląstelių susidarymu.  | *3.2.1. Apibūdinti ląstelės ciklo etapą – interfazę. Apibūdinti procesus, vykstančius ląstelėje mitozės metu.      |
| *3.4. Palyginti įvairių organizmų dauginimąsi.  | *3.4.1. Susieti augalų vegetatyvinį dauginimąsi su požymių pastovumu ir dauginimąsi sėklomis su požymių kintamumu. |

\*nuo žvaigždutės tik išplėstiniu kursu besimokantiems mokiniams.

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Mitozė yra netiesioginis ląstelės dalijimasis. Iš pradžių joje padvigubėja genetinė medžiaga (chromosomos) ir ji tolygiai pasiskirsto tarp dukterinių branduolių, tik po to ląstelė dalijasi į dvi dukterines ląsteles. Taigi mitozė – tai toks ląstelių dalijimosi būdas, kai chromosomų kiekis dukterinėse ląstelėse išlieka nepakitęs (toks pats kaip ir motininėje ląstelėje).

Mitozė – tai ląstelės dalijimasis, kurio metu susidarančios dukterinės ląstelės būna genetiškai vienodos – jos gauna tokias pačias chromosomas su tokia pačia genetinė informacija.

Vienaląščiai organizmai – pirmuonys, dumbliai, primityvūs grybai – palankiomis aplinkos sąlygomis dauginasi mitotiškai dalydamiesi.

Nesikeičiančiomis ar mažai besikeičiančiomis sąlygomis (aplinkos temperatūra, vandens druskingumas, maisto objektų cheminė sudėtis ir kita.) gyvenantys organizmai būna prisitaikę prie konkrečių tuo metu supančių sąlygų. Ir jiems keistis nėra reikalo, nes, jeigu motininis organizmas esant tokioms sąlygoms sugeba sukaupti pakankamai energijos, kad pasidalytų, vadinasi, jam nėra jokio reikalo keistis. Mitoziškai atsirandą palikuonys yra genetiškai vienodi, todėl taip pat gerai prisitaikę prie aplinkos kaip ir tėvai. Taigi dauginimosi būdai, pagrįsti mitoze, daugiausiai naudos duoda organizmams kai gyvenimo sąlygos nekinta.

Dauginimosi būdai, kai genetiškai lygiaverčių palikuonių atsiradimas pagrįstas mitoze, vadinami nelytiniu dauginimusi.

Vienaląščiai organizmai nekintančiomis palankiomis sąlygomis dauginasi nelytiškai. Tačiau nelytinis dauginimasis tinka ir kitiems organizmams. Palankiomis sąlygomis nelytiškai gali daugintis primityvūs bestuburiai, pvz., hidros palankiomis sąlygomis dauginasi pumpuruodamos, o artėjant žiemai dauginasi lytiškai.

Mitozė – tai yra tik ląstelės ciklo dalis. Ląstelės ciklas – tai jos gyvenimas nuo vieno iki kito dalijimosi. Kad ląstelės ciklas vyktų teisingai ir susidarytų funkcionalios dukterinės ląstelės, motininės ląstelės ciklo metu turi padvigubėti genominė DNR (replikacija), kiekvienai dukterinei ląstelei turi būti tiksliai paskirstyta po vieną chromosomų rinkinį (mitozė) ir dukterinėms ląstelėms turi būti paskirstytos organelės (vyksta mitozės metu).

Ląstelės ciklas skirstomas į dvi dideles fazes interfazę ir mitozę.



Paprastai didžiąją ląstelės ciklo dalį užima **interfazė**. Interfazė – tai tarpas tarp vienos mitozės pabaigos ir kitos pradžios (1 pav.). Tuo metu ląstelė auga ir gyvena: vykdo medžiagų apykaitą ir atlieka savo funkcijas. Molekulių lygmeniu interfazėje daugėja baltymų, RNR ir DNR. Čia DNR padvigubėja replikacijos metu (taip vykdomas pasiruošimas dalijimuisi – mitozei). Anksčiau buvo manoma, kad tarpas tarp dviejų mitozinių ląstelės dalijimųsi — interfazė — yra ramybės fazė, kurios metu tik kaupiasi ląstelės masė. Dabar įrodyta, kad interfazėje sintetinama DNR. Pagal tai interfazė skirstoma į 3 pagrindines stadijas:  $G_1$  (G. angl. gap — intervalas), S (S— sintezė) ir  $G_2$ . Taip pat išskiriama  $G_0$  stadija, kai ląstelė tiesiog ilsisi ir nesidalija. Ši stadija būdinga retai besidalijančioms ląstelėms, tokioms kaip nervinės. Chromosomos neišnyksta ir interfazėje, jos tik pereina į pirminę (nematomą pro šviesinį mikroskopą) struktūrą.

Mitozė kartu su interfaze  $G_1$ , S ir  $G_2$  stadijomis sudaro mitozės ciklą, kuris skirtingu organizmų ir įvairiose to paties organizmo ląstelėse trunka nevienodą laiką. Tai labai priklauso nuo įvairių aplinkos poveikių. Mitozinio ciklo sąvoka taikytina tik pastoviai besidalijančioms ląstelėms, o  $G_0$  — tik laikinai nustojusioms dalytis.

Kad ląstelės vėl pradėtų dalytis, jas reikia specialiai paveikti. Ląsteles į mitozės ciklą gali įjungti onkogeniniai virusai. Norint gauti besidalijančias daugialąsčių organizmų, ypač žinduolių, labai specializuotų ląstelių kultūras, šiuo metu sukuriamos hibridomos — somatinės ir vėžinės ląstelių hibridai.

Ruošiantis dalytis ląstelėse  $G_1$  stadijoje daugėja citoplazmos. Daugėja baltymų ir ląstelinių komponentų reikalingų DNR sintezei. S stadijoje vyksta DNR sintezė (replikacija). Be to, sintetina visi tipų histonai, kurie patenka į branduolį, ir naujai susintetinta DNR įgyja nukleosominę struktūrą. DNR sintezė sinchroniškai ir per trumpą laikotarpį vyksta tik pirmųjų zigotos dalijimųsi pradžioje. Toliau diferencijuojantis ląstelėms DNR sintezė būna išstėta ir asinchroniška. Ypač užtrunka euchromatino sintezė; heterochromatino sintezė vyksta S stadijos pabaigoje ir labai greitai. DNR sintetinama asinchroniškai ne tik atskirose tos pačios chromosomos dalyse (replikonuose), bet asinchroniškai padvigubėja chromosomos.

$G_2$  šioje stadijoje besidalijančiose ląstelėse pamažu didėja ir citoplazmos, ir branduolio apimtis. Pirminės struktūros chromosomos būna jau padvigubėjusios. Daugėja baltymų ir ląstelinių komponentų reikalingų ląstelės dalijimuisi.

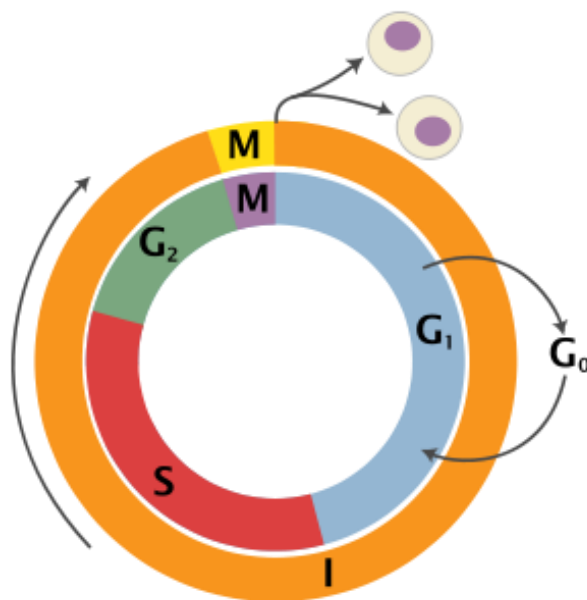
Po interfazės prasideda mitozė. Mitozė yra skirstoma į 4 fazes: profazę, metafazę, anafazę ir telofazę (2 pav.).

**Profazės** metu branduolyje prasideda chromatino kondensacija. Šioje fazėje išryškėja chromosomos. Kiekviena chromosoma sudaryta iš dviejų dukterinių (seserinių) chromatidžių. Tai ypač ryšku profazės pabaigoje. Citoplazmoje centriolės keliauja į polių ir formuojasi mitozės kompleksas su achromatine verpste. Tuo metu išnyksta branduolio apvalkalėlis. Branduolėlis profazėje taip pat išnyksta.

**Metafazėje** chromosomos išsidėsto taip, kad jų centromeros būna vienoje plokštumoje — sudaro metafazinę plokštelę. Centromeros jungiasi su achromatinės verpstės siūlais. Chromosomos ryškiai dvigubos — iš dviejų chromatidžių.






**Anafazėje** dalijasi centromeros, ir dukterinės chromosomos (chromatidės) juda į skirtingus polių.

**Telofazėje** chromosomos pamažu



**1 pav.** Ląstelės ciklas. Raidėmis žymimos skirtingos ląstelės ciklo stadijos: I – interfazės, M – mitozės, S – sintezės,  $G_0$  – ilsėjimosi, kai ląstelė nustoja dalintis,  $G_1$  – ląstelė pasirengia DNR sintezei,  $G_2$  – ląstelė pasirengia dalijimuisi. Paveikslas paimtas iš laisvos internetinės enciklopedijos Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Cell\\_cycle](http://en.wikipedia.org/wiki/Cell_cycle).

pereina į pirminę struktūrą („išnyksta“), atsiranda branduolio apvalkalėlis, branduolėlis (-iai).  
Po to prasideda citokinezė (citotomija): citoplazma dalijasi į dvi dalis.

| Interfazė   | Profazė   | Metafazė  | Anafazė   | Telofazė  |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| (tamsi masė)  | (chromosomos matomos, bet neidentifikuojamos)                                     | (chromosomos išsidėsčiusios ekvatoriuje)  | (chromosomų išsiskyrimas)   | (du branduoliai)  |

**2 pav.** Interfazė ir skirtingos mitozės fazės. Antroje eilutėje pavaizduotos augalo mitozės fazių nuotraukos, trečioje eilutėje gyvulinės ląstelės mitozės nuotraukos. Ketvirtoje eilutėje surašytas supaprastintas atpažinimo raktas.

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y. žinodami mitozės pagrindinius principus, atpažįsta skirtingas mitozės fazes, suskaičiuoja duotų preparatų mitozinių fazių dažnį.

Eksperimentas atliekamas naudojant mikroskopus ir preparatus su svogūno šaknies ir tiesiasparnių sėklidžių audiniais.

Darbą siūloma atlikti po temų apie ląstelių dalijimąsi. Darbą mokiniai gali atlikti po vieną arba poromis. Šio darbo metu svarbu mokytojui pabrėžti ne tik skirtingas ląstelės ciklo fazes, bet mitozės biologinę prasmę.

Mokytojas gali pasirinkti darbą atlikti tik su svogūno šaknies mikropreparatu (Nr. 25) ir mokiniam parodyti tik augalinių ląstelių mitozę. Tačiau mokiniai gali atlikti didesnę darbą ir papildomai (pagal tą patį aprašą) panagrinėti tiesiasparnių (gyvulinių) ląstelių mitozę (preparatas Nr. 54).

**Pastaba:** Naudojantis 54 mikropreparatu gali būti labai sudėtinga aptikti *visas* mitozės fazes.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Kaip identifikuoti atskiras mitozės fazes.

**Tyrimo hipotezė:** Naudojant šviesinę mikroskopiją galima identifikuoti skirtingas mitozės fazes.

**Eksperimento tikslas:** Suprasti mitozinio dalijimosi procesą ir mokėti atpažinti mitozės fazes.

**Laukiami rezultatai:**

- Geriau supras mitozės proceso esmę ir biologinę prasmę.
- Mokės atpažinti mitozės fazes.

### **Eksperimento priemonės:**

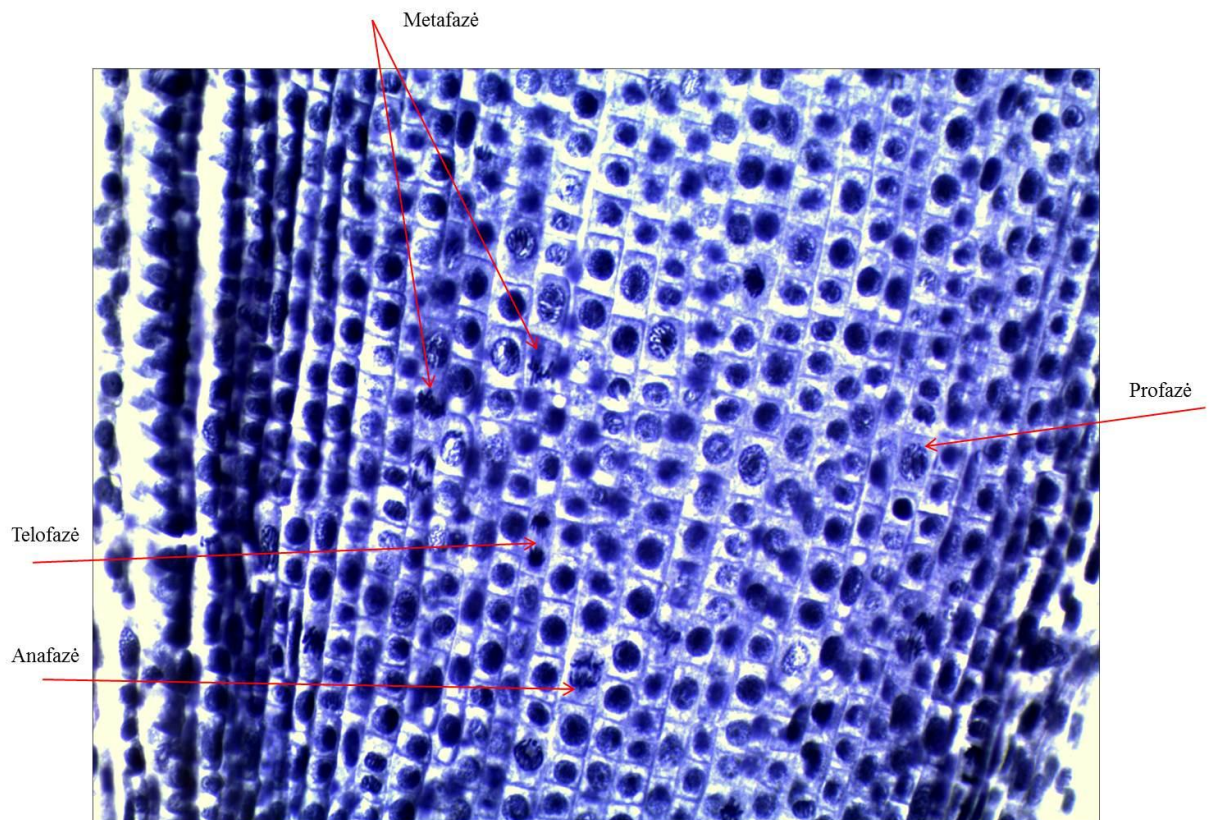
- Šviesinis mikroskopas.
- Preparatas Nr. 25 su svogūno šaknies pjūvio ląstelėmis.
- Preparatas Nr. 54 su mitozės stadijomis tiesiasparnių būrio sėklidėse.

### **Darbo eiga**

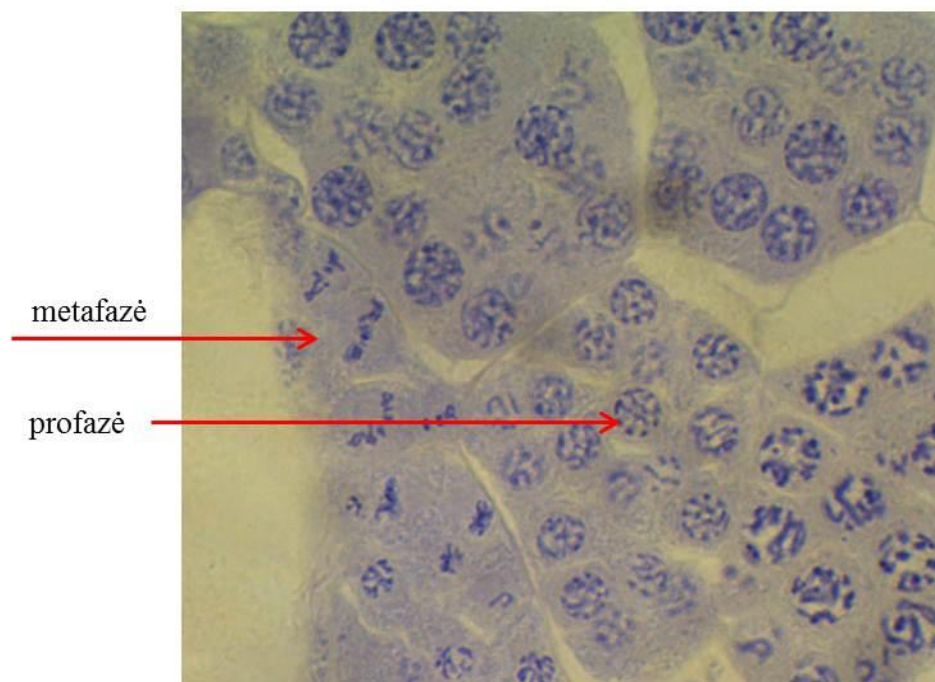
- Paruoštus mikropreparatus stebėti pro mikroskopą
- Aptiktas mitozės fazes mokiniai schemiškai pavaizduos piešinyje.
- Mokiniai suskaičiuos aptiktų mitozės fazių skaičių mikropreparate ir apskaičiuos procentinę išraišką.

#### **1. Mitozės stadijų identifikavimas.**

- 1.1. Padėkite mokytojo duotą preparatą Nr. 25 po mikroskopo objektyvu.
- 1.2. Susiraskite preparate vietą, kurioje per didžiausią (400x) padidinimą galite matyti daugiausiai skirtingai atrodančių ląstelių.
  - 1.2.1. Paveiksluose (3 pav. ir 4 pav.) pateikti fragmentai iš naudojamų preparatų, kuriuose nurodytos atskiros mitozės fazės.



**3 pav.** Vaizdo fragmentas per mikroskopą naudojant preparatą Nr. 25: svogūno ląstelės su skirtingomis mitozės fazėmis.



**4 pav.** Vaizdo fragmentas per mikroskopą naudojant preparatą Nr. 54

1.3. Naudodamiesi mitozės stadijų apibūdinimu nupieškite visas mitozės fazes. Kad rastumėte geriausiai fazę iliustruojančią ląstelę. Gali tekti „pasivaikščioti“ po preparatą.

| Profazė | Metafazė | Anafazė | Telofazė |
|---------|----------|---------|----------|
|         |          |         |          |

1.4. Naudodamiesi 40x objektyvu pasirinkite vietą preparate 25, kur matomos visos mitozės fazės. Preparatą Nr. 54 naudokite tik palyginimui, nes jame surasti visas fazes tikriausiai nepavyks. Jums reikės suskaičiuoti ląstelių, esančių tam tikroje mitozės fazėje, skaičių. Neinformatyvių (neryškių, suplyšusių, blogai nusidažusių ir panašiai ląstelių) neįtraukite į skaičiavimą. Užpildykite duomenų lentelę 1, nurodydami ląstelių, esančių skirtingose fazėse, skaičių.

1 lentelė

| <b>Ląstelės ciklo fazės</b>   |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Ląstelės ciklo stadija</b> | <b>Ląstelių skaičius šioje stadijoje</b> |
| Interfazė                     |  |
| Profazė                       |  |
| Metafazė                      |  |
| Anafazė                       |  |
| Telofazė                      |  |

1.4.1. Mitozės stadijoje esančių ląstelių skaičius gali padėti nustatyti mitozės greitį, mitozės dažnį, padėti nustatyti, kurioje, kur vyksta / nevyksta ir kokių greičiu vyksta mitozė. Tai gali būti svarbu daugeliu atvejų, pavyzdžiui:

- įvertinant pažeisto organo regeneraciją;
- nustatant, kurioje audinio vietoje vyksta intensyvus ląstelių dalijimasis:
  - jūsų tiriamo svogūno šaknyse intensyvesnė mitozė vyksta ne pačiame šaknies gale, o truputį aukščiau. Pačiame šaknies gale išsidėsto apsauginės ląstelės, leidžiančios augančiai šakniai lengviau prasibrauti pro dirvą.
- įvertinti ląstelių dalijimosi dažnį organizmui senstant.

1.5. Naudodamiesi mikropreparatu Nr. 25, pabandykite dar suskaičiuoti, kiek chromosomų yra svogūno somatinėje ląstelėje?

1.5.1. Nenusivilkite – tai tikrai sudėtinga užduotis.

## 2. *Eksperimento rezultatai ir jų analizė*

2.1. Užpildykite 2 lentelę ir nurodykite jūsų aptiktų ląstelės ciklo fazių skaičius procentais.

2 lentelė

Ląstelės ciklo stadijų procentinė išraiška

| Ląstelės ciklo stadija | Procentinė ląstelių, esančių konkrečioje fazėje, išraiška |
|------------------------|---|
| Interfazė              |   |
| Profazė                |   |
| Metafazė               |   |
| Anafazė                |   |
| Telofazė               |   |

### Mokiniai padaro išvadas:

- pagal kokius požymius lengviausia atpažinti skirtingas mitozės fazes;
- kokia dalis ląstelių buvo besidalijančioje, o kokia nesidalijančioje fazėje;
- apie mitozės biologinę prasmę.

### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai  | Atsakymai  |
|--|--|
| 1. Kiek chromosomų yra svogūno somatinėje ląstelėje?                         | 1. 16 (dvigubas 8 chromosomų rinkinys).  |
| 2. Kas rodo, kad mitozė yra tolydus procesas, o ne atskirų stadijų kratinys? | 2. Stebėdami užfiksuotus preparatus, galime matyti ląsteles, esančias tarpinėse stadijose tarp dviejų mitozės fazių. Tai rodo, kad ląstelėje viskas vyksta tolygiai ir palaipsniui.  |
| 3. Kokia yra mitozės reikšmė?  | 3. Mitozės esmė yra chromosomų rinkinio priežiūra; suformuota kiekviena nauja ląstelė gauna chromosomas, kurių sudėtis ir skaičius yra toks pats kaip motininių ląstelių. Tokiu atveju ir ląstelė veiks taip pat, kaip ir motininė, kuri buvo pakankamai produktyvi, kad galėjo pasidalinti. |

|   |  |
|---|--|
| 4. Jūsų stebėtose ląstelėse interfazės pradžioje yra X chromosomų skaičius. Kiek chromosomų bus šioje ląstelėje prasidėjus mitozei? | 4. Kadangi prieš mitozę chromosomų skaičius padvigubėja, tai prasidėjus mitozei chromosomų skaičius bus 2X.  |
| 5. Kai dalijimasis baigiasi, ląstelė pereina į interfazės stadiją. Kodėl negalima sakyti, kad tuo metu ląstelė ilsisi?              | 5. Interfazės stadijoje ląstelėje vyksta intensyvi medžiagų apykaita; daugėja baltymų, RNR ir DNR (vyksta transliacija, transkripcija ir replikacija). |

*Klausimai diskusijai:*

Kuo nelytinis dauginimasis „naudingas“ ir kuo „žalingas“ atskiroms organizmų rūšims?

### 3.3.3.3. PARAZITINĖS KIRMĖLĖS IR JŲ ADAPTACIJOS PRIE PARAZITINIO GYVENIMO BŪDO

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

#### 7. Evoliucija ir ekologija

##### Nuostatos

Suprasti, kad biologinę įvairovę lemia genai ir aplinka. Suvokti, kad gamta yra vientisa ir darniai veikianti sistema.

##### Esminiai gebėjimai

Apibūdinti paveldimąjį kintamumą, gamtinę atranką ir jos reikšmę evoliucijai. Apibūdinti organizmų sisteminimo reikšmę tyrinėjant gyvąją gamtą.

##### Gebėjimai

##### Žinios ir supratimas

7.5. Apibūdinti įvairius mitybos būdus ir jų lygmenis.

7.5.3. Apibūdinti parazitinių mitybos būdą, būdingą grybams ir gyvūnams. Susieti šį mitybos būdą su organizmų (tam tikrų grybų ir gyvūnų) ląsteline sandara.

7.5.4. Remiantis pavyzdžiais apibūdinti mutualizmą.

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Parazitizmas – tai ekologiniai santykiai tarp dviejų skirtingų rūšių organizmų, kada parazitas kitą organizmą išnaudoja kaip gyvenamąją aplinką ir maisto šaltinį. Parazitai yra dažni žmogaus ir gyvūnų įvairių ligų sukėlėjai, todėl **parazitologijos mokslas** (tiriantis parazitų ir šeimininkų sąveiką) drauge su biotechnologija vystosi labai sparčiai, kuriamas naujus vaistus, vakcinas ir kontrolės priemones. Taigi

#### KAS YRA PARAZITAS?



Autorius Ingrida Šatkauskienė

Parazitas yra organizmas, kuris gyvena kito organizmo (šeimininko) viduje (**endoparazitas**) arba ant jo (**ektoparazitas**). Parazitas, dažniausiai neteikdamas jokios naudos šeimininkui, iš jo gauna maisto medžiagas, gyvenamąją aplinką ir apsaugą. Šeimininko organizmas, veikiamas parazito, yra nualinamas, suseraga įvairiomis ligomis.

#### ŠEIMININKŲ TIPAI

Šeimininkai pagal jų atliekamą funkciją parazito gyvenime yra skirstomi į šias grupes:

- **Galutinis šeimininkas**; jame parazituoja suaugę ar lytiškai subrendę parazitai arba kuriame vyksta lytinis parazito dauginimasis.
- **Tarpinis šeimininkas**; jame vystosi parazito lervos lytiškai nesubrendusios stadijos arba parazitas dauginasi nelytiniu būdu.
- **Rezervuarinis šeimininkas**; jame laikosi tos pačios rūšies, tos pačios stadijos parazitas kaip ir galutiniame šeimininke. Rezervuariniai šeimininkai padeda išlaikyti parazito populiacijas gamtoje ir yra kaip infekcijos šaltinis žmogui. Pavyzdžiui, avys yra rezervuariniai kepeninės siurbikės šeimininkai.

- **Vektoriai** dažniausiai yra įvairūs nariuotakojai, kurie perduoda parazitą iš vieno šeimininko kitam. Pvz. *Ixodes* genties erkės (vektorius) perneša *Borrelia* genties bakterijas, laimo ligos sukėlėjas.

### PARAZITO -ŠEIMININKO SAŲEIKA

Biologijoje sąveika tarp dviejų organizmų vadinama **simbioze**, t. y. sugyvenimas kartu. Yra išskiriami trys simbiotinės sąveikos tipai, kurie sąveikaujantiems organizmams gali būti naudingi, žalingi arba neturėti įtakos / poveikio.

#### Simbiotinės sąveikos tipai:

- **Mutualizmas** – simbiozė, kurios metu abu organizmai gauna naudos iš tarpusavio sąveikos. Kraują siurbiančios dėlės negali normaliai maitintis ir išgyventi, neturėdamos simbiotinių bakterijų, reikalingų kraujui konservuoti ir virškinti.
- **Komensalizmas** – simbiozė, kurios metu vienas partneris gauna naudos iš simbiotinės sąveikos, o kitam organizmui nėra nei naudos, nei padaroma žala.
- Žmogaus virškinamajame trakte (žarnyne) yra kelios rūšys komensalinių pirmuonių, kurie maitinasi žarnyno mikroflora.
- **Parazitizmas** – simbiozė, kurios metu vienas organizmas išnaudoja kitą, darydamas jam žalą. Parazitinė sąveika skiriasi nuo plėšrūnizmo ir parazitoidinės sąveikos tuo, kad parazitui nereikia nužudyti savo šeimininko. Protingo parazito šūkis yra toks:



Autorius Ingrida Šatkauskienė

Gyvūnų karalystėje parazitinių rūšių priskaičiuojama apie 800,000.

Klasifikuojant parazitus didelę dalį endoparazitų sudaro **helmintai**. Helmintams priskiriamos **plokščiosios kirmėlės** (siurbikės, kaspinoočiai) ir **apvaliosios kirmėlės**.

### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai įvertina parazitinių kirmėlių adaptacijas prie parazitinio gyvenimo būdo, naudojantis mikroskopiniais preparatais.

Eksperimentui atlikti naudojamas šviesinis mikroskopas ir mikroskopiniai preparatai.

### EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Kaip parazitinės kirmėlės prisitaikysios prie parazitinio gyvenimo būdo.

**Tyrimo hipotezė:** Parazitinių kirmėlių adaptacijas parazituoti galima stebėti skersinių pjūvių mikroskopiniuose preparatuose.

**Eksperimento tikslas:** Išnagrinėti parazitinių plokščiųjų ir apvaliųjų kirmėlių sandarą.



### Laukiami rezultatai:

- Moksleiviai susipažins su parazitinių kirmėlių sandara.
- Mokės atskirti kirmėlių klasėms būdingus požymius.
- Suvoks parazitinių kirmėlių adaptacijas.
- Žinos simbiozės, mutualizmo, komensalizmo, parazitizmo, helmintų sąvokas ir mokės jas įvardyti.
- Supras užsikrėtimo helmintais galimybes ir pasekmes. Sužinos prevencines priemones.

### Eksperimento priemonės:

- Šviesinis mikroskopas.
- Rekomenduojami preparatai: kepeninės siurbikės skersinis pjūvis (Nr. 40); kaspinočio narelių preparatas (Nr. 41); askaridės skersinis pjūvis (Nr. 55); askaridės kiaušinėliai (Nr. 56).

### Darbo eiga:

- Paruoštus preparatus stebėti pro mikroskopą
- Surasti nurodytus organus ar organų sistemas.

## 1. Kirmėlių sandaros apibūdinimas

- 1.1. Apibūdinkite plokščiosios kirmėlės sandarą stebėdami kepeninės siurbikės ir kaspinočio preparatus.

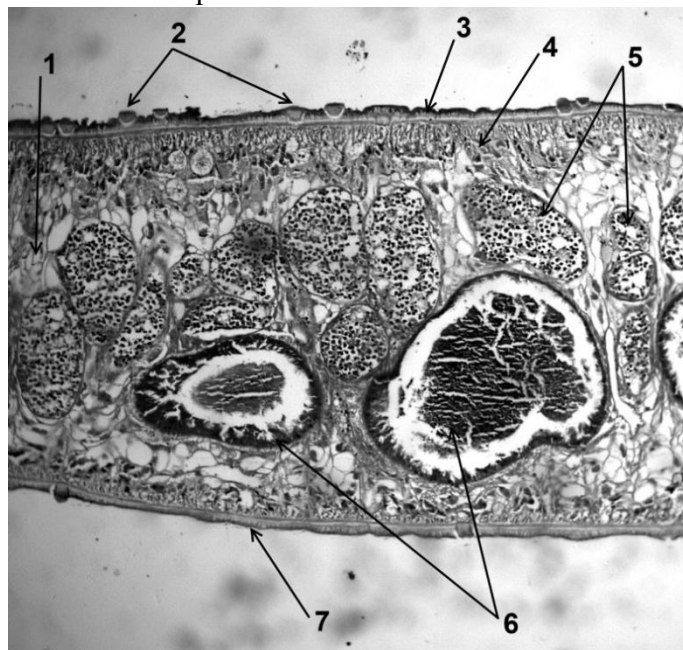
### Sprendimas

Plokščiųjų kirmėlių kūnas, kaip ir sako jų pavadinimas, yra „suplotas“ nugaros pilvo kryptimi. Kūno ertmės plokščiosios kirmėlės neturi – tarpai tarp žarnos ir kūno sienelės užpildyti **parenchima**, kuri sudaryta iš įvairių diferencijuotų ląstelių ir smulkių lakūnų. Daugumai plokščiųjų kirmėlių būdinga **nepilna virškinimo sistema**, užsibaigianti aklinais, t. y. virškinimo traktas turi tik vieną angą – tą pačią maisto paėmimui ir šalinimui. Virškinimo traktas gali būti sudarytas iš ryklės ir žarnos (siurbikės) arba visai redukuotas – žarnos neturi kaspinočiai.

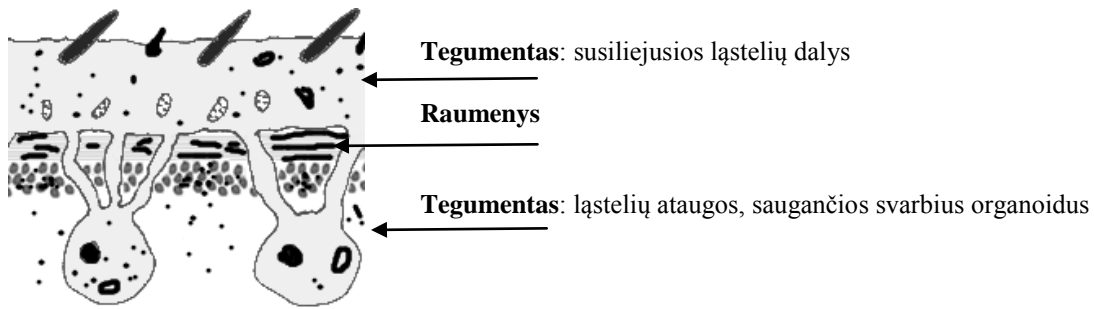
**SIURBIKĖS.** Naudodamiesi **Nr. 40** preparatu, apžiūrėkite siurbikės skersinį pjūvį.

Kūnas suplotas dorsoventrališkai, (suplotas tarpišilgai pilvo ir nugaros ašies) kaip ir visų plokščiųjų kirmėlių. Burnos angos ir ryklės pjūvio preparate nesimato, tačiau matosi išsišakojusios žarnos atšakos parenchimoje. Siurbikės hermafroditai, jų lytinė sistema išvystyta labai gerai ir užima didžiąją kūno dalį, tačiau lytinės sistemos dalių duotame preparate nesimato.

Siurbikių adaptacija parazitiniam gyvenimo būdui – atspari šeimininko virškinamųjų fermentų poveikiui kūno danga – **tegumentas**. Tegumentą sudarančios ląstelės yra susiliejusios viena su kita ir suformuoja ląstelines išaugas, besitęsiančias gilyn į kūno vidų. Išaugose saugomi ląstelių gyvybiškai svarbūs organoidai: branduoliai, mitochondrijos ir kiti (2 pav.).



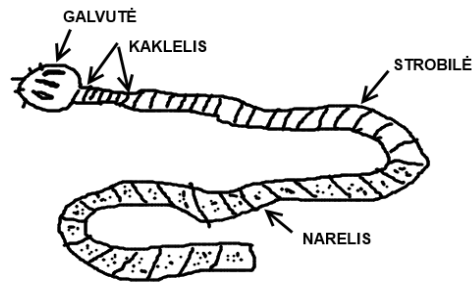
**1 pav.** Kepeninės siurbikės skersinis pjūvis: 1–parenchima; 2 – spygliškos išaugos; 3–7 –susiliejusios tegumento ląstelės; 4 – išėjusios tegumento ląstelių dalys; 5 – gimdos atšakos; 6 – žarnos atšakos. Nuotrauka daryta naudojant 40X padidinimą.



2 pav. Siurbikių kūno dangos schematizuota sandara.

*Stebėdami preparatą suraskite tegumentą (susiliejusias ląsteles ir jų išaugas); parenchimą; žarnos atšakas, gimdos atšakas.*

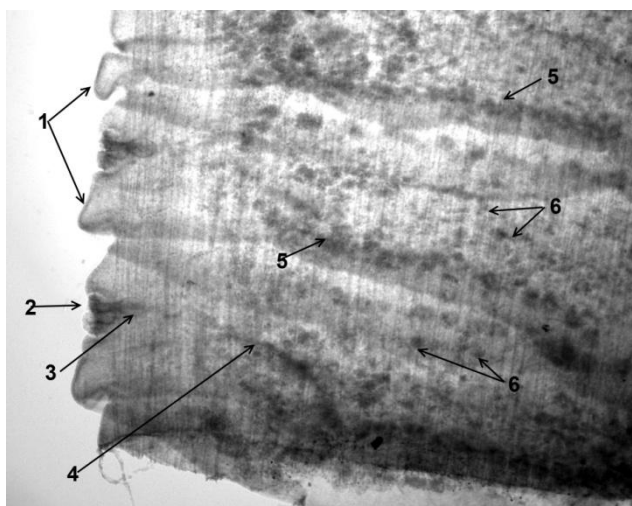
**KASPINUOČIAI.** Ilgas, plokščias kaspinoočio kūnas prasideda maža galvute (**skoleksu**), kurioje išsidėstę prisitvirtinimo organai – siurbtukai, kabliukai. Kūnas (**strobilė**) sudarytas iš atskirų narelių – **proglotidų**. Tarp skolekso ir strobilės yra **kaklelis**, kuriame gaminami nauji nareliai (3 pav.).



3 pav. Kaspinoočio schematizuota sandara. Autorius Ingrida Šatkauskienė.

Kaspinoočiai neturi burnos ir virškinamojo trakto ir maistą įsisavina absorbuodami jį visu kūno paviršiumi. O kadangi kūnas yra labai plokščias / plonas, maisto medžiagų absorbcija vyksta pakankamai lengvai. Vienas iš parazitinių kaspinoočių adaptacijų – kūną sudarantys nareliai, kurių kiekvienas turi lytinius dauginimosi organus. Kadangi kaspinoočio kūnas yra ilgas ir plonas, jis gali apsisvaisinti savaime: tarp skirtingų narelių ar net tarp to paties narelio.

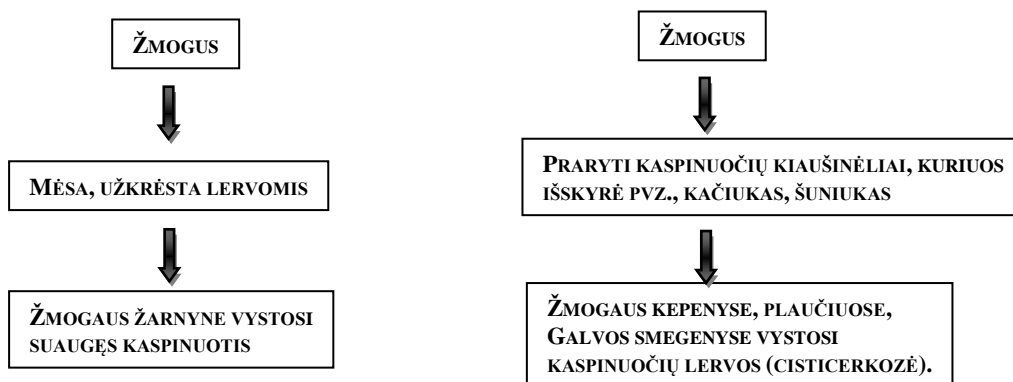
Naudodamiesi Nr. 41 preparatu apžiūrėkite kaspinoočių narelius. Stebėdami 10X objektyvu, matysite narelio šonuose išsidėsčiusias lytines angas (po dvi kiekviename narelyje). Kaspinoočiai hermafroditai. Nareliuose matyti sėklidės, kurios kaip tamsiai nusidažę taškeliai išmėtytos po visą narelį. Nuo jų atsišakoja labai ploni sėklų išmetamieji kanalėliai (nematomi preparate), kurie susijungia į bendrą sėklatakį, vedantį link lytinės angos. Sėklatakis pereina į cirusą ir baigiasi anga lytinėje kloakoje narelio šone. Narelio viduryje matyti ryškiai raudonai nusidažiusi, šakota gimda (4 pav.).



**4 pav.** Kaspinoočio nareliai: 1– narelis; 2 – lytinė anga (kloaka); 3 – kopuliacijos maišelis; 4 – sėklatakis; 5 – gimda; 6 – sėklidės.

Stebėdami preparatą suraskite narelį, lytines angas; sėklides; sėklatakį; gimdą.

Žmogus kaspinoočiais gali užsikrėsti valgydamas blogai termiškai apdorotą mėsą, kurioje yra kaspinoočių lervų (cisticerkų, finų) arba kiaušinėliais, patekusiais ant maisto, nuo neplautų rankų (5 pav.).



**5 pav.** Žmogaus užsikrėtimo kaspinoočiais schema

1.2. Apibūdinkite apvaliosios kirmėlės sandarą stebėdami askaridės skersinio pjūvio preparatą.

**Apvaliosios kirmėlės.** Nagrinėdami askaridės skersinio pjūvio preparatą (**Nr. 55**) (6 pav.) atkreipkite dėmesį į požymius, būdingus visoms apvaliosioms kirmėlėms: apvalus kūno skersinis pjūvis, kūno ertmė, skirtalytiškumas (stebimame preparate matomi patelės ir patinėlio skersiniai pjūviai).

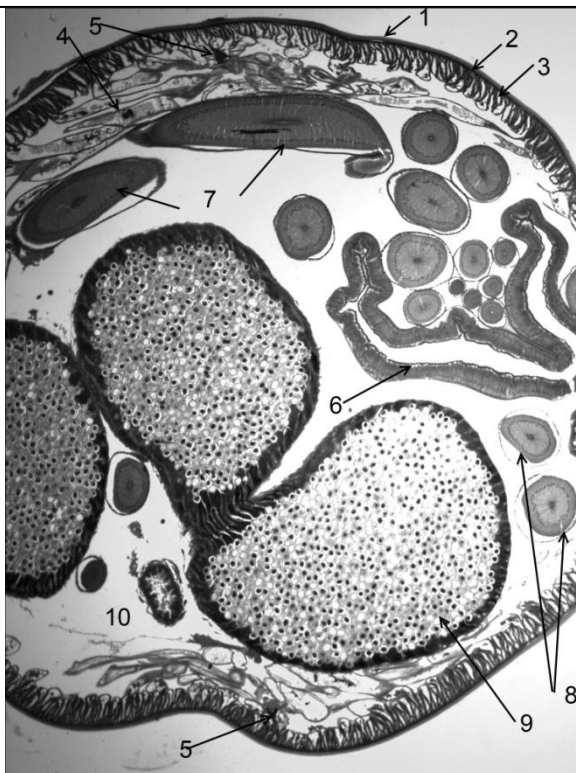
Paruoštą mikroskopinį preparatą stebėkite mažuoju (10X) mikroskopo objektyvu. Pjūvyje matyti, kad askaridės kūnas apvalus. Skirtingai nuo plokščiųjų kirmėlių, kurių kūno vidus užpildytas parenchima, apvaliosios kirmėlės turi kūno ertmę – **pseudocelomą**. Kūno ertmė užpildyta skysčiu, kuriame plūduriuoja organai. Skystis spausdamas kutikulę, atlieka hidrostatinio skeleto funkciją. Iš išorės askaridės kūnas padengtas **kutikule**, atliekančia apsauginę ir atraminę funkcijas. Po ja yra plonas **hipodermos sluoksnis**. Hipoderma suformuoja keturis volelių formos sustorėjimus, kurie eina išilgai askaridės kūno. Dviem šoniniais hipodermos voleliais eina šalinimo sistemos latakai, nugariniu ir pilviniu – nerviniai kamienai. Po hipoderma yra **išilginių raumenų sluoksnis**. Kadangi nėra žiedinių raumenų, askaridėms yra būdingas „gyvatiškas“ judėjimo būdas.

Centre išsidėstę žarnos ir lytinių organų skersiniai pjūviai. Atkreipkite dėmesį, kad žarna yra sudaryta iš vieno ląstelių sluoksnio, todėl yra labai plona ir medžiagos per ją lengvai cirkuliuoja į kūno ertmėje esantį skystį, kuris išnešioja medžiagas po visą kūną. Skirtingai nuo plokščiųjų kirmėlių, apvaliųjų kirmėlių **virškinimo sistema yra visapusiška**, t. y. turi burnos angą ir analinę angą.

Tiek moteriškos lytinės sistemos organai (gimdos, kiaušintakiai, kiaušidės), tiek vyriškos (sėklidės, sėklatakiai, sėklos išmetimo kanalas) askaridėse yra nevienodo storio ilgų siūlų pavidalo. Todėl skersiniame pjūvyje atrodo kaip nevienodo diametro apskritimai. Kiaušintakiai skersiniame pjūvyje yra šiek tiek didesni nei kiaušidės. Gimdos spindyje yra daug storais apvalkalais kiaušinių. Siūlų pavidalo lytinė sistema gali produkuoti ir išskirti į aplinką labai daug kiaušinių. Tai viena **svarbiausių parazitinių kirmėlių adaptacijų**. Laisvai gyvenančios apvaliosios kirmėlės gali turėti daug „trumpesnę“ lytinę sistemą, kadangi joms nereikia produkuoti tiek daug kiaušinėlių.

Žmogus askaridėmis gali užsikrėsti nuo neplautų daržovių, vaisių, ant kurių gali būti patekę askaridžių kiaušinėlių. Askaridžių kiaušinėliai (preparatas Nr. 56) nesunkiai atskiriami pagal išaugėles ir įlinkimus paviršiuje.

*Stebėdami askaridės skersinį pjūvį (Nr. 55) suraskite kutikulą; hipodermą; išilginius raumenis; kūno ertmę; žarną; nervų kamienus, šalinimo latakus; patelės skersiniame pjūvyje gimdą, kiaušides, kiaušintakius; patino skersiniame pjūvyje – sėklides, sėklatakį.*



**6 pav.** Askaridės kūno skersinis pjūvis: 1 – kutikula; 2 – hipoderma; 3–4 išilginiai raumenys; 5 – nugarinis ir pilvinis nerviniai kamienai; 6 – žarna; 7 – kiaušintakiai; 8 – kiaušidės; 9 – gimda su kiaušiniiais; 10 – kūno ertmė (*nuotraukoje nesimato šoninių hipodermos volelių, kuriais tęsiasi šalinimo latakai, tačiau preparate jie aiškiai matyti*).

#### Mokiniai padaro išvadas:

- apie plokščiųjų kirmėlių adaptacijas prie parazitinio gyvenimo būdo;
- apie apvaliųjų kirmėlių adaptacijas parazituoti;
- apie užsikrėtimo galimybes parazitinėmis kirmėlėmis.

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai  | Atsakymai  |
|--|--|
| 1. Kokios kirmėlės priskiriamos plokščiosioms kirmėlėms?                     | 1. Plokščiosioms kirmėlėms priskiriamos siurbikės ir kaspinočiai.  |
| 2. Paaiškinkite, kokie sandaros bruožai būdingi plokščiosioms kirmėlėms?     | 2. Plokščiųjų kirmėlių charakteringi sandaros bruožai yra šie: plokščias kūnas, kūno ertmės nebuvimas ir užpildymas parenchima, aklina užsibaigianti žarna (siurbikės) arba virškinimo sistemos nebuvimas (kaspinočiai).   |
| 3. Kur dažniausiai parazituoja siurbikės ir kaspinočiai?                     | 3. Siurbikės dažniausiai parazituoja kepenų tulžies latakuose, o kaspinočiai – žarnyno parazitai.  |
| 4. Paaiškinkite, kokie charakteringi apvaliųjų kirmėlių bruožai?             | 4. Apvaliosios kirmėlės nesegmentuotos, kūnas galuose nusmailėjęs, o skersiniame pjūvyje apvalus. Kūno viduje – ertmė, užpildyta skysčiu, kuris atlieka hidrostatinio skeleto funkciją. Apvaliosios kirmėlės skirtalytės. Virškinimo sistema visapusiška.  |
| 5. Kaip parazitinės kirmėlės prisitaikiosios prie parazitiniogvyvenimo būdo? | 5. Dauguma kirmėlių, parazitujančių šeimininko viduje, yra pasidengusios atspariais poveikiui kūno dangalais (kaspinočių ir siurbikių tegumentas ; askaridžių kutikulė ). Kita svarbi adaptacija – didelis į aplinką išskiriamų kiaušinėlių skaičius.  |
| 6. Kodėl parazitujančios kirmėlės išskiria labai daug kiaušinėlių?           | 6. Dauguma parazitujančių kirmėlių vystosi su tarpiniais šeimininkais, ir tikimybė, kad iš kiaušinėlių išsiritusios lervos pateks pas tinkamus tarpinius šeimininkus, yra nedidelė. Šią tikimybę kirmėlės padidina produkuodamos labai daug kiaušinėlių: <i>dalis žus, bet nors maža dalis pateks ten, kur reikia...</i> |

### 3.3.4. ORGANIZMO SISTEMŲ HOMEOSTAZĖ

#### 3.3.4.1. OSMOSO TYRIMAS (NAUDOJANT BULVĖ)

##### Bendrosios programos:

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

| 4. Medžiagų apykaita ir pernaša   |  |
|---|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suprantant įvairių organizmų prisitaikymus, saugoti gyvybę.                              |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti organizmų prisitaikymą vykdyti įvairių medžiagų apykaitą ir pernašą. |  |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas   |
| 4.3. Susieti augalų organų – šaknies, stiebo ir lapo – prisitaikymą vykdyti medžiagų pernašą.               | 4.3.1. Susieti dujų ir vandens pernašą augaluose su fotosinteze. |

##### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Ląstelės plazminė membrana vykdo atrankinį pralaidumą. Stambios ir vandenyje netirpios medžiagų molekulės pro šią membraną nepraeina.

**Ląstelės plazminė membrana** sudaryta iš dvigubo fosfolipidų molekulių sluoksnio, į kurį integruoti įvairūs baltymai. Dėl fosfolipidų molekulių savybių plazminė membrana yra atrankiai laidi įvairioms medžiagoms.

**Osmosas** – tai procesas, kurio metu vandens molekulės juda pro plazminę membraną iš mažesnės koncentracijos į didesnę medžiagų koncentraciją. Vandens judėjimas iš ląstelės į išorę arba į jos vidų vyksta dėl osmosinio slėgio ir priklauso nuo to, kokiame tirpale (hipertoniniame, hipotoniniame, izotoniniame) yra ląstelė.

**Difuzija** – tai medžiagų judėjimas iš didesnės jų koncentracijos į mažesnę tol, kol koncentracijos susivienodina. Procesas nereikalauja energijos.

##### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga, tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y. žinodami osmoso procesą praktiškai įvertins bulvės mėginio pokyčius skirtingos koncentracijos tirpaluose.

##### EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Kaip cukraus tirpalas gali turėti įtakos bulvių juostelių pokyčiams.

**Eksperimento tikslas:** Išanalizuoti, kaip vyksta osmosas augalinėse ląstelėse.

**Tyrimo hipotezė:** Panardintos į cukraus tirpalą bulvių juostelės sutrumpės, nes jų ląstelės neteks vandens.

##### Laukiami rezultatai:

- Žinos osmoso ir difuzijos procesus.
- Gebės apibūdinti ląstelės plazminės membranos sandarą.
- Mokės susieti plazminės membranos sandarą su jos atrankiniu pralaidumu.
- Gebės paaiškinti, kaip cukraus tirpalas paveiks bulvių juosteles.

##### Eksperimento priemonės:

- Bulvės;
- Skalpelis;
- Kolba;
- Stiklinės – 3 vnt.;

- Stiklinės lazdelės;
- Liniuotė;
- Cukrus.

### Darbo eiga:

- Bulvė supjaustoma vienodais griežinėliais (vienodo ilgio ir pločio juostelėmis, iš viso 30 vnt.). Padaromas cukraus tirpalas iš 2 valgomųjų šaukštų cukraus ir 50 ml vandens.
- Paimamos 3 vienodo tūrio stiklinės. Į pirmą stiklinę įpilamas distiliuotas vanduo, į antrą – paruoštas cukraus tirpalas, į trečią – paprastas, truputėlį pasaldintas vanduo (keli cukraus kristalėliai).
- Bulvės griežinėliai padalijami į tris vienodas dalis, po 10 vienetų: viena dalis juostelių 30 min. panardinama cukraus tirpale (hipertoniniame tirpale), kita – distiliuotame vandenyje (hipotoniniame tirpale), trečia – paprastame vandenyje (izotoniniame tirpale). Tirpaluose mėginiai turi būti visiškai apsemti.
- Po 30 min. išimti bulvės griežinėlius iš skirtingų tirpalų ir juos išmatuoti. Išvesti griežinėlių pokyčių vidurkį. Nustatyti cukraus tirpalo ir distiliuoto vandens įtaką osmosui. Palyginti gautus duomenis su bulvės griežinėlių pokyčiais paprastame vandenyje.
- Rezultatus surašyti į lentelę.

### Duomenų žymėjimo lentelė

| Bulvės griežinėliai | Tyrimo duomenys ( mm): |                       |                      |
|---------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
|                     | hipertoniniame tirpale | hipotoniniame tirpale | izotoniniame tirpale |
| 1                   |                        |                       |                      |
| 2                   |                        |                       |                      |
| 3                   |                        |                       |                      |
| 4                   |                        |                       |                      |
| 5                   |                        |                       |                      |
| 6                   |                        |                       |                      |
| 7                   |                        |                       |                      |
| 8                   |                        |                       |                      |
| 9                   |                        |                       |                      |
| 10                  |                        |                       |                      |
| Vidurkis            |                        |                       |                      |

### Mokiniai padaro išvadas:

- apie bulvės griežinėliuose vykstantį osmoso procesą distiliuotame vandenyje;
- apie bulvės griežinėliuose vykstantį osmoso procesą cukraus tirpale;
- apie skirtingų tirpalų įtaką bulvės griežinėliams.

### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai  | Atsakymai   |
|--|---|
| 1. Apibūdinkite ląstelės plazminės membranos sandarą.                  | 1. Ląstelės plazminė membrana sudaryta iš dvigubo fosfolipidų molekulių sluoksnio, į kurį yra integruoti įvairūs baltymai.  |
| 2. Susiekite plazminės membranos sandarą su jos atrankiniu pralaidumu. | 2. Dėl fosfolipidų molekulių savybių plazminė membrana yra selektyviai laidi įvairioms medžiagoms, todėl stambios ir vandenyje netirpios molekulės pro šią membraną praeiti negali. |

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 3. Apibūdinkite difuziją ir osmosą. | 3. Difuzija yra savaiminis dalelių judėjimas iš didesnės jų koncentracijos į mažesnę tol, kol koncentracijos susivienodina. Osmosas – tai vandens molekulių judėjimas pro atrankiai laidžią membraną iš mažesnės koncentracijos į didesnę medžiagų koncentraciją. |
|-------------------------------------|---|



### 3.3.4.2. RŪGIMO PROCESO, KAIP ENERGIJOS SUSIDARYMO BŪDO BE DEGUONIES, TYRIMAS

#### Bendrosios programos:

Pagrindinis ugdymas. 9–10 klasės.

#### 2. Ląstelė – gyvybės pagrindas.

##### Nuostata

Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.

##### Esminis gebėjimas

Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.

| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
|---|---|
| 2.5. Apibūdinti energijos ir medžiagų virsmus ląstelėje ir organizme. | 2.5.2. Apibūdinti viduląstelinį kvėpavimą kaip kontroliuojamą procesą, kurio metu oksiduojant gliukozę išsiskiria energija, reikalinga ląstelės gyvybinei veiklai. Susieti energijos panaudojimą organizme, pavyzdžiui, su raumenų darbu.<br>2.5.3. Apibūdinti anaerobinį kvėpavimą, kaip kvėpavimą be deguonies, ir susieti šį energijos gavimo būdą su organizmų prisitaikymu apsirūpinti energija trūkstant deguonies. |

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Ląstelės energijos gavimo būdai** yra du: kvėpavimas ir rūgimas. Ląstelinis kvėpavimas vyksta mitochondrijose – gliukozė yra skaidoma iki ATP, vandens ir anglies dioksido. Šiam procesui būtinas deguonis. Tai pagrindinis ląstelių energijos gavimo būdas, kurio metu susidaro didžiausias ATP kiekis. Anaerobinėse sąlygose (nesant deguonies) vyksta rūgimas skaidant taip pat gliukozę (cukrų). Šio proceso metu susidaro labai mažai energijos, anglies dioksidas ir etilo alkoholis (mieliagybių ir kai kurių augalų ląstelėse) arba pieno rūgštis (gyvūnų ląstelėse).

**Mitochondrijos** sudarytos iš dviejų membranų, kurių vidinės yra labai raukšlėtos ir vadinamos kristomis. Būtent kristose vyksta pagrindinės energijos gavimo reakcijos. Išorinė šios organelės membrana gaubia vidinę ir reguliuoja medžiagų laidumą. Mitochondrijose gliukozė yra skaidoma iki didelio ATP kiekio, kuris reikalingas įvairiems ląstelės gyvybiniam procesams.

**Mieliagybiai** (mielės) – tai vienaląsčiai eukariotinės struktūros organizmai, priklausantys grybų karalystei. Kaip ir kiti eukariotai, mieliagybiai turi visas membranines organeles. Jie maitinasi cukrumi ir sukelia rūgimą. Esant deguonies, mieliagybiai energiją gamina kvėpavimo būdu.

#### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga, tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y. nustato ląstelių anaerobinio kvėpavimo (rūgimo) požymius.

#### EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Kad apsirūpintų energija, anaerobinėmis sąlygomis mieliagybiai vykdo rūgimą, tirpalo suspensijoje susidaro anglies dioksido dujos, kurios kaupiasi burbulų pavidalu ir tampa matomos.

**Eksperto tikslas:** Atpažinti mieliagybių vykdomą rūgimo procesą.

**Tyrimo hipotezė:** Anaerobinėmis sąlygomis mielių suspensijoje susidarys anglies dioksido dujos, kurios parodo mieliagybių anaerobinį kvėpavimą.

**Laukiami rezultatai:**

- Žinos mieliagybių vykdomą rūgimo procesą.
- Gebės paaiškinti rūgimo proceso reikšmę, gaunant energiją anaerobinėmis sąlygomis.

**Ekspimento priemonės:**

- Tikslios svarstyklės;
- Kolba su vatos kamščiu;
- Mėgintuvėliai (1 didelis ir 1 mažas vienai grupei mokinių);
- Stiklinės;
- Termometras;
- Liniuotė;
- Sacharozė (cukrus);
- Mielės;
- Pieštukas;
- Laikrodis;
- Kaitvietė.

**Darbo eiga:**

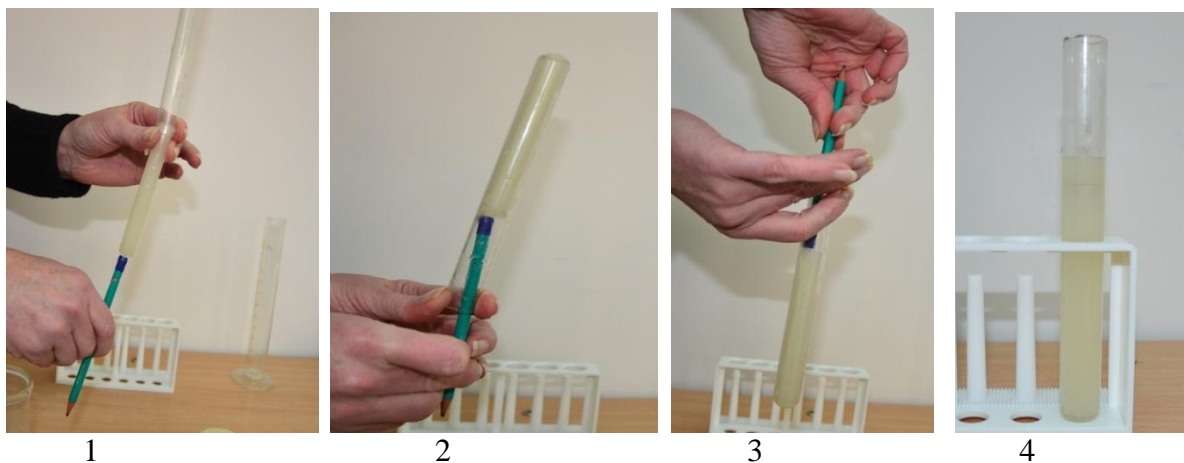
- Į kolbą įpilama 100 ml vandens, jame ištirpinama 5 g sacharozės bei 3 g kepimo mielių.
- Kolba užkemšama vatos kamščiu ir 1 val. palaikoma 35–40 °C temperatūroje.



- Iš kolbos supilstoma suspensija į mažus mėgintuvėlius taip, kad nesudarytų oro burbulas.



- Kaip pavaizduota paveiksluose, mažąjį mėgintuvėlį įstumti pieštuku į didesnį mėgintuvėlį (1, 2). Prispaudus mažąjį mėgintuvėlį prie apversto didesniojo mėgintuvėlio dugno, juos kartu staigiu judesiu apversti (3), kad viršuje būtų mažojo dugnas. Didesnį mėgintuvėlį užpildyti likusia mieliagybių ir cukraus suspensija (4).



- Didesnį mėgintuvėlį su visu turiniu įdėti į 40 °C vandens stiklinę. Apversto mažojo mėgintuvėlio dugne turi susidaryti anglies dioksido dujų burbulas, kurį reikia stebėti ir išmatuoti jo pokyčius po 5, 10, 15 ir 20 min.
- Atskirose mokinių grupėse gautus tyrimo duomenis surašyti į lentelę ir apskaičiuoti jų vidurkius.

#### Rezultatų lentelė

| Grupės Nr. | Dujų burbulo dydis (mm) po: |         |         |         |
|------------|-----------------------------|---------|---------|---------|
|            | 5 min.                      | 10 min. | 15 min. | 20 min. |
| 1.         |                             |         |         |         |
| 2.         |                             |         |         |         |
| 3.         |                             |         |         |         |
| Vidurkis   |                             |         |         |         |

#### Mokiniai padaro išvadas:

- kas parodo mieliagybių anaerobinį kvėpavimą (rūgimą);
- apie susidariusio anglies dioksido kiekio pagal dujų burbulo dydį priklausomybę nuo laiko.

#### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai  | Atsakymai  |
|--|--|
| 1. Apibūdinkite ląstelinio kvėpavimo ir rūgimo procesus bei jų reikšmę ląstelei. | 1. Ląstelinio kvėpavimo metu mitochondrijose vyksta gliukozės aerobinis skaidymas. Susidaro didelis energijos kiekis (ATP), kuris panaudojamas ląstelės gyvybiniam procesams. Nesant deguonies ląstelės gali gauti energiją rūgimo proceso metu, tačiau energijos kiekis yra labai mažas. Ląstelei aerobiškai kvėpuojant susidaro ne tik ATP, bet ir vanduo bei anglies dioksidas, kurie labai lengvai pašalinami iš ląstelės arba panaudojami tolimesniems procesams. Rūgimo proceso metu susidaro ir tarpiniai produktai: etilo alkoholis (mieliagybių ir kai kurių augalų ląstelėse) arba pieno rūgštis (gyvūnų ląstelėse), kuriuos ląstelė turi neutralizuoti. |
| 2. Užrašykite kvėpavimo lygtį.   | 2. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36ATP$   |
| 3. Paaiškinkite, kaip temperatūra gali daryti įtaką rūgimo procesui.             | 3. Mažėjant tirpalo temperatūrai rūgimo procesas lėtėja, o didėjant temperatūrai rūgimo procesas spartėja.   |

|   |  |
|---|--|
| 4. Apibūdinkite ATP reikšmę ląstelės procesams. | 4. ATP – tai organinė energetinė medžiaga, kuri reikalinga ląstelės judėjimui, medžiagų pernašai ir kitiems ląstelės fiziologiniams procesams. |
|---|--|

### 3.3.4.3. ŠLAPIMO TYRIMO MODELIAVIMAS

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas 11–12 klasių mokymosi koncentras

| 6. Homeostazė ir organizmo valdymas  |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokti organizmų sandaros ir funkcijų vienovę.           |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti organizmo veiklos reguliavimą.        |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 6.2. Paaiškinti žmogaus inkstų vaidmenį šalinimui ir homeostazės palaikymui. | 6.2.3. Analizuojant šlapimo tyrimo rezultatus aiškintis, kaip šlapimo sudėties pokyčiai, pavyzdžiui, gliukozės, baltymų ar kraujo ląstelių atsiradimas šlapime, gali būti panaudojami diagnozuojant sutrikimus.<br>6.2.4. Susieti inkstų veiklą su vandens ir druskų pusiausvyros organizme palaikymu. Remiantis pavyzdžiu, kai, padidėjus druskų koncentracijai kraujyje, audinių ląstelės dehidratuoja, paaiškinti vandens ir druskų pusiausvyros reguliavimo svarbą organizme.<br>6.2.5. Diskutuoti apie inkstų donorystės svarbą gelbstint kitų žmonių sveikatą ar gyvybę. |

#### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Homeostazė** – tai organizmo vidinių terpių (kraujo plazmos, audinių skysčio ir limfos) pastovumo būsenos palaikymas. Homeostazės pavyzdžiai: termoreguliacija, kurioje dalyvauja kraujotakos sistema ir oda. Homeostazės dėka palaikoma pastovi žinduolių ir paukščių kūno temperatūra. Palaikant anglies dioksido koncentraciją dalyvauja kraujotakos ir kvėpavimo sistemos. Palaikant vandens ir druskų pusiausvyrą dalyvauja šalinimo ir kraujotakos sistemos. Kraujas yra perfiltruojamas per inkstus. Receptoriais yra nustatomi druskų ir vandens pusiausvyros pokyčiai, hormonai padidina arba sumažina inkstų kanalėlių laidumą ir tokiu būdu padidėja arba sumažėja išskiriamo antrinio šlapimo tūris.

**Pagal šlapimo sudėtį** galima nustatyti kai kurių organizmo organų veiklos sutrikimus. Diabetiko šlapime bus aptinkamas gliukozės perteklius, kurio nėra sveiko žmogaus šlapime. Sutrikus inkstų nefronų filtracijos funkcijai, šlapime aptinkama baltymų.

**Modeliai** – labiau grafinis arba vizualinis tam tikro reiškinio pateikimas, skirtas mokinių teisingam tūrio ar erdvės vaizdinių sudarymui. Modeliavimas padeda atskleisti ir suvokti organizmuose vykstančius fiziologinius procesus, suprasti aplinkos įtaką tiriamajam objektui, tiesiogiai nekeičiant objekto aplinkos.

#### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t. y. žinodami šlapimo tyrimų duomenis galės nustatyti žmogaus sveikatos būklę.

#### EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema:** Kaip šlapimo tyrimo duomenys gali atspindėti žmogaus sveikatos būklę.

**Ekspirmonto tikslas:** Remiantis sveiko žmogaus pavyzdžiu sugrupuoti daug vartojančio sūraus maisto, diabetiko ir sergančio inkstų filtracijos sutrikimu šlapimo modelius.

**Tyrimo hipotezė:** Daug vartojančio sūraus maisto žmogaus šlapimo kiekis bus mažas, o koncentracija didelė. Diabetiko šlapime bus aptinkamas gliukozės perteklius, o sergančio inkstų nefronų filtracijos funkcijos sutrikimu – šlapime galima aptikti baltymų.

**Laukiami rezultatai:**

- Žinos, kokie šlapimo tyrimų duomenys rodo diabetą, inkstų nefronų filtracijos funkcijos sutrikimus.
- Gebės pagal šlapimo tūrį ir koncentraciją atskirti daug sūraus maisto vartojančio žmogaus šlapimo mėginį.

**Ekspirmonto priemonės:**

- Paruošti 4 šlapimo modeliai: į tris iš keturių vienodo tūrio stiklines įpilti 200 ml vandens ir įlašinti po 3 lašus geltonų dažų (guašas, tušas, galima panaudoti geltonų vaisių sultis). Ant pirmos stiklinės užrašyti gliukozė, ant antros – baltymai, ant trečios – nieko nerašyti.
- Į ketvirtą – įpilti 100 ml vandens ir įlašinti 6 lašus geltonų dažų.

**Darbo eiga:**

- Sugrupuoti pateiktus modelius pagal šlapimo kiekį, koncentraciją ir esamas medžiagas (gliukozė, baltymai).
- Susieti su tam tikromis žmonių grupėmis (vartojančiomis daug sūraus maisto, sergančiomis diabetu, pasižyminčiomis inkstų nefronų filtracijos funkcijos sutrikimu).
- Duomenis surašyti į lentelę.

**Duomenų lentelė**

| Eil. Nr. | Žmonių grupė (diagnozė)   | Šlapimo tyrimų duomenys |
|----------|---|-------------------------|
| 1.       | Daug sūraus maisto vartojantis žmogus                           |                         |
| 2.       | Sergantis diabetu žmogus  |                         |
| 3.       | Sergantis inkstų nefronų filtracijos funkcijos sutrikimu žmogus |                         |
| 4.       | Sveikas žmogus  |                         |

**Mokiniai padaro išvadą:**

- apie galimybę susieti žmonių grupes su sumodeliuotų šlapimo pavyzdžių tyrimo duomenimis.

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai   | Atsakymai   |
|---|---|
| 1. Kas yra homeostazė?                              | 1. Homeostazė – tai organizmo vidinių terpių pastovumo būsenos palaikymas.  |
| 2. Išvardkite, kas sudaro organizmo vidines terpes. | 2. Organizmo vidines terpes sudaro kraujo plazma, audinių skysčiai ir limfa.  |
| 3. Apibūdinkite termoreguliacijos procesą.          | 3. Padidėjus organizmo vidinei temperatūrai, pagumburys (tarpinių smegenų dalis) užfiksuoja padidėjusią kraujo temperatūrą ir siunčia impulsą į vėsinimosi struktūras. Odoje išsiplečia paviršinės kraujagyslės, priplūsta daug šilto kraujo į odos paviršių, ji įrausta, intensyveja prakaito liaukų veikla. Prakaitui išsiliejus ant įsilusios odos, vyksta |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>vėsinimosi procesas. Atvėsus odai, atvėsta ir joje tekantis kraujas. Sumažėjus kraujo temperatūrai, pagumburys slopina vėsinimosi struktūras, paviršinės kraujagyslės susiaurėja, oda pabąla, prakaito liaukų veikla slopsta. Atsiranda nevalingas raumenų susitraukimas, drebulys. Šio proceso dėka žinduolių kūno temperatūra yra pastovi.</p>   |
| 4. Apibūdinkite kraujo pH palaikymo procesą.                              | 4. Sumažėjus kraujo pH, kraujagyslėse esantys receptoriai užfiksuoja pokyčius ir siunčia impulsus kvėpavimo centrui, kuris paspartina tarpšonkaulinių raumenų ir diafragmos susitraukimus. Dėl to padažnėja kvėpavimas, kuris sumažina anglies dioksido koncentraciją organizme. Kraujo pH atstatoma į normos ribas (7,35-7,45).  |
| 5. Apibūdinkite inkstų vaidmenį osmoreguliacijoje.                        | 5. Šlapimo šalinimo sistema kartu su kraujotakos sistema dalyvauja vandens ir druskų palaikymo procese. Inkstų nefronuose iš kraujo filtruojasi pirminis šlapimas. Antrinis (galutinis) šlapimas susidaro inkstų kanalėliuose, kurių laidumą reguliuoja posmegeninės (hipofizės) liaukos antidiuretinis hormonas. Dėl šio hormono įtakos inkstų kanalėlių laidumas gali padidėti, todėl daugiau vandens bus įsiurbta (reabsorbuota) atgal į kraują. Tuomet šlapimo kiekis sumažės, o jo koncentracija padidės. Kai kanalėlių laidumas sumažėja, iš organizmo pašalinama daugiau ir mažesnės koncentracijos šlapimo. |
| 6. Paaiškinkite, kodėl intensyviai sportuojant reikia daug gerti vandens? | 6. Intensyviai sportuojantis žmogus daug prakaituoja, nes jo organizmas palaiko pastovią temperatūrą. Dėl gausaus prakaitavimo organizme sumažėja vandens kiekis. Organizmas vandens atsargų nekaupia, todėl jo trūkumą reikia nedelsiant papildyti.  |

### 3.4. 1 PRIEDAS. GAMTAMOKSLINIO PRANEŠIMO RENGIMAS

Viena iš Bendrosiose ugdymo programose (2008, 2011) minimų ugdytinų kompetencijų – *pažinimo kompetencija*. Ši kompetencija apibrėžiama gebėjimu rasti reikiamą informaciją ir ją analizuoti, apibendrinti ir daryti pagrįstas išvadas ir pan. Dirbant savarankiškai: analizuojant papildomus literatūros šaltinius, naudojantis interneto puslapiais – galima surinkti daug įdomios ir svarbios informacijos. Bet ne mažiau svarbu mokėti ją pristatyti taip, kad klausytojams būtų suprantama, įdomu, aišku ir, žinoma, estetiškai.

Ugdant šią kompetenciją, viena iš savarankiškų veiklų, siūlomų mokantis gamtos mokslų, – parengti gamtamokslį pranešimą pagal jam būdingą struktūrą: tikslą, uždavinius, tyrimo metodus, rezultatus ir išvadas, jų pritaikymo galimybes ir kitus pranešimo rašymo ypatumus. Tam reikia atlikti įvairių darbų mokykloje, gamtoje, o kartais net apsilankyti reikiamose įstaigose. Taip pat ieškoti gamtamokslės informacijos bibliotekose ar internete. Todėl darbas bus ir kūrybinis, ir praktinis, nes teks ne tik surasti reikiamą informaciją, bet ir atlikti tyrimą. Tyrimo rezultatus pritaikyti savo praktiniame gyvenime. Ypač svarbu, kad pasirinktos ar paskirtos temos būtų šiuolaikės, aktualios, patrauklios bei susijusios su mokomąja medžiaga. Rengdami pranešimus, mokiniai skatinami naudotis įvairiais informacijos šaltiniais, kaupti, apibendrinti, lyginti savo ir kitų surinktą informaciją, pristatyti ją tinkamomis priemonėmis.

Toliau pateikiame gamtamokslinio pranešimo struktūrą.

**Problema, situacijos apibūdinimas.** Svarbu surinkti pradinę medžiagą apie iškeltą problemą ar situaciją.

**Tikslas** turi apimti visą darbą, todėl jį reikia suformuluoti aiškiai ir konkrečiai.

**Uždaviniai** – tai konkretūs žingsniai, skirti tikslui įgyvendinti, pavyzdžiui: parengti viena, kita, trečia, atlikti tokią ir tokią apklausą ir pan.

**Tyrimo metodai ir pranešimo rašymas**

- **Tyrimo metodai** priklauso nuo pranešimo temos ir išsikulto tikslo. Vienas iš jų – *literatūros analizė*. Tam teks surinkti reikiamą informaciją iš įvairių šaltinių, susisteminti ir analizuoti. Lankytis bibliotekose, naudotis ir interneto naršyklėmis, pvz., *Google, Search.lt*. Naudotis interneto informacija patogiu dėl daugelio priežasčių: ji greitai randama, yra pati naujausia, jos gausu. Tačiau svarbu nepamiršti, kad interneto puslapiuose sudėta ir daug nepatikrintos, nerecenzuotos, netgi klaidingos informacijos, neaiškūs jos autoriai ir pan. Tuo tarpu knygose (enciklopedijose, anatomijos atlasuose, žinyuose) rasite patikrintą informaciją, nors ne visada pačią naujausią. Be to, informaciją reikia vertinti kritiškai, tinkamai atrinkti. Rengiant literatūros apžvalgas, atskiras teksto dalis leidžiama pažodžiui perrašyti iš knygų ar kitų šaltinių. Tai vadinama citavimu. Citatas reikia išskirti kabutėmis, o po jų, kaip rodo pavyzdys, skliaustuose nurodyti autoriaus ar bendraautoriaus pavardes ir leidinio metus (Ardley, 2001).
- **Teorinė pranešimo dalis** turi būti pateikta aiškiai, glaustai ir būtinai susijusi su nagrinėjama tema. Skiriamos šios struktūrinės jos dalys: *įvadas* – apibrėžiama problematika, apibūdinama situacija; *medžiagos dėstymas* – svarbiausia informacija ir *išvados* bei *rekomendacijos*.
- Kitas metodas – atlikti tyrimą. Kai kuriems gamtamoksliams pranešimams parengti prireiks *imti interviu iš numatytų pašnekovų, atlikti anketinę apklausą*. Todėl šiems etapams labai svarbu susidaryti tikslų ir aiškų klausimyną.
- Tyrimų – apklausos, anketų – duomenys įterpiami šalia teorinės medžiagos. Nurodomas pasirinktas būdas, respondentų skaičius ir kiti su tyrimu susiję dalykai.
- **Rezultatai ir išvados, jų pritaikymo galimybės.** Baigiant pranešimą svarbu aiškiai pateikti tyrimo rezultatus: pasirinkti iliustratyviausią formą (lentelė, schema ar pan.), iliustravimo būdus – braižyti grafiką, diagramą ir pan. Išvados formuluojamos



remiantis tiek teorinės medžiagos analize, tiek tyrimo rezultatais. Jos turi būti aiškios, trumpos. Šalia būtina paminėti ir išvadų taikymo rekomendacijas.

- **Naudota literatūra.** Pranešimo paskutiniame puslapyje būtina nurodyti naudotus informacijos šaltinius pagal šią tvarką: autoriaus pavardė ir vardo pirmoji raidė, leidinio pavadinimas (pasviruoju šriftu), leidybos vieta ir leidykla bei leidimo metai. Pvz., Ardley N. Mokslas. Mokyklinė enciklopedija. Vilnius: Alma littera, 2001. Leidinių sąrašas sudaromas abėcėlės tvarka, kiekvienas šaltinis pažymimas eilės numeriu.

## IV. TARPDALYKINIO TURINIO LABORATORINIAI DARBAI

### 4.1. BAKTERIJŲ BUVIMO NUSTATYMAS PAGAL JŲ GAMINAMŲ PORFIRINŲ SUGERTIES SPEKTRUS

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 9. Šiuolaikiniai tyrimo metodai   |  |
|---|--|
| <b>Nuostata</b><br>Kūrybingai ir saugiai tyrinėti gamtos reiškinius.      |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti chemijoje taikomus tyrimo metodus. |  |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas   |
| 9.2. Apibūdinti medžiagų sandaros tyrimo metodus.                         | 9.2.5. Pateikti pavyzdžių, kaip fizikiniai medžiagų tyrimo metodai taikomi praktikoje. |

#### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Biologija. Išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 1. Metodologiniai biologijos klausimai   |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Įvairiais metodais tyrinėti biologinius reiškinius ir procesus.   |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Analizuoti mokslinius metodus ir biologijos atradimų reikšmę.  |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 1.3. Taikyti matematikos ir informacijos paieškos žinias ir gebėjimus tyrimų rezultatams apdoroti ir problemoms spręsti.   | 1.3.1. Tiksliai atlikti matavimus, apibendrinti ir pateikti gautus rezultatus. Apskaičiuoti procentus, vidurkius, santykius. Užrašyti gautus rezultatus, apdoroti juos statistikai ir pavaizduoti naudojantis kompiuterinėmis technologijomis. |
| 5. Žmogaus sveikata  |  |
| <b>Nuostata</b><br>Saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą.   |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Paašškinti aplinkos ir nuo žmogaus priklausančių veiksnių įtaką žmogaus sveikatai.   |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 5.4. Apibūdinti, kaip žmogaus organizmas yra prisitaikęs apsisaugoti nuo žalingo mikroorganizmų poveikio, ir išvardyti profilaktikai naudojamas priemones.                   | 5.4.2. Apibūdinti bakterijų dauginimuisi įtakos turinčius veiksnius. Nagrinėjant praktinius pavyzdžius aiškinti mikroorganizmų kultūrų auginimą ir panaudojimą biotechnologijose.  |
| 7. Evoliucija ir ekologija   |  |
| <b>Nuostatos</b><br>Suprasti, kad biologinę įvairovę lemia genai ir aplinka. Suvokti, kad gamta yra vientisa ir darniai veikianti sistema.                                   |  |
| <b>Esminiai gebėjimai</b><br>Apibūdinti paveldimąjį kintamumą, gamtinę atranką ir jos reikšmę evoliucijai. Apibūdinti organizmų sisteminimo reikšmę tyrinėjant gyvąją gamtą. |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 7.2. Paašškinti, kad naujos rūšies atsiradimas yra evoliucijos   | 7.2.1. Apibūdinti rūšį kaip visumą individų, kurie gali gyventi tam tikromis aplinkos sąlygomis (rūšies  |

rezultatas.

ekologinėje nišoje), kryžmintis tarpusavyje ir palikti vaisingų palikuonių.

## LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Porfirinai priklauso heterociklinių aromatinių junginių klasei. Porfirino molekulės pagrindą sudaro keturi pirolo žiedai, sudaryti iš keturių anglies ir vieno azoto atomo, ir tarpusavyje sujungti metino tilteliais. Pavyzdžiui, kraujo hemo prekursoriaus protoporfirino IX molekulę sudaro tetrapirolinis žiedas, prie kurio šonų prisijungę -C<sub>2</sub>H<sub>3</sub> (-vinilo), -CH<sub>3</sub> (-metilo), (-CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>COOH (-propionilo) radikalai (1A pav.). Porfirinai intensyviai sugeria šviesą mėlynojoje spektrinėje srityje. Intensyviausia protoporfirino IX sugerties juosta yra trumpųjų bangų srityje, kurios smailė lokalizuota ties 400 nm (1B pav.).

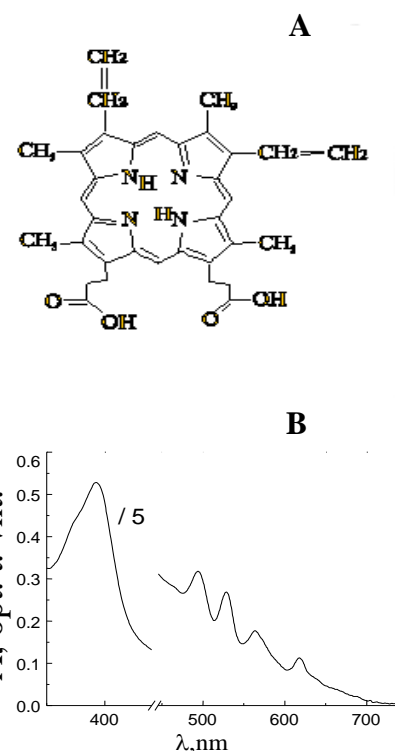
Endogeniniai porfirinai sėkmingai panaudojami sveikų ir bakterijų pažeistų audinių (uždegimo) diagnostikai. Pavyzdžiui, anaerobinės bakterijos *Propionibacterium acnes* gyvena ant gyvūnų odos ir normaliomis sąlygomis nėra kenksmingos. Tačiau kai kurie bakterijų štamai odoje sukeldami spuogus taip pat gamina ir endogeninius porfirinus, daugiausia protoporfirino IX. Spektroskopiniu metodu nustatius porfirinų kiekį odoje, galima įvertinti bakterijų gausą. Didelis bakterijų skaičius (daug porfirinų) rodo, kad vyksta uždegimas, kurį reikia gydyti. Šios bakterijos nėra vienintelė spuogų priežastis. Spuogai atsiranda užsikimšus riebalų liaukoms bei plaukų maišeliams. Spuogų atsiradimo priežastys gali būti įvairios: minėtas aukščiau bakterinis užkrėtimas, genetinės, hormoninės (paauglystės spuogai), psichologinės (dėl didelio streso ir galbūt priklauso nuo nepilnavertės mitybos).

Gyvūno, pavyzdžiui kiaulės, odą galima dirbtinai laikyti sąlygose, tinkamose šioms bakterijoms augti. Tokiu būdu išaugs daug bakterijų, jos gamins daug porfirinų, kuriuos bus galima aptikti kiaulės odoje, o taip pat ir odos mėginio inkubacijos terpėje (toliau – mėginio terpėje).

Šiame darbe naudodami sugerties spektroskopijos metodiką, atliksite tiriamojo audinio – kiaulės odos – mėginio inkubacijos terpės sugerties spektrų matavimus.

Porfirino nustatymui tirpale naudojamas fizikinis metodas vadinamas sugerties spektroskopija. Šviesai sklindant nevisiškai skaidria medžiaga, dalis šviesos yra sugeriama, todėl mažėja jos intensyvumas ir keičiasi spektrinė sudėtis. Šviesos intensyvumas rodo šviesos šaltinio skleidžiamą galią į tam tikrą ploto vienetą, o jo matavimo vienetas yra kandela (cd). Jei visų bangos ilgių šviesa sugeriama vienodai, tai tokia sugertis vadinama *paprastąja*. Paprastoji sugertis nekeičia šviesos spektrinės sudėties, tačiau keičia jos intensyvumą, kuris, sklindant medžiaga, palaipsniui mažėja. Jei skirtingo bangos ilgio šviesa sugeriama skirtingai, tada sugertis vadinama *atrankiąja*. Atrankioji sugertis keičia šviesos spektrinę sudėtį. Taip yra todėl, kad medžiagos atomai ir molekulės nevienodai sugeria skirtingo bangos ilgio šviesą. Dėl atrankiosios sugerties balta šviesa, praėjusi per medžiagos sluoksnį, tampa spalvota. Ištyrę per medžiagą praėjusios šviesos spektrinę sudėtį, galime nustatyti kokius atomai ir molekulės sudaro medžiagą, kokius procesai vyksta medžiagoje. Toks tyrimo metodas vadinamas *optine spektroskopija*.

Pagrindinį šviesos sugertį aprašantį dėsnį 1729 m. eksperimentiškai nustatė prancūzų mokslininkas P. Bugasas, o teoriškai 1760 m. pagrindė vokiečių mokslininkas J. Lambertas.



1 pav. Protoporfirino IX struktūrinė formulė (A) bei sugerties spektras (B) ( $C = 1,16 \cdot 10^{-5}$  mol/l,  $l = 10$  mm tirpinta etanolyje).

1852 m. A. Beras tyrinėdamas šviesos sugertį tirpaluose pastebėjo, kad silpnųjų elektrolitų tirpalų monochromatinės šviesos sugerties koeficientas yra tiesiog proporcingas tirpalo koncentracijai:

$$I = I_0 e^{-k_\lambda \cdot c \cdot l}; \quad (1)$$

čia  $I$  yra perėjusios per medžiagą šviesos intensyvumas, kai kritusios šviesos intensyvumas buvo  $I_0$ ,  $e$  yra natūrinio logaritmo pagrindas,  $c$  yra tirpalo koncentracija,  $k_\lambda$  – molekulinis sugerties koeficientas,  $\lambda$  – šviesos bangos ilgis.

Atvirkščio dydžio pralaidumo faktoriui dešimtainis logaritmas yra vadinamas medžiagos sluoksnio *optiniu tankiu*: Atlikę matematinius pertvarkymus ir koncentracijos matavimo vienetais pasirinkę mol/l (M), gausime lygtį optiniam tankiui  $A$  skaičiuoti:

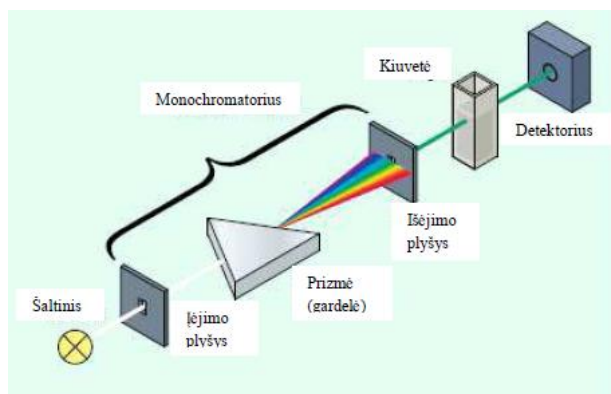
$$\lg \frac{I}{I_0} = -\lg T = \varepsilon \cdot c \cdot l = A; \quad (2)$$

čia  $\varepsilon$  – molinis sugerties koeficientas [ $l / (\text{mol} \cdot \text{cm})$ ] arba [ $M^{-1} \text{cm}^{-1}$ ].

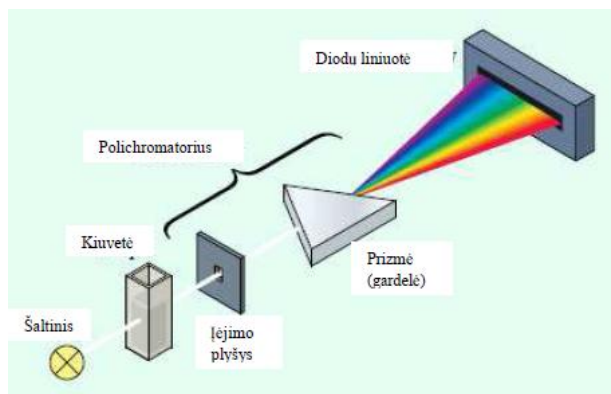
Galutinė lygtis, naudojama optiniam tankiui  $A$  skaičiuoti, yra ši:

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l \quad (3)$$

Prietaisas skirtas šviesos spektrams registruoti vadinamas *spektrometru*. Standartinio spektrometro, skirto pralaidumo spektrams tirti, optinė schema pavaizduota 2 paveiksle. Pagrindiniai tokio spektrometro komponentai yra: plataus spektro šviesos šaltinis, monochromatorius, kiuvetė su tiriamu tirpalu ir šviesos intensyvumo detektorius. Monochromatorius yra skirtas iš plataus šviesos šaltinio spektro išskirti reikiamo bangos ilgio šviesą, kuri per galinį plyšį nukreipiama į tiriamą bandinį. Pagrindinis monochromatoriaus elementas yra prizmė arba difrakcinė gardelė, kuri išskleidžia baltą šviesą į spektrą. Sukant prizmę (difrakcinę gardelę) galima į išėjimo plyšį nukreipti reikiamo bangos ilgio baltos šviesos spektro dalį. Krentančios į kiuvetę ir praėjusios per kiuvetę šviesos intensyvumas, kurio vertė rodoma prietaiso ekrane arba su prietaisu sujungtame kompiuteryje, registruojamas detektoriumi. 2 paveiksle parodytu spektrometru kiekvienu laiko momentu registruojamas tik vieno bangos ilgio šviesos intensyvumas. Norint užregistruoti visą praėjusios šviesos spektrą, reikia keisti iš monochromatoriaus išeinančios šviesos bangos ilgį, ir atlikti matavimus iš eilės keletui bangos ilgių. Spektrometruose, kuriuose detektorius yra fotodiodų liniuotė, visas spektras registruojamas iš karto, kadangi į detektoriaus atskirus elementus patenka tiriamos šviesos spektro skirtingo bangos ilgio šviesa. Spektrometro su diodų liniuote optinė schema pavaizduota 3 paveiksle.



2 pav. Standartinio spektrometro optinė schema.



3 pav. Spektrometro su diodų liniuote optinė schema

Spektrometrijoje prietaisu matuojamas dydis yra santykis šviesos intensyvumo  $I$ , praėjusio per kiuvetę su tiriamuoju tirpalu, ir šviesos intensyvumo  $I_0$ , praėjusio per tokią pat kiuvetę su tirpikliu. Įprasta, kad prietaisas perskaičiuoja gautą vertę, pateikdamas rezultata kaip optinį tankį  $A$ . Toks pakeitimas yra prasmingas, nes, optinis tankis yra adityvus dydis: dviejų tirpalų mišinio optinis tankis lygus sumai kiekvieno mišinio optinių tankių:

$$A_{1+2} = A_1 + A_2 \quad (4)$$

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip struktūruotas tyrinėjimas. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi išskeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę.

Ekspertas atliekamas naudojant kompiuterinę mokymo sistemą Xplorer GLX (toliau GLX) bei jutikli – spektrometrą. Mokiniai susipažįsta su spektrometro veikimo principu ir jo naudojimu. Atlikę sugerties spektrų matavimus geba įvertinti bakterijų buvimą ant odos paviršiaus. Iš sugerties spektrų mokiniai gebės nustatyti porfirinų koncentraciją tiriamajame mėginyje.

Kadangi eksperimento rezultatai mokiniams nėra iš anksto žinomi, atsiranda galimybė diskutuoti grupėse. Rezultatų analizė ir aptarimas gali būti atliekami grupelėmis po 3–5 mokinius. Taupant pamokos laiką, siūloma kiekvienai grupei tirti odos gabaliukus, laikytus skirtingomis sąlygomis, o darbo rezultatus aptarti ir apibendrinti bei suformuluoti išvadas bendrai.

Šį laboratorinį darbą galima atlikti kaip IV lygmens tyrinėjimą. Jį galima siūlyti kaip baigiamąjį tiriamąjį darbą arba kaip projektinį darbą suformuluojant tyrimo problemą.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema.** Kaip nustatyti, ar yra bakterijų ant odos paviršiaus ir kiek.

**Eksperto tikslas** – spektrometru nustatyti, ar yra bakterijų ant odos paviršiaus.

**Tyrimo hipotezė.** Odą laikant aplinkoje, tinkamoje bakterijoms augti, bakterijų turėtų išaugti daugiau negu aplinkoje, nepalankioje bakterijų dauginimuisi.

### Laukiami rezultatai:

- Išmoks naudotis spektrometru.
- Išmoks matuoti tirpalų sugerties spektrus.
- Gebės spektrometru išmatuoti porfirinų koncentraciją mėginio inkubacijos terpėje.
- Palygins bakterijų susintetintų porfirinų koncentraciją, kai oda laikoma skirtingose inkubacijos terpėse (vandenyje, etanolyje, kosmetiniame valiklyje, NaCl tirpale).

### Eksperto priemonės ir reagentai:

- Xplorer GLX;
- UV-VIS spektrofotometras „Ocean Optics Red Tide USB 650“;
- $l = 1$  cm optinio kelio kiuvetės;
- Gyvūno (pvz., kiaulės) odos gabalėliai;
- Cheminės stiklinės;
- Pipetė (1 ml);
- Matavimo cilindras (iki 100 ml);
- Svarstyklės;
- Distiliuotas vanduo;
- 5, 10, 15 ir 20% NaCl tirpalas;
- Kosmetinis odos valiklis;
- Etanolis.

## Darbo eiga

### Darbo užduotys:

1. Paruošti odos mėginius.
2. Odos mėginius paveikti i) priemonėmis, stabdančiomis bakterijų augimą; ir ii) distiliuotu vandeniui.
3. Paruošti darbui spektrometrą.
4. Išmokti dirbti su spektrometru, užregistruoti sugerties spektrus.
5. Išmatuoti visų odos mėginių inkubacijos terpės sugertį praėjus 24–48 val po inkubacijos.
6. Išmokti grafiškai pateikti / atvaizduoti tirtų mėginių sugerties spektrus.
7. Grafike atpažinti biologinių chromoforų – tarp jų ir endogeninių porfirinų – sugerties juostas.
8. Išmokti nustatyti endogeninių porfirinų sugerties maksimumo bangos ilgį.
9. Palyginti skirtingų odos mėginių inkubacijos terpės sugertį: i) endogeninių porfirinų sugerties intensyvumą; ii) kitų endogeninių chromoforų sugerties juostų intensyvumą.

### 1. Odos mėginių paruošimas.

- 1.1. Pasigaminkite  $w(\%) = 5\%$ ,  $10\%$ ,  $15\%$  ir  $20\%$  NaCl (valgomosios druskos) tirpalus. Procentinė koncentracija  $w$  parodo, kiek gramų ištirpusios druskos yra šimte gramų tirpalo (tirpinio + tirpiklio).

$$w(\%) = \frac{m_{\text{tirpinio}}}{m_{\text{tirpalo}}} \times 100\% = \frac{m_{\text{tirpinio}}}{m_{\text{tirpinio}} + m_{\text{tirpiklio}}} \times 100\% \quad (5)$$

Druskos tirpiklis – distiliuotas vanduo. 1 lentelėje pateikiama sausos druskos masė ir distiliuoto vandens tūris, reikalingas atitinkamam procentinės koncentracijos  $w$  tirpalui pagaminti.

1 lentelė

NaCl masė ir distiliuoto vandens tūris, reikalingas tirpalams pagaminti.

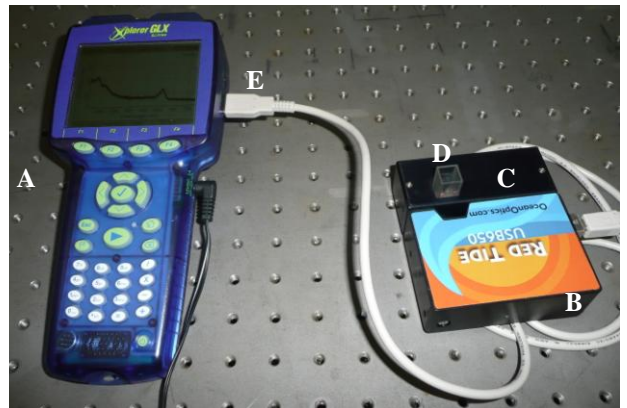
| $w, \%$ | Tirpinio (druskos) masė g | Tirpiklio (distiliuoto vandens) tūris, ml |
|---------|---------------------------|---|
| 5       | 5                         | 95  |
| 10      | 10                        | 90  |
| 15      | 15                        | 85  |
| 20      | 20                        | 80  |

- 1.2. Druskos tirpalų gamyba.
  - 1.2.1. Pasverkite 5 g druskos.
  - 1.2.2. Druską supilkite į 100 ml talpos stiklinę.
  - 1.2.3. Matavimo cilindru pamatuokite 95 ml distiliuoto vandens ir įpilkite į stiklinę su druska.
  - 1.2.4. Stikline lazdele išmaišykite stiklinės turinį.
  - 1.2.5. Tokiu pat eiliškumu pagaminkite ir kitus  $10\%$ ,  $15\%$  ir  $20\%$  druskos tirpalus.
- 1.3. Tiriamąją kiaulės odos dalį supjaustykite į septynis vienodo dydžio ( $\sim 3 \times 3 \text{ cm}^2$ ) mėginius.
- 1.4. Į pirmą cheminę stiklinę įpilkite 50 ml distiliuoto vandens; į antrą – 50 ml etanolio, į trečią – 50 ml pasirinkto kosmetikos valiklio, į 4, 5, 6 ir 7-tąją stiklines – atitinkamai po 50 ml  $5\%$ ,  $10\%$ ,  $15\%$  ir  $20\%$  NaCl tirpalus. Pažymėkite / sunumeruokite stiklines.
- 1.5. Odos gabalėlius pamerkite į tirpalą. Į kiekvieną stiklinę įdėkite po vieną odos mėginį. Odos mėginys turi būti gerai apsemtas skysčiu. Mėginius laikykite užsukame inde, kadangi jis turės specifinį blogą kvapą dėl joje esančių amoniako darinių – aminų.

- 1.6. Odos mėginius laikykite 24–48 val. 20–24 °C temperatūroje.
- 1.7. Jei mėginiai neskaidrūs, juos nufiltruokite. Filtravimui paruošiama kita stiklinė, į kurią įstatomas piltuvėlis su filtravimo popieriumi, sudrėkintu ekstrahavimui naudotu tirpikliu. Į paruoštą stiklinę su piltuvėliu pilamas tirpalas.

## 2. **Aparatūros sujungimas ir testavimas.**

2.1. Sujunkite aparatūrą, kaip pavaizduota 4 paveiksle: įjunkite GLX paspausdami (⏻) mygtuką prietaiso dešinėje, apačioje. USB laidu prijunkite spektrometrą prie GLX. Prijunkite maitinimo bloką, kai GLX programa aptinka Ocean Optics spektrometrą.

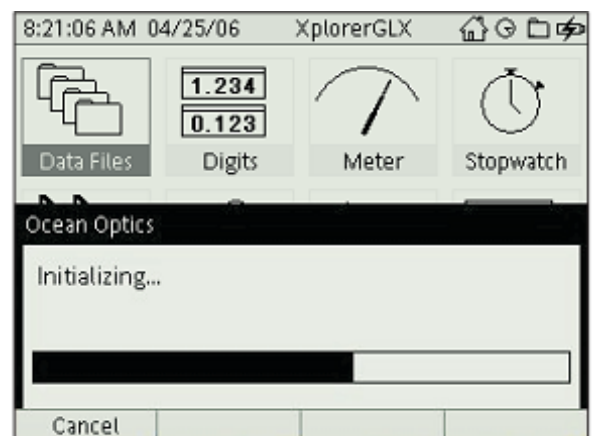


4 pav. Spektrometro instaliavimo langas

2.2. GLX reikalauja specialios licencijos darbui su Ocean Optics spektrometru. Įdiegus licenziją, jos įdiegti kiekvieną kartą dirbant su spektrometru nereikia. Licenzija, įrašyta USB atmintinėje, pateikiama kartu su spektrometru. Licenzijos įdiegimas: USB atmintinę, kurioje įrašytas licenzijos failas, prijunkite prie GLX; ekrane pasirodys užrašas „Čia yra Ocean Optics licenzija. Ar norėtumėte ją įdiegti?“ (*There is a license available for 'Ocean Optics Spectrometer. Would you like to add a license to this GLX?*). Sutikdami

spauskite (F1). Ekrane atsiras žinutė: „Sėkmingai įdiegta licenzija“ (*Successfully added license for Ocean Optics Spectrometer*). Dar kartą

paspauskite (F1). Prijungus spektrometrą, įsižiebia šviesos šaltinis ir atsiranda instaliavimo langas (*Ocean Optics Initializing...*) (5 pav.). GLX spektrometrą atpažįsta automatiškai. Po kelių sekundžių spektrometras paruoštas darbui.









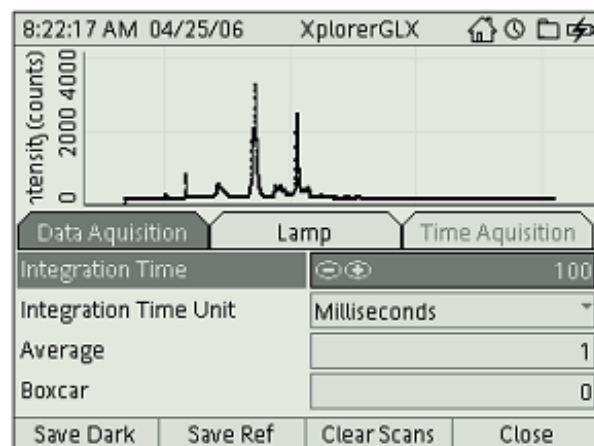
5 pav. Spektrometro *Analysis Configuration* režimas.

2.3. GLX ekrane atsiranda spektrometro „Nustatymai“ (*Analysis Configuration*) režimas (6 pav.).

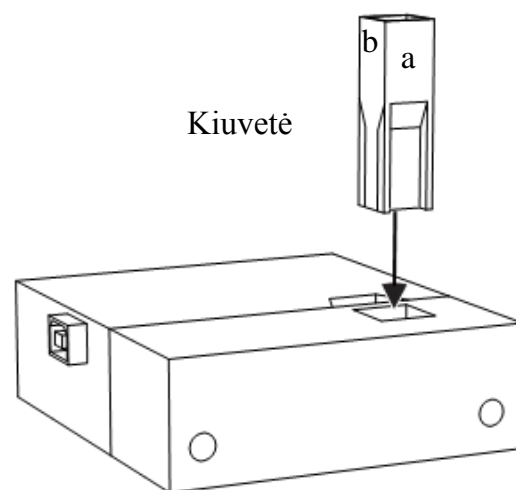
2.4. Paspauskite varnelę (☑), kai pažymėta „Integravimo laikas“ (*Integration time*) ir nustatykite 15 ms. Paspaudus varnelę dar kartą, reikšmė užfiksuojama.

2.5. Paspauskite varnelę, kai pažymėta „Vidurkis“ (*Average*) ir nustatykite 5.

- 2.6. Rodykle į dešinę (  ) nueikite į lempą „Lampa“ (*Lamp*).
- 2.7. Varnelės pagalba nustatykite, kad pirmose dviejose eilutėse parodytos lempos būtų įjungtos (*ON*).
- 2.8. Į spektroskopo angą įdėkite juodą kiuvetę ir paspauskite mygtuką *F1*, „Išsaugoti tamsų“ (*Save dark*) (Pav. 6).
- 2.9. Įpilkite į matavimo kiuvetę 1 ml tirpiklio (70 % etanolio). Reikia pilti tokio tirpiklio, kuriuo buvo užpilti odos mėginiai.
- 2.10. Išimkite juodą kiuvetę ir įdėkite kiuvetę su etanolium. Kiuvetę reikia dėti taip, kad skaidri sienelė būtų atkreipta į lempą (Pav. 7).  
Šiuo atveju šviesos kelio ilgis  $l$  yra lygus 1 cm. Jei kiuvetę įdėtumėte plokštuma  $a$  atgręžta į lempą,  $l$  bus lygus 0,5 cm. Atitinkamai gautą optinio tankio vertę reikės padauginti iš 2.
- 2.11. Paspauskite *F2*, „Išsaugoti atraminį signalą“ (*Save ref*) (Pav. 6).
- 2.12. Paspauskite *F4*, „Uždaryti“ (*Close*) ir uždarysite langą.
- 2.13. Mygtukais *F1* ir *F2* sukalihravote spektroskopą. Jei matavimų metu signalo nėra ar iškilo kita problema, spauskite , „Išvalyti“ (*Clear Scan*), kad viską išvalytumėte. Kalibruokite iš naujo.
- 2.14. Darbo metu norėdami dar kartą patekti į spektrometro Nustatymus (*Analysis Configuration*) režimą: spauskite  + , atsiras „Grafinio atvaizdavimo“ langas. Spauskite  ir atidarykite „Įrankius“ (*Tools*). Naudodami rodyklinius klavišus eikite žemyn ir pasirinkite „Spekto analizės konfigūracija“ (*Spectrum Analysis Config*) ir spauskite varnelę .





6 pav. Spektrometro „Nustatymai“ (*Analysis Configuration*) režimas.




7 pav. Kiuvetės padėtis spektrometre.

### 3. Mėginių spektro matavimas


- 3.1. Paspaudus *F4*, automatiškai atsiranda grafinio vaizdo (*Graph screen*) atvaizdavimo langas. Tai pagrindinis jūsų darbo langas, kuriame galėsite matuoti tirpalų pralaidumo spektrus.
- 3.2. Du kartus paspauskite varnelę  ir rodyklių pagalba nustatykite, kad Y ašyje rodytų pralaidumą (*Transmission*).
- 3.3. Spauskite , ir bus matuojamas spektras.




- 3.4. Dar kartą spauskite , kad sustabdytumėte matavimą.
- 3.5. Norėdami išdidinti dominančią spektro dalį (400 – 500 nm), spauskite F2, reiškiantį „Skalė / patraukti“ (*Scale / Move*).

Rodyklėmis  spektrą išdidinkite.

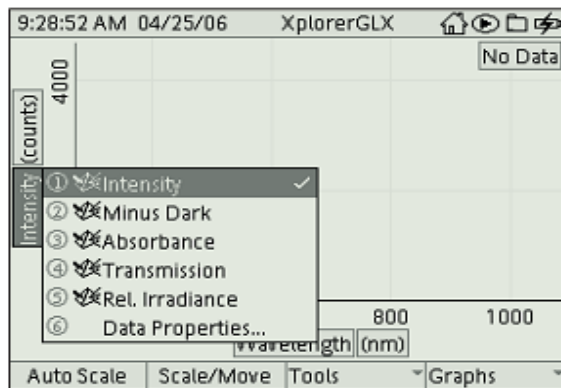
- 3.6. Norėdami reikiamą spektro dalį pastumti į ekrano vidurį, antrą kartą spauskite F2 ir rodyklėmis spektrą pastumkite, kur reikia.

- 3.7. Paspauskite F3, „Įrankiai“ (*Tools*) ir išsirinkę „Protingi įrankiai“ (*Smart tools*), paspauskite varnelę .

Atsiras rutuliukas, rodantis X ir Y vertes. Rodyklėmis  nueikite ant dominančio spektro smailės (tarkim 415 nm), ir ekrane matysite optinio tankio vertę.

Skirtingų mėginių optinio tankio vertes užsirašykite. Pagal tai galima spręsti, kokiomis sąlygomis bakterijos auga ir gamina porfirinus, o kokiomis žūna ir porfirinų negamina.

- 3.8. Išmatuota sugertis *A* (matuojama optinio tankio vienetais) turi neviršyti 1.2. Jei yra daugiau, mėginį reikia skiesti. Tarkim, gavome kad *A* yra 4. Mėginį reikės skiesti 4 kartus: paimti 1 dalį turimo mėginio ir į jį įpilti 3 dalis tirpiklio (etanolio).

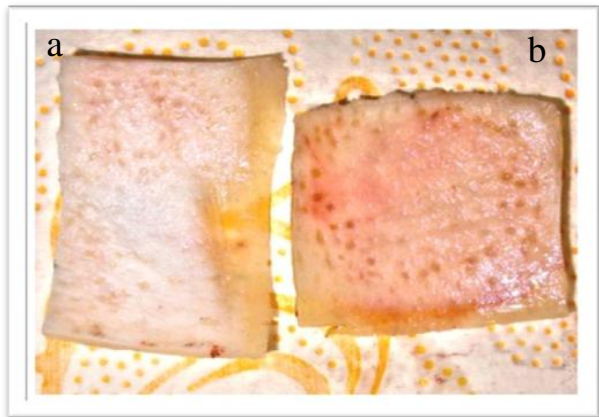


8 pav. Matavimų režimo grafinis langas.

#### 4. **Rezultatų analizė.**

9 paveiksle pateiktos odos mėginių, inkubuotų etanolyje (a) ir vandenyje (b), nuotraukos. Palyginkime šių mėginių terpės sugerties spektrus.

Kiekybiškai palyginus porfirinų koncentraciją, gavome, jog porfirinų daugiausia yra distiliuotame vandenyje, o kosmetiniame valiklyje ar etanolyje- mažiau (2 lentelė). Taip pat didesnės koncentracijos NaCl tirpale porfirinų yra mažiau nei mažos koncentracijos NaCl tirpale. Galime teigti, kad porfirinus pagamina bakterijos, esančios kiaulės odos mėginyje. Todėl iš spektrinių rezultatų (tikriausiai ir iš mėginio kvapo) galime spręsti apie didelę bakterijų koncentraciją distiliuotame vandenyje inkubuotame kiaulės odos mėginyje. Valgomoji druska taip pat yra priemonė, apsauganti nuo bakterijų dauginimosi ir porfirinų gamybos. Būtent todėl vienas iš mėsos apdorojimo būdų yra jos sūdyimas.



9 pav. Odos mėginiai, po inkubacijos etanolyje (a) ir distiliuotame vandenyje (b).

Pagal spektro formą išmatuotų odos mėginių terpės sugerties spektrai yra panašūs 330–400 nm (UV) ir 600–800 nm (raudonojoje) spektrinėje srityje. Plačias sugerties juostas UV spektrinėje srityje galima priskirti odos lipopigmentų ar baltymų sugerčiai. Raudonojoje spektrinėje srityje odos mėginių terpės sugerties juostų intensyvumas mažėja ir ties 800 nm tampa lygus nuliui. Tačiau palyginus odos mėginių inkubuotų etanolyje (spirite) ir vandenyje sugertį regimojoje spektrinėje srityje matyti, kad vandenyje yra ištirpęs chromoforas, pasižymintis intensyvia sugerties juosta ties 415 nm ir silpniau išreikštomis sugerties juostomis ties 535 ir 571 nm (10 pav.), kurios priskiriamos kraujo gamybos metu susidarantiems tarpiniams produktams. Galime daryti išvadą, kad 415 nm bangos ilgio smailė rodo porfirinų buvimą tirpale.

**Odos apdorojimo terpės mėginių spektrinių matavimų rezultatai.**

|          | Inkubacijos trukmė  | 1 val.                     | 24 val.                    |
|----------|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| Eil. Nr. | Tiriamasis tirpalas | Vizualūs ir kvapo pokyčiai | Sugerties max., opt.t.vnt. |
| 1.       | Kosmetikos valiklis |                            |                            |
| 2.       | Etanolis            |                            |                            |
| 3.       | Vanduo              |                            |                            |
| 4.       | NaCl, 5 %           |                            |                            |
| 5.       | NaCl, 10 %          |                            |                            |
| 6.       | NaCl, 15 %          |                            |                            |
| 7.       | NaCl, 20 %          |                            |                            |

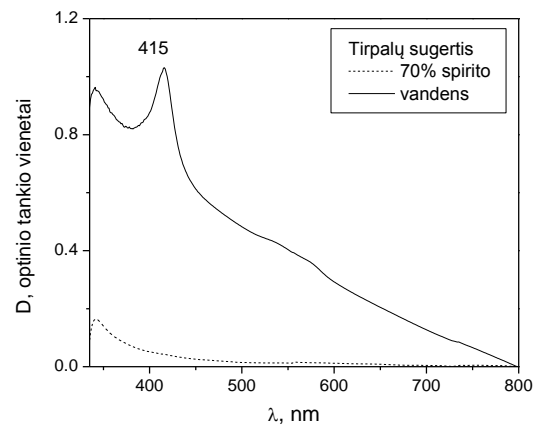
Pastebėta, kad vandeninės terpės spektras po odos preparato inkubacijos pasižymėjo didesnėmis optinio tankio vertėmis visame 330–800 nm spektriniame intervale, lyginant su etanolio sugertimi. Tai gali būti dėl dviejų priežasčių:

- dėl spartesnio odos mėginio irimo į vandeninę terpę pateko daugiau endogeninių chromoforų. Čia galioja sugerties adityvumo principas (žr. 4 formulę), t. y. įvairių paminėtų endogeninių chromoforų sugerties spektrai persikloja, todėl suminis optinis tankis yra žymiai didesnis, lyginant su užregistruotu optiniu tankiu etanolio tirpale.

- kita priežastis – dėl didesnės biomolekulių koncentracijos tirpale padidėja sklaidos fonas, kai šviesą sklaido biomolekulės, kurių matmenys yra palyginami su šviesos bangos ilgiu. Todėl vandeninė mėginio terpė trumpabangėje spektrinėje srityje išsklaidys dalį šviesos, o spektre matysime optinio tankio padidėjimą, t. y. atitinka per mėginį praėjusios šviesos intensyvumo sumažėjimą (žr., 6 formulę) UV spektrinėje srityje.

**Užduotys:**

- Pagal pateiktą pavyzdį aprašykite išmatuotus spektrus.
- Nustatykite, kurioje mėginio terpėje endogeninių porfirinų koncentracija buvo didžiausia.
- Interpretuokite gautus spektrinius rezultatus.
- Odą, kurioje užaugo bakterijos, inkubuokite dezinfekcinėse priemonėse ir pamatuokite, ar mažėja porfirinų koncentracija odos mėginio terpėje. Užpildykite darbo rezultatų lentelę.
- Palyginamuoju būdu, iš endogeninių porfirinų optinio tankio pokyčio odos mėginio terpėse, nustatykite, kuri dezinfekcinė priemonė sunaikino daugiausia bakterijų.



**10 pav.** Tirpalų, gautų po odos mėginio inkubacijos etanolyje ir distiliuotame vandenyje, sugerties spektrai.

**Mokiniai padaro išvadas:**

- Padarykite išvadą, kurie odos valikliai / kosmetinės priemonės yra tinkami apsaugai nuo bakterinio uždegimo.
- Ar greitai žūsta bakterijos, odą valant dezinfekcinėmis priemonėmis?

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai  | Atsakymai  |
|--|--|
| 1. Kur randami porfirinai?   | 1. Porfirinai yra organinės molekulės, kurias savaime gamina gyvūnai ir kai kurios bakterijos. Būna geoporfirinų, kurie randami neapdirbtoje naftoje, anglyse ar nuosėdinėse uolienose. Kraujo hemą sudaro protoporfirino IX (PpIX) ir geležies (II) kompleksas. Sutrikus kraujo hemo sintezės savireguliaciniams mechanizmomams, audinių ląstelėse gali kauptis porfirininio tipo endogeniniai fluoroforai. Porfirinus taip pat galima sintetinti laboratorijoje ląsteles paveikiant pertekliniu aminolevulino rūgšties kiekiu. |
| 2. Kokios yra spuogų atsiradimo priežastys?  | 2. Spuogų atsiranda dėl hormoninių pakitimų organizme, genetinio polinkio, psichologinių priežasčių bei dėl bakterijų veiklos. Spuogų kiekiui įtakos gali turėti ir dieta, „gerųjų“ bakterijų kiekis ir įvairovė.  |
| 3. Ar visų chromoforų, esančių žmogaus organizme, sugertį galima užregistruoti spektrometru?   | 3. Teoriškai, dauguma audinių chromoforų šviesą sugeria UV spektrinėje srityje. Praktiškai audinių chromoforų užregistruoti gali ir nepavykti, jei jų koncentracija maža arba jie yra giliai organizme, kadangi biologiniai audiniai stipriai išsklaido šviesą. Atliekant biologinių audinių tyrimus yra įprasta matuoti vandeninių, labai praskiestų biologinių audinių tirpalų bandinių chromoforų sugertį.  |
| 4. Šviesos sugerties dėsnis. Paaiškinkite Lamberto-Bugero-Bero dėsnį.  | 4.   |
| 5. Kiek kartų sumažėja per bandinį praėjusios monochromatinės šviesos intensyvumas, palyginti su krentančios šviesos intensyvumu, jei tirpalo optinis tankis $A = 1$ ; $A =$ | 5. Sumažėja atitinkamai 10, 100 ir 1000 kartų.   |

## 4.2. DUJŲ DIFUZIJA

### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Bendrasis ir išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 3. Makrosistemų fizika  |   |
|---|---|
| <b>Nuostata</b><br>Efektyviai vartoti energijos išteklius siekiant saugoti gamtą.   |   |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Taikyti makrosistemose vykstančius procesus apibūdinančius dėsnius analizuojant buityje ir technikoje matomus reiškinius. |   |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
| 3.1. Analizuoti reiškinius, remiantis pagrindiniais molekulinės kinetinės teorijos teiginiais.  | 3.1.1. Nusakyti pagrindinius molekulinės kinetinės teorijos teiginius.<br>3.1.2. Pateikti reiškinių, kuriuos aiškiname remdamiesi molekulinės kinetinės teorijos teiginiais, pavyzdžių. |

### Bendrosios ugdymo programos: Gamtamokslis ugdymas.

Vidurinis ugdymas. Gamtamokslis ugdymas. Integruotas gamtos mokslų kursas. 11–12 klasės. Bendrasis kursas. 11–12 klasės.

| 5. Organizmas  |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.  |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai. Apibūdinti žmogaus organų sistemas ir jų funkcijas. |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 5.3. Nusakyti, kaip žmogaus organizmas prisitaikęs dujų apykaitai sausumoje.   | 5.3.1. Remiantis žmogaus kvėpavimo organų sandaros iliustracijomis (paveikslais, schemomis <...>, kompiuteriniais mokomaisiais objektais <...> tyrimais) paaiškinti, kaip oras patenka į plaučius ir kaip iš jų pašalinama.<br>5.3.2. Susieti alveolių sandarą (didelis paviršiaus plotas, palyginti su tūriu, plonas ir drėgnas paviršius) su plaučiuose vykstančia dujų difuzija |

### Bendrosios ugdymo programos:

Pagrindinis ugdymas. Gamtamokslis ugdymas. 9–10 klasės.

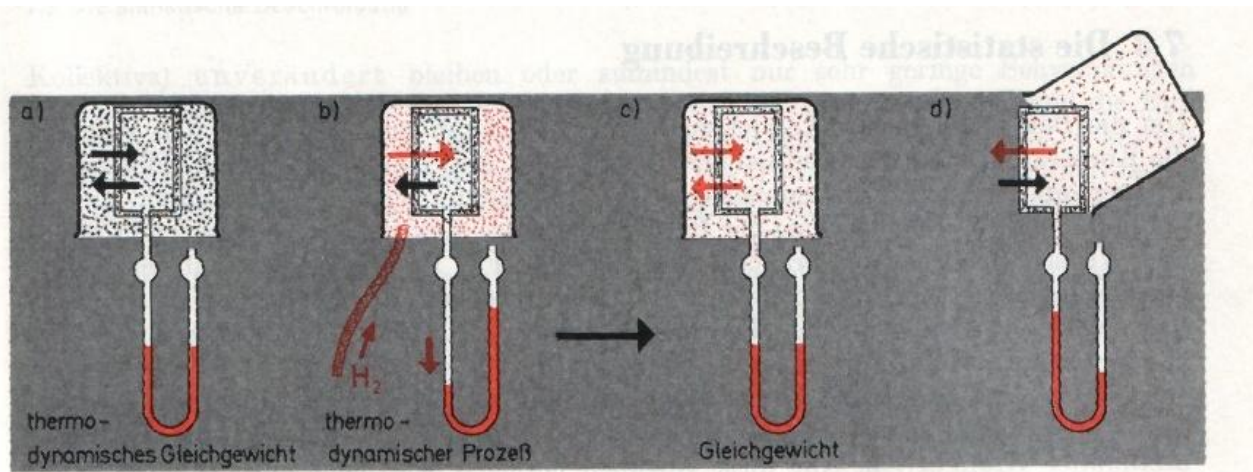
| 2. Organizmų sandara ir funkcijos   |  |
|---|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokiant organizmų sandaros ir funkcijų vienovę, gyvybės trapumą, gerbti gyvybę, jausti atsakomybę, saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą. |  |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas   |
| 2.3. Paaiškinti žmogaus <...>, kvėpavimo <...> sistemų bendrą veiklą aprūpinant organizmą <...> šalinant medžiagų apykaitos atliekas.                         | 2.3.3. Apibūdinti kvėpavimo takų sandaros ypatumus, siejant su oro judėjimu į plaučius ir iš jų bei šiuos takus dengiančio epitelinio audinio apsaugine funkcija; plaučių sandarą, siejant su dujų apykaita alveolėse. |

2.3.4. Nurodyti, kaip <...> kvėpavimo organų sistemos dalyvauja šalinant medžiagų apykaitos atliekas.

### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Difuzija – savaiminis medžiagų susimaišymas. Difuzija – vienas iš reiškinų, įrodančių, kad medžiaga sudaryta iš dalelių, kad jos be paliovos chaotiškai juda ir kad tarp jų yra tarpai. Difuzija vyksta dujose, skysčiuose ir kietuose kūnuose. Dujos neturi pastovios formos ir gana lengvai keičia tūrį, taip pat yra spūdzios. Tarpai tarp dujų molekulių yra dešimtis kartų didesni už jas pačias. Molekulės laisvai juda visomis kryptimis beveik neveikdamos viena kitos. Kadangi dujų dalelės yra paslankios, tai jos perduoda slėgį į visas puses. Daugelis dujų yra bespalvės ir skaidrios, todėl jų nematome. Paimkime knygą ir pamojuokime ją tarsi vėduokle palei veidą. Pajusime gaivų vėjelį. Tai juda aplink mus esantis *oras* (orą sudaro azotas 78 %, deguonis 21 %, argonas ir nedaug kitų dujų). Deguonis — labiausiai paplitęs Žemės elementas. Mes juo kvėpuojame orą, kuriame yra deguonies dujų, geriame junginį, sudarytą iš vandenilio ir deguonies atomų, vaikštome oksidais, gyvename būstuose, suręstuose iš junginių, turinčių deguonies. Laisvąjį deguonį, esantį ore, sudaro dviatomės deguonies molekulės. Kaip deguonis patenka į organizmą ir kaip reikiamu jo kiekiu organizmas aprūpinamas? Šį klausimą paprastai nagrinėja biologai. Kitos, pačios lengviausios bespalvės, bekvapės dujos yra vandenilis. Žemėje laisvojo vandenilio nėra, tik įvairiuose junginiuose. Geriausiai žinomas ir labiausiai paplitęs junginys yra vanduo  $H_2O$ . Vandenilis sudaro 1 % Žemės plutos, 10 % žmogaus ir 70–90 % Saulės ir kitų žvaigždžių masės. Vandenilis gali būti naudojamas kaip kuro, pakeisiančio gamtines dujas, šaltinis.

Įvairių medžiagų molekulių dydžiai ir jų judėjimo greičiai skiriasi. Pavyzdžiui, vandenilio molekulės matmenys  $2,3 \cdot 10^{-8}$  cm. Lyginant vandenilio ir azoto molekulių greitį  $0^\circ C$  temperatūroje (atitinkamai 1800 m/s ir 500 m/s), vandenilio molekulių greitis net 3,6 karto yra didesnis. O kiek skiriasi vandenilio ir deguonies molekulių greitis  $0^\circ C$  temperatūroje? 2,76 karto. (Deguonies molekulių greitis  $0^\circ C$  temperatūroje 652,07 m/s). Orą sudarančių molekulių – apie 600 m/s.)



1 pav. Vandenilio difuzija per akytąją pertvarą:

- terminaminė pusiausvyra
- įleidus po stikliniu gaubtu vandenilį, pusiausvyra sutrinka
- po kiek laiko pusiausvyra vėl nusistovi
- nuėmus nuo akytojo indo stiklinį gaubtą, pusiausvyra vėl sutrinka

Eksperimentuodami mokiniai tirs skirtingo dydžio molekulių: vandenilio ( $H_2$ ) ir anglies dioksido ( $CO_2$ ) dujų, difuziją per akytąją pertvarą.

Pirmame paveiksle (1 pav.) pavaizduotas vandenilio dujų difuzijos procesas per akytąją pertvarą. Akytasis indas apgaubtas stikline ir sujungtas su skysčio manometru.

Pradinis momentas: orą sudarančių dalelių difuzijos srautai per akytąją pertvarą abiem kryptimis yra vienodi (1 a pav.). Įleidus po gaubtu vandenilio ( $H_2$ ) dujų, šioje srityje pradiniu momentu padidėja dujų koncentracija. Vandenilio dujų molekulės, būdamos mažos, palyginti su kitomis orą sudarančiomis molekulėmis, greičiau difunduoja per akytąją pertvarą, negu iš indo vidaus difunduoja kitos orą sudarančios molekulės. Taigi slėgis indo viduje padidėja. Stebime skysčio nusileidimą manometro šakoje, sujungtoje su akytuoju indu (1 b pav.). Po kiek laiko į akytąjį indą ir iš jo difunduojančių dujų srautai išsilygina (1 c pav.). Ištraukus indą iš po gaubto, stebimas staigus slėgio sumažėjimas akytojo indo viduje (1 c pav.). Kaip manote, kodėl? Tas paaiškinama analogiškai: vandenilio dujų molekulės, būdamos mažos, palyginti su kitomis orą sudarančiomis molekulėmis, greičiau difunduoja per akytąją pertvarą į aplinką, negu iš aplinkos į indą difunduoja orą sudarančios molekulės. Po kiek laiko į akytąjį indą ir iš jo difunduojančių dujų srautai vėl išsilygina.

Atvirkščias slėgio kitimo procesas stebimas akytąjį indą įkišus į stiklinę su anglies dvideginio ( $CO_2$ ) dujomis. Šiuo atveju slėgis indo viduje staiga nukrinta, po kiek laiko, difunduojantiems srautams susilyginus, pakyla (beveik iki pradinės vertės?). Ištraukus akytąjį indą iš stiklinės su  $CO_2$  dujomis, slėgis staiga padidėja ir po kiek laiko, susilyginus difunduojantiems srautams, įgauna pradinę vertę (6 pav.).

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Eksperimentuodami mokiniai tirs skirtingo dydžio molekulių: vandenilio ( $H_2$ ) ir anglies dioksido ( $CO_2$ ) dujų difuziją per akytąją pertvarą (abipusiškai laidžios membranos modelis). Difuzijos greičio priklausomybę nuo molekulių dydžio įvertins pagal slėgio pokyčius akytojo indo viduje. Slėgio pokyčius matuos slėgio jutikliu, sujungtu su GLX. Gavę slėgio kitimo akytojo indo viduje grafikus, juos analizuos ir padarys išvadas. Vandenilio ir anglies dioksido dujas turės pasigaminti patys.

Tyrimas gali būti atliekamas ir II-uju, ir III lygmeniu, grupėmis po 3–5 mokinius. Vienos mokinių grupės tyrimą gali atlikti tik su vandenilio dujomis, kitos – tik su anglies dioksido dujomis. Rezultatus pristatyti ir analizuoti bendros diskusijos metu. Padaryti apibendrinamąsias išvadas.

## EKSPERIMENTAS

### II lygmuo Struktūruotas tyrinėjimas

**Tyrimo problema.** Iš ko galima spręsti, kad vyksta dujų difuzija? Kaip priklauso difuzijos greitis nuo dujų molekulių dydžio?

**Tyrimo hipotezė.** Mažų matmenų molekulės greičiau difunduoja per akytąją pertvarą.

**Eksperimento tikslas** – eksperimentuojant įrodyti, kad vandenilis per akytąją pertvarą difunduoja greičiau negu anglies dioksidas ir kitos, pagrindinės orą sudarančios, molekulės.

**! Saugaus darbo taisyklės. Laikykitės bendrųjų saugaus darbo taisyklių chemijos, fizikos ir biologijos kabinetuose.**

#### Laukiami rezultatai:

- Gebės pagal aprašymą parengti priemonės darbui:
  - paruošti nurodytos koncentracijos druskos rūgšties tirpalą;
  - saugiai elgtis skiesdami rūgštis;
  - užpildyti Kipo aparatą.
- Gebės surinkti vandenilį ir žinos, kaip patikrinti.
- Įtvirtins žinias apie vieną iš vandenilio gavimo būdų. Gebės užrašyti cinko reakcijos su druskos rūgštimi lygtį.

- Supras, kodėl, įleidus vandenilį po stikliniu gaubtu, slėgis akytojo indo viduje padidėja, o nuėmus stiklinį gaubtą – sumažėja.
- Gebės gauti ir surinkti anglies dioksidą. Gebės užrašyti vieno iš kalcio junginių reakcijos su druskos rūgštimi lygtį.
- Giliau supras anglies dioksido savybes.
- Gebės suprasti ir paaiškinti, kodėl, įkišus akytąjį indą į stiklinę su anglies dioksido CO<sub>2</sub> dujomis, slėgis indo viduje nukrinta, po kiek laiko – stabilizuojasi, o ištraukus akytąjį indą iš stiklinės su CO<sub>2</sub> dujomis, slėgis staiga padidėja ir tik po kiek laiko įgauna pradinę vertę.
- Dar kartą prisimins oro sudėtį.
- Gebės tyrimo duomenis pavaizduoti grafiškai ir, naudodamiesi aparatūros teikiamomis galimybėmis, atlikti tyrimo duomenų analizę.
- Giliau supras difuzijos reiškinį ir gebės paaiškinti molekulių matmenų įtaką difuzijos greičiui.
- Supras difuzijos vaidmenį žmogaus organizme, aprūpinant gyvybiškai svarbius organus deguonimi.

### Trumpa diskusija prieš atliekant eksperimentą:

Šio eksperimento metu tirsite vandenilio (H<sub>2</sub>) ir anglies dioksido (CO<sub>2</sub>) molekulių difuziją per akytąjį pertvarą.

- Kas tai yra difuzija ir nuo ko priklauso jos greitis?
- Ką žinote apie molekulių masę ir matmenis?
- Kiek kartų CO<sub>2</sub> molekulės masė yra didesnė už vandenilio molekulės (H<sub>2</sub>) masę?
- Apskaičiuokite šių molekulių greičių santykį 20 °C temperatūroje
- Kokia yra oro sudėtis?
- Kaip laboratorijos sąlygomis gaunamas vandenilis? Užrašykite cinko (Zn) ir druskos rūgšties (HCl) reakcijos lygtį.
- Kaip laboratorijos sąlygomis gaunamas anglies dioksidas? Užrašykite kalcio karbonato (CaCO<sub>3</sub>) ir druskos rūgšties (HCl) reakcijos lygtį.
- Sumontuojant eksperimentinį įrenginį Kipo aparate cinko (Zn) granulės užpilamos druskos rūgšties 2 M tirpalu. Kaip jį pagaminti, turint koncentruotą druskos rūgštį ir distiliuotą vandenį?
- Kokių saugaus darbo taisyklių reikia laikytis skiedžiant rūgštį vandeniu? Kodėl?

### Eksperimento priemonės ir medžiagos:

- GLX ar kita duomenų surinkimo, kaupimo ir vaizdinimo sistema;
- Slėgio-temperatūros arba kitas slėgio jutiklis;
- Akytasis / korėtasis indas;
- Vamzdelis su greito prijungimo-atjungimo antgaliu (paveiksle baltas ant skaidraus vamzdelio);
- Kipo aparatas / laboratorinis;
- Stovas su reikmenimis;
- 2 M druskos rūgšties tirpalas
- Cinko granulės;
- Mėgintuvėlis;
- Degtukai;
- Švari, sausa cheminė stiklinė akytajam indui apgaubti;
- Aukšta stiklinė (gali būti plastiko indas);
- Kreidos ar marmuro gabaliukai;
- Akiniai, guminės pirštinės, muilas, padėklai, šluostės.



2 pav. Eksperimento priemonės ir medžiagos



3 pav. Laboratorinis Kipo aparatas. Cinkas reaguoja su druskos rūgštimi.

### Darbo eiga:

#### I-oji eksperimento dalis. Vandenilio (H<sub>2</sub>) difuzija per akytąją pertvarą.

##### 1. Priemonių parengimas darbui:

Šiame tyrime mokiniai vandenilį H<sub>2</sub> gaus metalui (Zn) reaguojant su druskos rūgštimi (HCl)

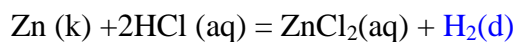
Kipo aparate:

*Pasirengimas gauti ir surinkti vandenilį:*

- 1.1. Sumontuokite Kipo aparatą: ant guminės pertvarėlės priberkite cinko granulių; berkite atsargiai, kad jų neprikristų ant mėgintuvėlio su atšaka dugno; kamštį įstumkite į mėgintuvėlį su atšaka.
- 1.2. Vamzdelį, kuris užmautas ant atšakos, užspauskite spautuku.
- 1.3. Kipo aparatą įmontuokite stovė.
- 1.4. Paruoškite Kipo aparatą darbui:
  - 2 M druskos rūgšties tirpalo į Kipo aparatą pripilkite tiek, kad, atleidus žarnelės spaustuką, pilnai būtų apsemtos cinko granulės.
- 1.5. Kipo aparato žarnelės spaustuką vėl užspauskite. Cinkas pradeda reaguoti su druskos rūgštimi. (3 pav.).

**Kl.1.** Ar jaučiate, kaip keičiasi tirpalo temperatūra? Rūgšties su vandeniu reakcija endoterminė ar egzoterminė?

**Kl.2.** Užspaudę Kipo aparato žarnelės spaustuką, matote, kad druskos rūgšties tirpalas kyla į viršų. Paaiškinkite, kodėl?



Dėl reakcijos metu išsiskyrusio vandenilio dujų, esančių tarp kamščio ir druskos rūgšties paviršiaus, slėgis padidėja ir druskos rūgšties tirpalas kyla tol, kol vyksta reakcija. Kai druskos



rūgštis tirpalas pakyla tiek, kad cinkas lieka neapsemtas, reakcija nutrūksta, vandenilis nesigamina, slėgis daugiau nedidėja ir druskos rūgštis daugiau nebekyla.

**Kl.3.** Kaip surinksite (a) ir kaip patikrinsite (b) reakcijos metu susidariusį vandenilį? Į apverstą mėgintuvėlį (a). Prinešę degantį degtuką prie mėgintuvėlio angos (b): turime išgirsti būdingą švilptelėjimą.

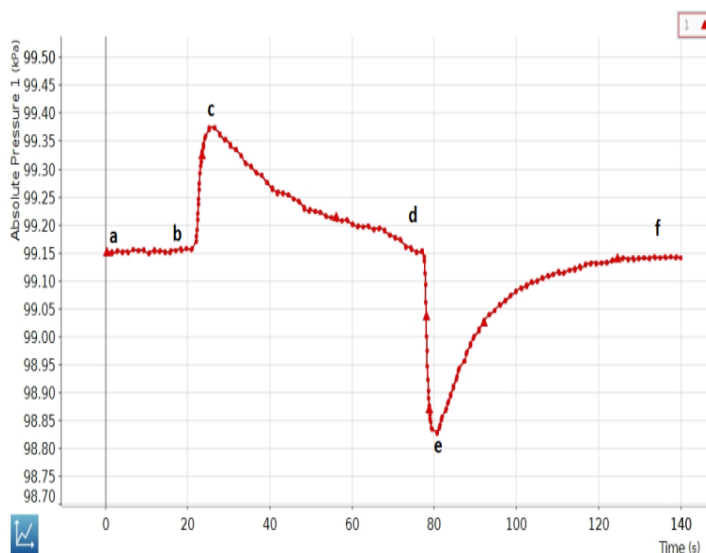
- 1.6. Atleiskite žarnelės spaustuką, surinkite vandenilį į apverstą mėgintuvėlį ir prineškite degantį degtuką prie mėgintuvėlio angos. Turite išgirsti tipišką švilptelėjimą.
- 1.7. Vėl užspauskite žarnelės spaustuką. Kol vyks reakcija ir gaminsis vandenilis, prie GLX'o prijunkite slėgio jutiklį. Akytąjį / korėtajį indą greito sujungimo-atjungimo žarnele sujunkite su slėgio jutikliu. GLX'o grafiniame displėjuje atsiras koordinacių ašys slėgio-laiko grafikui nubrėžti.
- 1.8. Akytąjį indą apgaubkite apversta chemine stikline ir po gaubtu įkiškite Kipo aparato žarnelę (4 a pav.).



**4 a pav.** Akytasis indas apgaubtas chemine stikline ir skaidria žarnele sujungtas su slėgio jutikliu. Pastarasis įjungtas į pirmąjį GLX lizdą. Ant Kipo aparato atšakos užmauta juoda žarnelė. Antrasis jos galas pakištas po stikliniu gaubtu. Šia žarnele po gaubtu atkeliaus vandenilis.



**4 b pav.** Išleidus vandenilį, rūgštis vėl apsemia cinką ir Kipo aparate vėl prasideda audringa reakcija. Stiklinis gaubtas nukeltas nuo akytojo indo. GLX'as baigia brėžti proceso grafiką (4 a pav.).



**4 c pav.** Baigiant matavimą su vandeniliu, GLX ekrane stebimas toks slėgio kitimo akytojo / korėtojo indo viduje grafikas:

- a-b) po gaubtu oras, korėtojo indo viduje – oras;
- b-c) po gaubtu įleidus vandenio dujų, slėgis korėtojo indo viduje staiga padidėja;
- c-d) bėgant laikui pamažu grįžta prie pradinio slėgio vertės;
- d-e) stiklinį gaubtą nukėlus nuo korėtojo indo slėgis korėtojo indo viduje staiga sumažėja;
- e-f) bėgant laikui slėgis pamažu grįžta prie pradinės vertės.

2. **Matavimų procedūros:**

- 2.1. Spustelkite GLX'o *Start* mygtuką ir pradėkite matavimą.
- 2.2. Po kelių sekundžių atleiskite juodos žarnelės spaustuką, suleiskite vandenilį po gaubtu.
- 2.3. Stebėkite besibrėžiantį grafiką. Kai slėgis daugiau nebekis, nuimkite gaubtą, toliau tęskite matavimą.
- 2.4. Stebėkite besibrėžiantį grafiką. Kai slėgis nustos kitęs, spustelkite *Stop* ir baikite matavimą.
- 2.5. GLX'o ekrane matysite grafiką, kaip 4 c pav.
- 2.6. Spaustuku vėl užspauskite Kipo aparato juodąją žarnelę.

3. **Eksperimento rezultatai ir jų analizė:**

Remdamiesi difuzijos reiškiniu, paaiškinkite slėgio kitimų korėtojo indo viduje (4 c pav.) priežastis viso proceso metu:

**II oji tyrimo dalis. Anglies dioksido (CO<sub>2</sub>) difuzija per akytąją pertvarą.**

1. **Priemonių parengimas darbui:**

1.1 Pasirengimas gauti anglies dioksidą:

Šiame tyrime mokiniai anglies dioksidą (CO<sub>2</sub>) gaus kalcio karbonatui (CaCO<sub>3</sub>) reaguojant su druskos rūgštimi (HCl).

- Paruoškite 2 M druskos rūgšties tirpalą:
  - Į cheminę stiklinę įmeskite kelis gabaliukus kalcio karbonato (CaCO<sub>3</sub>). Gali būti keli gabaliukai kreidos (5 a pav.).
  - Užpilkite nedideliu kiekiu paruošto druskos rūgšties tirpalo (5 b pav.).



**5 a pav.** Akytasis indas kabo ore. Į stiklinę primesta kreidos gabalėlių.



**5 b pav.** Ant kreidos gabalėlių užpildus druskos rūgšties, vyksta reakcija, kurios metu gaminasi anglies dioksidas (CO<sub>2</sub>). Akytąjį indą į stiklinę įleiskite taip, kad jo dugnas nelieštų putų.

**Kl. 4.** Kur gamtoje randamas kalcio karbonatas? **Tai klintys.** Kas vyksta, kai rūgštūs lietūs veikia klintis?

**Kl. 5.** Užrašykite kalcio karbonato ( $\text{CaCO}_3$ ) reakcijos su druskos rūgštimi ( $\text{HCl}$ ) lygtį:

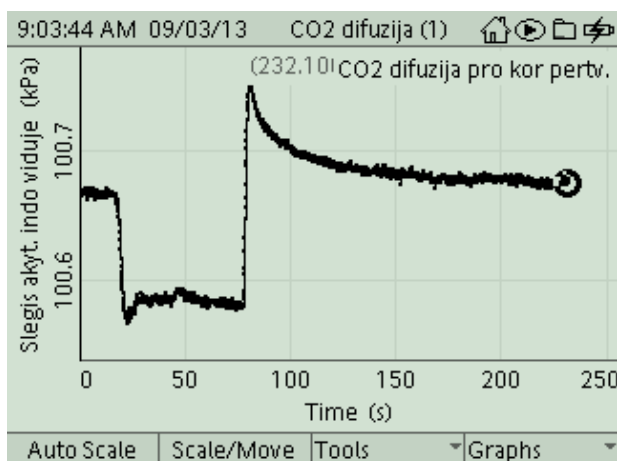


**Kl.6.** Ar galima  $\text{CO}_2$  dujas surinkti atvira inde? Kodėl?

## 2. **Matavimų procedūros:**

*Slėgio jutiklis lieka prijungtas prie GLX ir sujungtas su akytuoju indu.*

- 2.1. Spustelkite GLX'o *Start* mygtuką ir pradėkite matavimą.
- 2.2. Po kelių sekundžių akytąjį indą įleiskite į stiklinę su  $\text{CO}_2$  taip, kad jo dugnas nelieštų putų. Stebėkite besibrėžiantį grafiką.
- 2.3. Kai slėgis daugiau nebekis, ištraukite akytąjį indą iš stiklinės ir toliau tęskite matavimą. Stebėkite besibrėžiantį grafiką.
- 2.4. Kai slėgis vėl nustos kitęs, spustelkite *Stop* ir baikite matavimą. GLX'o ekrane matysite grafiką, kaip (6 pav.)



**6 pav.** Ištraukus korėtąjį indą iš stiklinės su  $\text{CO}_2$ , GLX ekrane stebimas toks slėgio kitimo akytojo indo viduje grafikas.

## 3. **Eksperimento rezultatai ir jų analizė:**

Remdamiesi difuzijos reiškiniu, paaiškinkite slėgio kitimų priežastis akytojo indo viduje viso proceso metu. Grafike (7 pav.) sužymėkite charakteringus proceso etapus, juos įvardykite ir paaiškinkite, kodėl būtent taip vyko slėgio kitimas akytojo indo viduje šiais  $\text{CO}_2$  difuzijos proceso etapais:

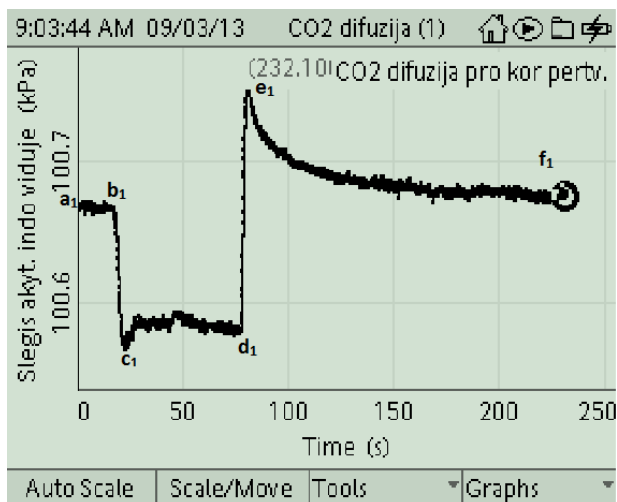
a<sub>1</sub>-b<sub>1</sub>) akytasis indas – ore;

b<sub>1</sub>-c<sub>1</sub>) akytąjį indą įleidus į stiklinę su  $\text{CO}_2$  dujomis, slėgis korėtojo indo viduje staiga sumažėja;

c<sub>1</sub>-d<sub>1</sub>) bėgant laikui slėgis pamažu nustoja kitęs;

d<sub>1</sub>-e<sub>1</sub>) akytąjį indą ištraukus iš stiklinės su  $\text{CO}_2$  dujomis, slėgis korėtojo indo viduje staiga padidėja;

e<sub>1</sub>-f<sub>1</sub>) bėgant laikui slėgis akytojo indo viduje pamažu grįžta prie pradinės vertės.



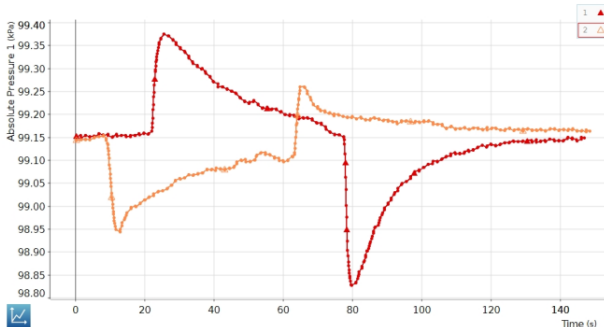
**7 pav.** Grafike matomi charakteringi  $\text{CO}_2$  dujų difuzijos per akytąjį / korėtąjį pertvarą etapai. Tyrimo proceso pabaigoje slėgis korėtojo indo viduje artėja prie pradinio slėgio.

## **Mokiniai padaro išvadas:**

Šis tyrimas parodė, kad:

- Dujose tikrai vyksta difuzija.
- Difuzijos greitis priklauso nuo molekulių dydžio: vandenilio molekulės, būdamos mažos, per akytąją pertvarą difunduoja greičiau, negu kitos orą sudarančios molekulės,

tiek į indo vidų, tiek iš jo vidaus, o anglies ddioksido CO<sub>2</sub> molekulės, būdamos didesnės už daugelį kitų, orą sudarančių molekulių, lėčiau difunduoja per akytąją pertvarą.

| KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI   |  |
|---|--|
| Klausimai   | Atsakymai  |
| 1. Ką vadiname dujų difuzija?   | 1. Savaiminį medžiagų susimaišymą.   |
| 2. Kokie požymiai šiame eksperimente rodo, kad įvyko dujų difuzija?   | 2. Slėgio pokyčiai korėtojo indo viduje  |
| 3. Užrašykite cinko reakcijos su druskos rūgštimi lygtį   | 3. $Zn(k) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(d)$  |
| 4. Užrašykite kalcio karbonato reakcijos su druskos rūgštimi lygtį.   | 4. $CaCO_{3(k)} + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl(aq) + CO_2(d) + H_2O(s)$   |
| 5. Kuo paaiškinama tai, kad, įleidus vandenilio po gaubtu, slėgis korėtojo indo viduje padidėjo, o įleidus anglies dvideginio – sumažėjo?   | 5. Paaiškinama tuo, kad difuzijos greitis priklauso nuo molekulių dydžio.  |
| 6. Kuris grafikas kurių dalelių difuziją aprašo?<br><br>  | 6. Raudonas – lengvesnių, oranžinis – sunkesnių.<br><br>(Jeigu nespalvotas paveikslas, tai juodas – lengvesnių, pilkas – sunkesnių.)   |
| 8 pav. Vienas grafikas rodo lengvesnių už pagrindinių orą sudarančių dalelių, difuziją per akytąją pertvarą, antrasis – sunkesnių.  |  |
| 7. Remdamiesi atlikto tyrimo rezultatais ir jų analize, paaiškinkite 7.19* uždavinio sprendimą (S.Jakutis ir kt., <i>Fizikos uždavinynas VII–X klasei</i> , Kaunas, Šviesa, 2000, p. 76.) | 7. Lengvos dujos difunduoja greičiau, negu kitos orą sudarančios molekulės, dėl ko padidėja slėgis virš gyvsidabrio atšakoje, sujungtoje su akytuoju indu. Dešinėje atšakoje gyvsidabris pakyla, sujungia elektrinę grandinę ir suskamba skambutis.  |
| 8. Paaiškinkite, kaip kvėpuojant, kraujas aprūpinamas deguonimi.  | 8. Kvėpuojant įkvepiamas deguonis, iškvepiamas anglies dvideginis. Įkvėptas oras per nosį keliauja per trachėją, bronchus, bronchioles, kurios užsibaigia alveolėmis. Difuzijos būdu per vienasluoksnes selektyviai / atrankiai / pusiau pralaidžias plėveles deguonis patenka į kraują, o anglies dvideginis iš kraujo. |

9. Kuo panašus ir kuo skiriasi jūsų eksperimente tirtas difuzijos reiškinys nuo organizmo aprūpinimo deguonimi?

9. Panašus, nes tirta skirtingo dydžio molekulių difuziją, skiriasi, nes skirtingos pertvaros: eksperimente – abipus pralaidi, kvėpavimo procese – selektyviai pralaidi.

**Rekomendacijos mokytojui:**

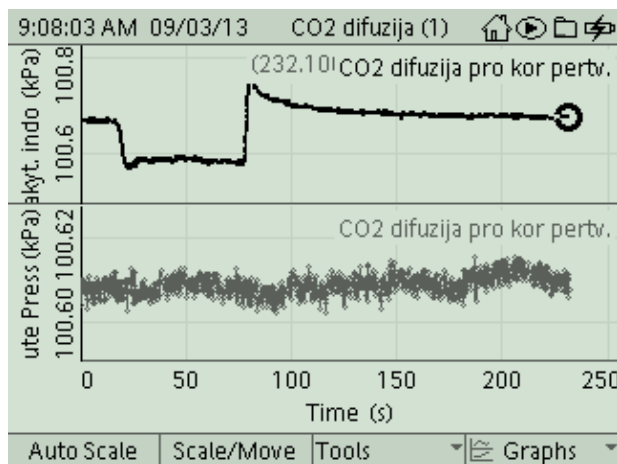
Atliekant šį tyrimą, įranga leidžia matuoti ne tik slėgio kitimą akytojo indo viduje viso



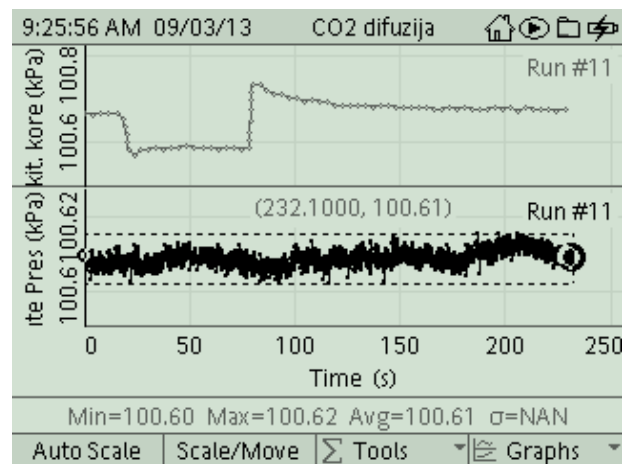
**9 pav.** Tyrimą atliekant su slėgio-temperatūros jutikliu, vienu metu bus matuojamas slėgio kitimas akytojo indo viduje ir aplinkos temperatūra.



**10 pav.** Tyrimą atliekant su dvigubo slėgio jutikliu, vienu metu bus matuojamas slėgio kitimas akytojo indo viduje ir aplinkos slėgis. Norint dar matuoti ir aplinkos temperatūrą, į šoninį GLX temperatūros lizdą reikia įjungti greito reagavimo temperatūros jutiklį / zondą.



**10 a pav.** Dvigubo slėgio jutikliu vienu metu išmatuotas slėgio kitimas akytojo indo viduje viso proceso metu (viršutinis grafikas) ir aplinkos slėgis (apatinis grafikas)



**10 b pav.** Vidutinis aplinkos slėgis viso proceso metu buvo 100,61 kPa.

proceso metu, bet ir aplinkos slėgį bei aplinkos temperatūrą. Naudojant dvigubą slėgio jutiklį, aplinkos temperatūrai matuoti įjungiamas šoninis temperatūros jutiklis-zondas (9 pav.).

### 4.3. DIRVOŽEMIO ELEKTRINIO LAIDŽIO TYRIMAS

#### Bendrosios programos

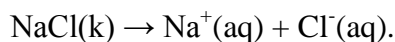
Vidurinis ugdymas. *Integruotas gamtos mokslų kursas*

| <b>1. Metodologiniai klausimai</b>  |   |
|---|---|
| <b>Nuostata</b><br>Gamtos reiškinius, gamtos mokslų raidą, vaidmenį ir reikšmę vertinti remiantis mokslo žiniomis.                      |   |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Analizuoti mokslinių atradimų reikšmę, gamtos mokslų žinių santykinumo ir kaitos aspektus.                  |   |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
| 1.1. Taisyklingai vartoti gamtos mokslų terminus.   | 1.1.1. Nusakyti gamtos mokslų terminus: <i>mokslinis faktas, sąvoka, modelis, hipotezė, dėsnis ir principas, teorija, vienetai, teoriniai ir eksperimentiniai tyrimai.</i>                                  |
| 1.2. Susiplanuoti ir atlikti nesudėtingus tyrimus.  | 1.2.1. Apibūdinti tyrimo eigą: problema, hipotezė, stebėjimas ar bandymas, rezultatai, išvados.   |
| <b>2. Medžiagų sudėtis ir sandara</b>   |   |
| <b>Nuostatos</b><br>Suvokti medžiagų atominės sandaros ir medžiagų savybių ryšį.  |   |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Remiantis periodinėje elementų lentelėje pateikta informacija apibūdinti atomo sandarą ir cheminius ryšius. |   |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
| 2.3. paaiškinti joninį, <...> ryšius.   | 2.3.1. Paaiškinti sąvokas <i>atomas, jonas, molekulė.</i><br>2.3.2. Apibūdinti elektroninės sandaros pokyčius, kai atomas virsta jonu.<br>2.3.3. Paaiškinti joninio ryšio susidarymą ir pateikti pavyzdžių. |
| <b>4. Medžiagų savybės ir kitimai</b>   |   |
| <b>Nuostata</b><br>Suvokti vandeniniuose tirpaluose vykstančius procesus.   |   |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti procesus, vykstančius vandeniniuose tirpaluose.  |   |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
| 4.1. Apibūdinti procesus, vykstančius tirpinant medžiagas vandenyje, spręsti uždavinius, vartojant koncentracijos sąvoką.               | 4.1.2. Apibūdinti tirpalus kaip skystuosius mišinius, pateikti tirpalų gamtoje, žmogaus organizme pavyzdžių.<br>4.1.3. Spręsti uždavinius, susijusius su medžiagų masės dalies tirpaluose skaičiavimais.    |
| <b>12. Aplinka ir žmogus</b>  |   |
| <b>Nuostata</b><br>Atsakingai elgtis su gyvąja ir negyvąja gamta, saugoti savo ir kitų sveikatą.  |   |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Paaiškinti žmogaus veiklos įtaką vietinei aplinkai ir visam pasauliui.                                      |   |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
| 12.1. Paaiškinti veiksnius, turinčius įtakos žmonių gyvenimo kokybei.   | 12.1.1. Apibūdinti svarbiausius oro, vandens ir dirvožemio taršos šaltinius ir jų žalą aplinkai.  |

## LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Medžiagos, tirpdamos vandenyje ar kitame poliniame tirpiklyje, savaime skyla į teigiamojo krūvio jonus – katijonus ir neigiamojo krūvio jonus – anijonus. Elektrolitai yra medžiagos, kurios ištirpusios ar išlydytos praleidžia elektros srovę. Šios savybės būdingos rūgščių, hidroksidų ir beveik visų druskų tirpalams.

Tirpinant natrio chloridą vandenyje jis suskyla į jonus:



Laidis yra medžiagos savybė praleisti elektros srovę. Tirpalo elektrinį laidį nulemia vandenyje ištirpusios neorganinės druskos, suskilusios į teigiamus jonus (natrio, magnio, kalcio, geležies ir aliuminio ar kt. katijonus) ir į neigiamus jonus (chlorido, nitrato, sulfato ir fosfato ir kt. anijonus).

Organinių junginių, kaip antai: naftos, fenolio, alkoholio, cukraus, vandeniniai tirpalai silpnai praleidžia elektros srovę, todėl jų elektros laidis yra mažas. Kadangi laidis priklauso nuo tirpalo koncentracijos, laidžio matavimai yra geras ištirpusių kietųjų medžiagų kiekio vandeniniame tirpale koncentracijos rodiklis. Laidis taip pat priklauso nuo temperatūros: šiltesnio tirpalo laidis yra didesnis.

Natūralioje aplinkoje druskos kiekis gali būti didelis tiek dirvožemyje, tiek vandenyje. Pavyzdžiui, upių vandens yra labai skirtingo druskingumo dėl skirtingų dirvožemio tipų, geologinių struktūrų bei druskingų požeminių vandenų įplaukų. Problemų atsiranda, kai natūralus aplinkos druskingumo balansas pakinta.

Druskingumas yra didelė grėsmė paviršiaus ir požeminių vandenų ištekliams. Priklausomai nuo druskos kiekio dirvožemyje, pakinta augalų augimas. Didelis upių druskingumas gali riboti vandens naudojimą drėkinimo sistemose, žemės ūkyje, tiekiant geriamą vandenį.

Druskingumas taip pat gali paveikti gėlo vandens florą, fauną ir pakrančių augmeniją. Miestuose vandens druskingumas sumažina buitinių ir gamybinių įrenginių eksploatavimo laiką, sąlygoja platesnį valymo produktų naudojimą bei didesnes priežiūros išlaidas.

Vandeniniuose tirpaluose dažniausiai naudojami savitojo laidžio matavimo vienetai yra *mikrosimensas / centimetrui* ( $\mu\text{S/cm}$ ) ir *milisimensas / centimetrui* ( $\text{mS/cm}$ ).

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę bei geba įvertinti, kaip elektrolito elektrinis laidis priklauso nuo ištirpusių druskų koncentracijos.

Ekspertas atliekamas naudojant kompiuterinę mokymo sistemą *Xplorer GLX*. Šiame eksperimente tyrinėjamas skirtingo tipo dirvožemio elektrinis laidis. Siekiama nustatyti, ar skirtingo dirvožemio vanduo yra nevienodai laidus elektrai. Matuojamas skirtingų dirvožemių mėginių elektros laidis.

Kadangi šio darbo rezultatai mokiniams nėra iš anksto žinomi, atsiranda galimybė diskusijai grupėse. Rezultatų analizė ir aptarimas efektyvus, kai darbas atliekamas poromis arba grupelėmis po 3–5 mokinius. Šiuo eksperimentu išmokstama paaiškinti procesus, vykstančius vandeniniuose tirpaluose, praktiškai įvertinti elektrolito elektrinį laidį, formuojami eksperimentavimo, grafikų braižymo ir jų analizės įgūdžiai.

## EKSPERIMENTAS

### II lygmuo Struktūruotas tyrinėjimas

**Tyrimo problema.** Kaip, matuojant mėginių laidį, nustatyti, ar skirtingo dirvožemio vanduo yra nevienodai laidus elektrai.



**Tyrimo hipotezė.** Skirtingo dirvožemio vanduo yra nevienodai laidus elektrai.

**Eksperimento tikslas** – nustatyti, kaip skirtingo dirvožemio vanduo yra laidus elektrai.

**Laukiami rezultatai:**

- Gebės paaiškinti procesus, vykstančius vandeniniuose tirpaluose.
- Gebės parengti priemonės darbu.
- Mokės išmatuoti skirtingo dirvožemio vandeninio tirpalo elektrinį laidį.
- Gebės praktiškai įvertinti skirtingo dirvožemio elektrinį laidį.

**Eksperimento priemonės ir medžiagos (1 pav.):**








- Xplorer GLX;
- laidžio jutiklis PS-2116;
- distiliuotas vanduo;
- trys skirtingo dirvožemio mėginiai (iš tausojančio aplinką ūkio, kambarinės gėlės bei mokyklos kiemo);
- trys 250 ml stiklinės;
- trys 100 ml stiklinės;
- 100 ml matavimo cilindras;
- trys stovai su laikikliais;
- trys piltuvėliai;
- trys popieriniai filtrai;
- svarstyklės;
- šaukštelis dirvožemiui semti;
- stiklinė maišymo lazdelė;
- sifonas su distiliuotu vandeniu elektrodui nuskalauti;
- filtrinis popierius elektrodui ir maišymo lazdelei nusausinti.




1 pav. Eksperimento priemonės ir medžiagos

**Darbo eiga**

**Xplorer GLX parengimas naujam eksperimentui:**



- Paspauskite mygtuką  (*Home Screen*).
- Paspauskite mygtuką  ir atidaryti duomenų bylų (*Data Files*) ekraną.
- Paspauskite mygtuką , atsidaro *Files menu*, spauskite  – atsidaro *New Files*.
- Norint ankstesnius duomenis išsaugoti spauskite , nenorėdami išsaugoti – , jei norite ištrinti – .

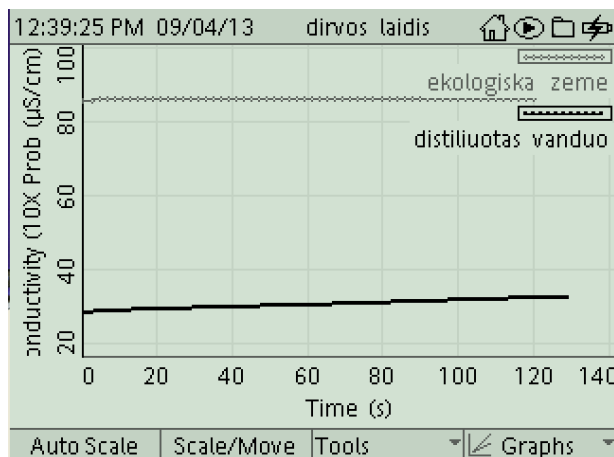
**1. Priemonių parengimas darbui:**

- 1.1. Paruoškite tiriamojo dirvožemio mėginį:
  - pasverkite 20 g sauso dirvožemio ir suberkite į 250 ml stiklinę;
  - cilindru į stiklinę įpilkite 80 ml distiliuoto vandens;
  - stikline lazdele gerai išmaišykite ir palikite nusistovėti apie dvi minutes;
  - filtravimo popieriumi išfiltruokite mėginį.
- 1.2. Taip pat paruoškite antrą ir trečią mėginį.
- 1.3. Įjunkite Xplorer GLX.
- 1.4. Prijunkite laidžio jutiklį PS-2116.
- 1.5. Nustatykite vidurinį jutiklio matavimo režimą (simbolis ).

1.6. Laidžio jutiklį (5–10) min. įdėkite į stiklinę su distiliuotu vandeniu.

2. **Matavimų procedūros:**

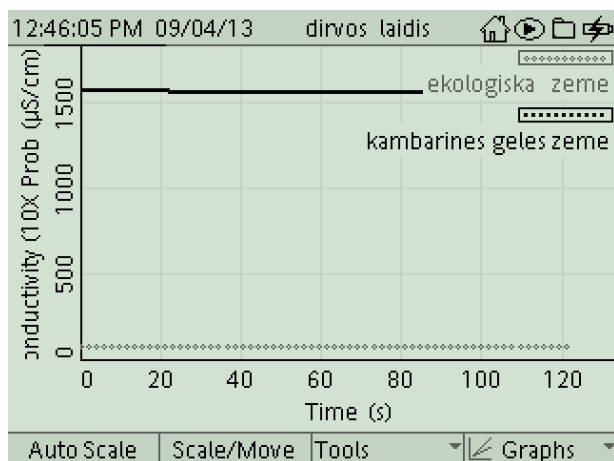
- 2.1. Į stiklinę su pirmuoju dirvožemio mėginiu įdėkite laidžio jutiklį.
- 2.2. Išmatuokite bandinio elektrinį laidį: norėdami pradėti matavimą, paspauskite mygtuką ; norėdami baigti matavimą, dar kartą paspauskite mygtuką .
- 2.3. Baigę matavimą, išimkite jutiklį iš stiklinės.
- 2.4. Jutiklį kruopščiai nuskalaukite distiliuotu vandeniu ir nusausinkite filtriniu popieriumi.
- 2.5. Matavimus pakartokite su antru ir trečiu dirvožemio bandiniu.
- 2.6. Nustatykite kiekvieno bandinio elektrinį laidį.
- 2.7. Rezultatams palyginti įdėkite laidžio jutiklį į stiklinę su distiliuotu vandeniu ir išmatuokite distiliuoto vandens elektrinį laidį (2, 3 pav.).



2 pav. Distiliuoto vandens ir ekologiškos žemės elektrinis laidis

3. **Eksperimento rezultatai ir jų analizė:**

- 3.1. Iš grafiko nustatykite kiekvieno bandinio elektrinį laidį.
- 3.2. Palyginkite gautus rezultatus ir padarykite atitinkamas išvadas.



3 pav. Kambarinės gėlės ir ekologiškos žemės elektrinis laidis

**Mokiniai padaro išvadas:**

- apie tai, kurio iš trijų mėginių laidis yra didžiausias, kurio – mažiausias;
- apie tai, kokios priežastys gali lemti skirtingą dirvožemio elektrinį laidį;
- apie tai, kaip pakistų tirpalo elektrinis laidis, į tą patį kiekį vandens įdėjus daugiau tiriamo dirvožemio, kodėl?

**KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:**

| Klausimai                                    | Atsakymai   |
|--|---|
| 1. Kas yra elektrinis laidis?                | 1. Laidis yra medžiagos savybė praleisti elektros srovę.  |
| 2. Kas lemia tirpalo laidį?                  | 2. Tirpalo laidis nustatomas pagal ištirpusių neorganinių druskų, tokių, kaip chlorido, nitrato, sulfato ir fosfato anijonų (neigiamai įkrauta jonų) arba natrio druskos, magnio, kalcio, geležies ir aliuminio katijonų (teigiamai įkrauta jonų) buvimą. |
| 3. Kuo matuojamas tirpalų elektrinis laidis? | 3. Vandeniniuose tirpaluose dažniausiai naudojami laidžio matavimo vienetai yra mikrosimensas / centimetrui ( $\mu\text{S/cm}$ ) ir milisimensas / centimetrui ( $\text{mS/cm}$ ).  |

#### 4.4. ENERGIJA IŠ VAISIŲ IR DARŽOVIŲ

##### Bendrosios ugdymo programos. Gamtamokslis ugdymas.

Vidurinis ugdymas. Gamtamokslis ugdymas. Integruotas gamtos mokslų kursas. 11–12 klasės. Bendrasis kursas. 11–12 klasės.

##### 1. Metodologiniai klausimai

###### Nuostata

Gamtos reiškinius, gamtos mokslų raidą, vaidmenį ir reikšmę vertinti remiantis mokslo žiniomis.

###### Esminis gebėjimas

Analizuoti mokslinių atradimų reikšmę, gamtos mokslų žinių santykinumo ir kaitos aspektus.

| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
|--|---|
| 1.4. Paaiškinti gamtos mokslų atradimų reikšmę ir mokslo žinių santykinumo aspektus. Pagrįsti būtinybę vertinti mokslo ir technologijų laimėjimus socialiniu, ekonominiu ir aplinkosaugos aspektu. | 1.4.1. Apibūdinti gamtą ir jos reiškinius sisteminiu požiūriu: kaip darnią daugybe tarpusavio saitų susijusią sistemą.<br>1.4.2. Apibūdinti mokslinių atradimų reikšmę žmonijai. Pateikti pavyzdžių, rodančių, kad būtina mokslo ir technologijų laimėjimus vertinti socialiniu, ekonominiu ir aplinkosaugos aspektu.<br>1.4.3. Nusakyti Lietuvos mokslininkų vaidmenį gamtos mokslų raidoje. |

##### 10. Elektra

###### Nuostata

Remtis gamtos mokslų dėsniais aiškinant gamtos reiškinius.

###### Esminis gebėjimas

Analizuoti elektros reiškinius remiantis elektros krūvio sąvoka ir statinės bei dinaminės elektros krūvių sąveikos dėsniumais, paaiškinti praktinį jų taikymą.

| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
|---|---|
| 10.2. Taikyti nuolatinės srovės dėsningumus ir laidininkų jungimo būdus nusakančius dėsnius paprasčiausioms elektrinėms grandinėms nagrinėti. <...> | 10.2.1. Nusakyti nuolatinės srovės dėsningumus, formuluoti Omo dėsnį, vartojant <i>įtampos</i> , <i>srovės stiprio</i> ir <i>varžos</i> sąvokas.<br>10.2.3. Nusakyti laidininkų jungimo būdus, išmatuoti srovės stiprį ir įtampą paprasčiausiose grandinėse.<br>10.2.4. Apibūdinti elektros srovės šaltinius, jų rūšis, šaltinio elektrovarą. |

##### 2. Medžiagų sudėtis ir sandara

###### Nuostata

Suvokti medžiagų atominės sandaros ir medžiagų savybių ryšį.

###### Esminis gebėjimas

Remiantis periodinėje elementų lentelėje pateikta informacija apibūdinti atomo sandarą ir cheminius ryšius.

| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas  |
|---|---|
| 2.2. Naudotis periodinėje elementų lentelėje pateikta informacija.<br>2.3. Paaiškinti joninį, <...> ir kovalentinį polinį ryšius. | 2.2.1. Paaiškinti periodinės elementų lentelės struktūrą remiantis šiuolaikiniu periodiniu dėsniu ir atomo sandara.<br>2.2.2. Susieti cheminio elemento periodo ir grupės numerius su elektronų sluoksniais |

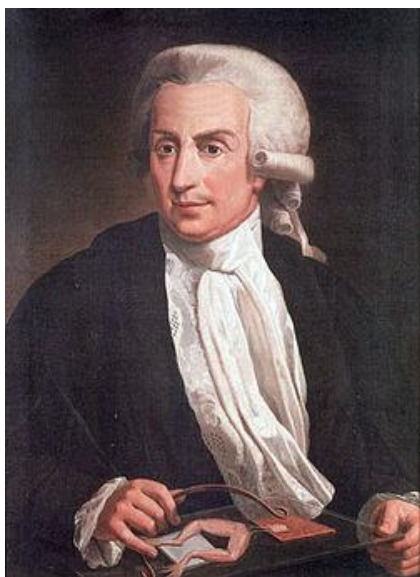
|  |   |
|--|---|
|  | skaičiumi ir valentinių elektronų skaičiumi.<br>2.3.1. Paaiškinti sąvokas <i>atomas</i> , <i>jonas</i> , <i>molekulė</i> .<br>2.3.2. Apibūdinti elektroninės sandaros pokyčius, kai atomas virsta jonu. |
|--|---|

## 6. Oksidacijos-redukcijos reakcijos ir jų taikymas

|  |   |
|--|---|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokti cheminių reakcijų ir elektros srovės sąsają.<br><b>Esminis gebėjimas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apibūdinti procesus, vykstančius vandeniniuose tirpaluose.</li> <li>• Apibūdinti oksidacijos – redukcijos reakcijas ir nurodyti jų taikymo praktikoje galimybes.</li> </ul> |   |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>   |
| 6.1. Apibūdinti oksidacijos-redukcijos procesus.   | 6.1.2. Nurodyti oksidatorių ir reduktorių pateiktoje oksidacijos-redukcijos reakcijos lygtyje.<br>6.1.3. Išlyginti oksidacijos-redukcijos lygtį elektronų balanso būdu. |

## LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

*Galvaninis elementas (GE)* – įrenginys, cheminę energiją paverčiantis nuolatine elektros srove. Du skirtingų medžiagų metalus panardinus į elektrolitą, dėl negrįžtamų cheminių reakcijų, vykstančių riboje skystis-kietas kūnas, elektronai ar įelektrinti jonai kaupiasi ant elektrodų. Vyksta cheminių ryšių energijos, sukauptos šių medžiagų sintezės metu, virsmas į persikirstytų krūvių energiją.



**1 pav. Luidžio Galvanio (1737–1798)** – žymus italų anatomas ir fiziologas. Jo vardu pavadinti elektrocheminiai elementai – galvaniniai elementai (it. Cella galvanica). Preparuodamas varles, Luidžio Galvanis pastebėjo, kad varlės šlaunelė truktelėdavo, kai prie jos priglausdavo du skirtingus metalus. Įelektrintų raumenų judėjimą Galvanis pavadino gyvūnų elektra.

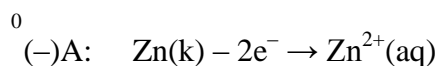
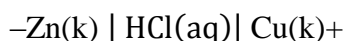


**2 pav. Aleksandras Volta (1745–1827)** žymus italų fizikas. Jis sukūrė praktiniam naudojimui tinkamus elektros srovės šaltinius. A. Volto išrastas elektros srovės šaltinis įgalino pradėti tirti elektros srovę bei jos sukeliamus reiškinius, tai buvo susiję su visa grandine svarbių atradimų.

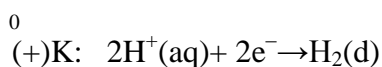
Cheminių srovės šaltinį sukūrė italų mokslininkas Aleksandas Volta (2 pav.) išvystęs Luidžio Galvanio (1 pav.) idėjas. Pastarasis pastebėjo, kad tarp poros skirtingų metalų, įsmeigtų į varlės raumeninį audinį, vyksta iškrova.

Skirtingai negu L. Galvanio, A. Volta, pakartojęs kai kuriuos L. Galvanio eksperimentus, pastebėjo raumens susitraukimą, nesant išorinio elektros šaltinio. Taigi, anot A. Voltos, „metalai yra ne tik geri elektros laidininkai, bet ir jos judintojai“. Būtent jie lemia L. Galvanio stebėtą reiškinį. Aleksandras *Volta* pirmasis parodė, kad tarp skirtingų metalų, įleistų į elektrolitą, atsiranda elektrovara. Žymima „E“ arba „e“. A. Volta atliko didelę seriją bandymų, ieškodamas metalų porų, kurios duotų didžiausią efektą. Jis išrikiavo metalus į eilę: cinkas, alavas, švinas, geležis, žalvaris, bronzos, varis, platina, auksas ir t. t.; kuo labiau nutolę vienas nuo kito metalai toje eilėje, tuo stipresnį elektros šaltinį jie sudaro.

Šio eksperimento metu mokiniai sudarys ir tirs voltos tipo galvaninius elementus. Voltos tipo galvaniniuose elementuose abu elektrodai yra įmerkiami į vieną elektrolito tirpalą, iš pradžių neturintį elektrodų metalų jonų. Tarkime, cinko (Zn) ir vario (Cu) elektrodus įmerkus į druskos rūgšties tirpalą, spontaniškai vyksta oksidacijos-redukcijos reakcija, kurios metu elektronai yra išstumiami iš katodo elemento – *oksidacijos* procesas, ir elektronai yra sugriebiami / pagaunami anodo elemento – *redukcijos* procesas:



Šiuo atveju elektrolitas yra rūgštis ir vario plokštelė oksidacijos-redukcijos reakcijoje nedalyvauja. Prie varinio katodo vyksta vandenilio jonų redukcijos reakcija:



Galvaninio elemento elektrovara (E) yra katodo ir anodo elektrocheminių potencialų skirtumas:

$$E = \varphi_{katodo} - \varphi_{anodo}.$$

Tiesiogiai išmatuoti metalų elektrocheminių potencialų negalima, tačiau didelės varžos voltmetru galima išmatuoti jų skirtumą – galvaninio elemento (GE) E. Dirbančio galvaninio elemento (kai prijungtas vartotojas) potencialų skirtumas (įtampos kryptis ant išorinės varžos) yra mažesnis už jo elektrovarą ir šių dydžių skirtumas priklauso nuo išorine grandine tekančios srovės stiprio. Jeigu srovės šaltinio (GE) vidinė varža yra labai didelė, palyginti su išorinės grandinės varža, grandine teka silpna srovė, įtampos kryptis ant išorinės varžos labai mažas, ir atvirkščiai: jei išorinės grandinės varža labai didelė, tarkime, voltmetro, palyginti su šaltinio vidaus varža, srovės stipris nykstamai mažas, ir visas įtampos kryptis yra ant išorinės varžos (voltmetro). Taigi voltmetras šiuo atveju matuoja GE elektrovarą (Žr. L. D. „Srovės šaltinio E ir vidaus varžos nustatymas“).

Prie GE prijungus išorinę grandinę elektronai iš aktyvesniojo metalo juda pasyvesniojo metalo kryptimi (elektros srovė teka priešinga kryptimi). GE yra trumpo naudojimo. Nenaudojant GE, elektrodai išimami iš elektrolito, nuplaunami ir išdžiovinami.

Voltos tipo galvaniniai elementai dar vadinami koroziniais galvaniniais elementais. Priklausomai nuo elektrolito terpės, voltos tipo galvaninis elementas gali būti:

- rūgštinis (pH < 7),
- šarminis (pH > 7),
- neutralus (pH ≈ 7).

Standartiniai metalų elektrodų potencialai\* vandenilio atžvilgiu surašyti į eilę, vadinamą metalų įtampų eile. Ši eilė atitinka metalų aktyvumo eilę. Kuo mažesnis (neigiamesnis) metalo elektrodo standartinis potencialas, tuo metalas aktyvesnis ir stipresnis reduktorius.

Apie metalų aktyvumą mokiniai spręs pagal jų pačių sukurto GE poros elektrovarą ir, palygindami juos su metalų aktyvumo eile, darys išvadas.

*\*Potencialų skirtumą tarp metalinio elektrodo ir tirpalo tiesiogiai išmatuoti negalima, reikia kito elektrodo. Tas elektrodas su kuriuo lyginami kiti yra standartinis, arba normalinis vandenilio elektrodas.*

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Šis laboratorinis darbas susideda iš trijų dalių.

*Pirmoji* dalis skirta sukurti voltos tipo elektrocheminį elementą / galvaninį elementą (GE) / ir išmatuoti jo kuriamą elektrovarą (E) priklausomai elektrodų poros medžiagų. Mokiniai, pasirinkę įvairių metalų elektrodams, GE sudarys iš nurodytos koncentracijos druskos rūgšties tirpalo ir dviejų elektrodų. Vario elektrodas bus visuose kuriamuose elementuose. Jo atžvilgiu bus matuojama E. Mokiniai turės nustatyti, kuris metalas reakcijos metu oksiduojasi, kuris – redukuojasi; kuris jų sukurto elektrocheminio elemento polius bus teigiamas, kuris – neigiamas; numatyti, kuria kryptimi išorine grandinėse dalimi judės elektronai, o kuria – tekės elektros srovė. Kaip apie srovės tekėjimo išorine grandine kryptį galima spręsti iš matuojamo prietaiso parodymų. Kokiais prietaisais matuojama E, kodėl ir kokie reikalavimai šiems prietaisams keliami. Pagrindinis šio eksperimento dalies tikslas, nekeičiant elektrolito, išdėstyti metalų–elektrodų poras pagal kuriamos E dydį ir patikrinti hipotezę: kad kuo toliau metalų aktyvumo eilėje metalai yra vienas nuo kito, tuo didesnę E jie kuria. Matuojant E įrodyti, kad aktyvesnis elektrodų poros metalas – neigiamas.

*Antroji* eksperimento dalis skirta ištirti, ar elektrocheminio elemento kuriama E priklauso nuo elektrolito prigimties. Kur gamtoje randami tokie „elektrolitai“? Kuo savo prigimtimi jie galimai skiriasi?

Mokiniai atsineša įvairių vaisių ir daržovių, smaigsto į juos vario ir cinko elektrodus bei matuoja tokių galvaninių elementų kuriamas E. Vaisių ir daržovių rūgštingumo (pH) vertes randa informacijos šaltiniuose ir surašo į lenteles. Gautus duomenis analizuoja ir daro išvadas.

Nagrinėja klausimą, ar galima sukurti galvaninį elementą skirtingų metalų elektrodus įsmeigus į žalios kiaulienos raumenis ir kas šiuo atveju yra elektrolitas. Kuo šis tyrimas panašus į L.Galvanio ir kuo – į A.Voltos.

*Trečioji* eksperimento dalis skirta sukurti GE (bateriją), tinkamą praktiniam naudojimui. Mokiniai, remdamiesi šio tyrimo pirmųjų dviejų dalių rezultatais, kuria GE (bateriją), kuri tenkintų vartotojo reikalavimus: tarkime, reikia įsižiebtį kaitinimo lemputę arba šviesos diodą. Gavę juos netenkinantį rezultatą, koreguoja savo „gaminį“ atsižvelgdami į vartotojo charakteristikas ir jų sukurto (GE) ar baterijos charakteristikas: E ir vidaus varžą.

Šis tyrimas gali būti atliekamas kaip projektinis darbas. Pirmąją ir antrąją tyrimo dalį mokiniai atlieka pasiskirstę grupelėmis po 3–5 mokinius. Šių dalių tyrimo rezultatus mokiniai pristato ir aptaria diskusijoje bei numato GE (baterijos), tinkamos vartojimui, kūrimo strategiją, atsižvelgdami į turimas priemones ir medžiagas.

Darbas baigiamas išsiaiškinant galimus sunkumus ir kliūtis (jeigu tokių buvo) realizuojant užduotį, kelius, kuriais kliūtys ir sunkumai buvo įveikti ir pristatant geriausią galimą sprendimą.

**Sąvokos, su kuriomis mokiniai jau turi būti susipažinę / turi žinoti:**

- Boro atomo modelis;
- Kinetinė ir potencinė energija;
- Elektrolitų tirpalai;
- Materijos tvermės dėsnis;
- Valentinis elektronų sluoksnis;
- Jonų susidarymas.

### **Saugaus darbo taisyklės:**

Mokiniai turi laikytis visų *Bendrijų saugaus darbo laboratorijoje* taisyklių. Be to:

- Saugotis aštrių metalinių elektrodų galų.
- Šioje laboratorijoje nevalgyti.
- Išmesti / nenaudoti vaisių (daržovių), kuriuos nurodys mokytojas.
- Nusiplauti rankas po to, kai jomis liėtė chemikalus, elektrodus, tyrimui skirtą įrangą ar stiklinius indus.

## **EKSPERIMENTAS**

### **II lygmuo Struktūruotas tyrinėjimas**

**Tyrimo problemos.** Kaip sukurti galvaninį elementą? Nuo ko priklauso GE kuriama E? Kaip sukurti „geriausią“ vartotojo poreikius tenkinantį GE (bateriją)?

**Tyrimo hipotezė.** Du skirtingų metalų elektrodus įmerkus į elektrolitą galima sukurti GE. GE kuriama E priklauso nuo elektrodų ir elektrolito prigimties. Parenkant GE elektrolitą, elektrodų poras bei jų paviršiaus plotą, galvaninius elementus jungiant į baterijas galima patenkinti vartotojo poreikius.

**Ekspериментo tikslas** – sukurti „geriausią“ vartotojo poreikius tenkinantį GE (bateriją) iš įvairių gautų medžiagų ir ją ištirti: išmatuoti kuriamą E, apskaičiuoti vidaus varžą r. Bateriją išbandyti ir pademonstruoti jos veikimą.

#### **Laukiami rezultatai:**

- Mokiniai giliau suvoks elektrą, kaip elektronų srauto tekėjimą išorine grandine.
- Sužinos, kad kai kurie metalai sudaro / formuoja jonus lengviau už kitus. Tie, su kuriais lengviau formuojami jonai, nusako / determinuoja energijos kiekį, kurį GE gali pagaminti.
- Išmoks, kad elektrocheminės baterijos (voltos elementai, baterijos) sukuria / pagamina energiją spontaniškos cheminės reakcijos, kurioje produktai turi žemesnę potencinę energiją negu sąveikaujantys.
- Giliau supras, kad elektrocheminę bateriją sudaro du skirtingi metalai ir elektrolito tirpalas.

#### **I-oji eksperimento dalis. Galvaninio elemento su vandeniniu druskos rūgšties tirpalu (1M HCl) ir skirtingų metalų elektrodais sudarymas ir tyrimas.**

##### **1. Priemonių parengimas darbui:**

- 1.1. Paruoškite vandeninį druskos rūgšties tirpalą – (1M HCl)
- 1.2. Numatykite, su kokių metalų – elektrodų poromis sudarinėsite GE. Vario elektrodas bus visuose jūsų kuriamuose GE. Jo



**3 pav.** Voltos tipo elektrocheminis elementas: vario (Cu) ir cinko (Zn) elektrodai įmontuoti plastiko dangtelyje ir įmerkti į druskos rūgšties (HCl) tirpalą. Elemento E matuojama įtampos jutikliu / zondų, prijungtu prie GLX. Įtampos jutiklio / zondo raudonasis gnybtas prijungtas prie vario elektrodo, juodasis – prie cinko elektrodo. GLX skaitmeniniame ekrane matome šio elemento sukurtą  $E=0,92V$

atžvilgiu matuosite E.

- 1.3. E matuosite GLX'u su prijungtu prie jo įtampos jutikliu / zonu/Įtampos jutiklį / zondą įjunkite į šoninį GLX įtampų lizdą. (Galite naudotis ir srovės-įtampos jutikliu, kuris jungiamas į viršutinį GLX lizdą.).
- 1.4. Pasirinkite duomenų vaizdavimo būdą: skaitmenimis, grafikais ar lentele (šiam aprašyme tyrimo rezultatų pavyzdžiai pateikti trimis būdais).
- 1.5. Į plastiko dangtelį įmontuokite du vario elektrodus.

## 2. *Matavimų procedūros*

- 2.1. Raudonąjį įtampos zondo gnybtą prijunkite prie vienos vario (Cu) plokštelės / strypelio. Spustelkite *Start* ir tuomet juodąjį gnybtą prijunkite prie kitos vario (Cu) plokštelės / strypelio. GLX ekrane pamatysite besibrėžiantį grafiką. Matavimą tęskite.
- 2.2. Atjunkite juodąjį gnybtą ir vietoje vario plokštelės įmontuokite cinko (Zn) plokštelę ir prijunkite prie jos įtampos zondo juodąjį gnybtą. Stebėkite besibrėžiantį grafiką.
- 2.3. Cinką pakeiskite kitu metalu, kuris įrašytas kitoje tavo lentelės eilutėje.
- 2.4. Kartokite veiksmus, aprašytus 3 punkte, kol įtampos visoms metalų poroms su variu bus rekonduotos.
- 2.5. Spustelkite *Stop* ir baikite rinkti duomenis. GLX ekrane pamatysite grafiką, panašų kaip 5 a, b, c pav.
- 2.6. Šį duomenų rinkinį, kuris bus pirmajame E matavimų rinkinyje – Run#1, pervadinkite „HCl“.
- 2.7. Ištraukite abi metalines plokšteles / strypus iš cheminių stiklinių / indų su HCl. Nuplaukite juos vandeniu ir nusausinkite ir išdžiovinkite.
- 2.8. Eksperimentą galite papildyti atlikdami tyrimą su tais pačiais elektrodais ir 0,1 M valgomosios druskos (NaCl) vandeniniu tirpalu.

## 3. *Eksperimento rezultatai ir jų analizė*

- 3.1. Sumaniuoju įrankiu (*Smart Tool*) iš įrankių (*Tools*) meniu, atskaitykite E vertes ir surašykite jas į duomenų lentelę.(1 lentelė).

1 lentelė

Duomenų lentelė

| Elektrodai | E, V                       | E, V                          |
|------------|----------------------------|-------------------------------|
|            | 1M HCl vandeninis tirpalas | 0,1M NaCl vandeninis tirpalas |
| Cu su Cu   | 0                          | 0                             |
| Cu su Zn   | 0,87 ( 95 )                |                               |
| Cu su Fe   | 0,42 ( 47 )                |                               |
| Cu su Sn   | 0,38 ( 41 )                |                               |

- 3.2. Surašykite metalus eilės tvarka, pradėdami nuo didžiausios kuriamos įtampos iki mažiausios baterijoje su HCl elektrolitu.

### **Mokiniai padaro išvadas apie tai:**

- Ar du to paties metalo elektrodai, įmerkti į elektrolitą, sukūrė E?
- Ar du skirtingų metalų elektrodai, įmerkti į elektrolitą, sukūrė E?
- Kuri metalų – elektrodų pora jūsų tyrime su HCl sukūrė didžiausią E?
- Kaip tai dera su metalų aktyvumo eile?
- Pagal metalų aktyvumo eilę nustatykite, kokia metalų pora galėtų sukurti didžiausią E. Jei turi tokių metalų, atsakymą patikrink eksperimentuodamas.



- Papildoma užduotis: tyrimą atlikote su druskos rūgšties (HCl) vandeniniu tirpalu. Įrodėte, kad jis yra elektrolitas. Tyrimą pakartokite su 0,1M valgomosios druskos (NaCl) vandeniniu tirpalu. Ar druskų vandeniniai tirpalai irgi yra elektrolitai?
- Palyginkite metalų aktyvumo eiliškumą tyrime su HCl ir tyrime su NaCl. Ar skiriasi?
- Nuo ko priklauso galvaninio elemento E?

## II -oji eksperimento dalis. Tyrimas su vaisiais ir daržovėmis.

### A. Tyrimas su citrina

#### A.1. *Priemonių parengimas darbui:*

1. Padėk citriną stabiliai ant stalo paviršiaus. Peiliu padaryk joje dvi įpjovas 2–3 cm atstumu vieną nuo kitos.
2. Į vieną įpjovą įsmeik vario plokštelę / strypelį, į kitą – cinko plokštelę / strypelį.
3. Atverk GLX grafinį displejų (kartais jis atsiveria automatiškai, kai tik prijungiamas jutiklis).



**4 pav.** Vario (Cu) ir cinko (Zn) elektrodai įsmeigti į citriną. Šis elektrocheminis elementas (galvaninis elementas) sukūrė 0,97 V elektrovarą. Duomenys šiuo atveju buvo atvaizduoti skaitmeniniame ekrane.

#### A.2. *Matavimų procedūros*

1. Spustelk *Start*. Šis duomenų rinkinys bus rekoduojamas antrame E matavimų rinkinyje. Run#2 pervadink – „Citrina“.
2. Krokodilo tipo gnybtais raudonąjį įtampos zondo gnybtą prijunk prie varinės plokštelės / strypelio, spustelk *Start* ir tuomet juodąjį gnybtą prijunk prie cinko plokštelės / strypelio. GLX ekrane pamatysi besibrėžiantį grafiką.
3. Atjunk juodąjį gnybtą nuo cinko plokštelės, plokštelę ištrauk, o jos vietoje įsmeik kito metalo elektrodą ir prijunk prie jo įtampos jutiklio / zondo juodąjį gnybtą. Stebėk besibrėžiantį grafiką. Matavimą tęsk.
4. Pakeisk antrąjį metalą trečiuoju, kuris įrašytas kitoje tavo lentelės eilutėje.
5. Kartok veiksmus, aprašytus 3 punkte, kol įtampos visoms metalų poroms (su variu) bus rekoduotos.
6. Spustelk *Stop* ir baik rinkti duomenis tyrime su citrina. GLX ekrane pamatysi grafiką, kaip 5 pav. (a, b, c).

**Kl.** Ar yra elektrolito tirpalo citrinoje?

### B. Tyrimas su bulve

#### B.1. *Priemonių parengimas darbui*

1. Ištrauk abi metalines plokšteles / strypus iš citrinos.
2. Nuplauk juos vandeniu ir išdžiovink.
3. Padėk bulvę stabiliai ant stalo paviršiaus. Peiliu padaryk joje dvi įpjovas 2–3 cm atstumu vieną nuo kitos, pakankamai plačias, kad tilptų elektrodai.
4. Į vieną įpjovą įsmeik vario plokštelę / strypelį, į kitą – cinko plokštelę / strypelį.

## **B.2. Matavimų procedūros**

1. Spustelk *Start*, kad surinktum duomenų rinkinį. Šis duomenų rinkinys bus rekoduojamas trečiame E matavimų rinkinyje – Run#3. Šį matavimą pervadink „Bulvė“.
2. Krokodilo tipo gnybtais, raudonąjį įtampos zondo gnybtą prijunk prie varinės plokštelės / strypelio, spustelk *Start* ir tuomet juodąjį gnybtą prijunk prie cinko plokštelės / strypelio. GLX ekrane pamatysi besibrėžiantį grafiką. Matavimą tęsk.
3. Atjunk juodąjį gnybtą nuo cinko plokštelės, plokštelę ištrauk, o vietoje jos įsmeik kito metalo, kuris įrašytas antroje lentelės eilutėje, plokštelę ir prijunk prie jos įtampos zondo juodąjį gnybtą. Stebėk besibrėžiantį grafiką.
4. Pakeisk antrąjį metalą trečiuoju metalu, kuris įrašytas kitoje tavo lentelės eilutėje.
5. Kartok veiksmus, aprašytus 3 punkte, kol įtampos visoms metalų poroms (su variu) bus rekoduotos.
6. Spustelk *Stop* ir baik rinkti duomenis. GLX ekrane pamatysi grafiką, kaip 7 pav. (a, b, c).

**Kl.** Ar yra elektrolito tirpalo bulvėje?

## **C. Tyrimas su pomidoru**

### **C.1. Priemonių parengimas darbui**

1. Ištrauk abi metalines plokšteles / strypus iš bulvės.
2. Nuplauk plokšteles / strypus vandeniu ir išdžiovink
3. Peiliu pomidore padaryk dvi įpjovas 2–3 cm atstumu vieną nuo kitos elektrodams įkišti.
4. Į vieną įpjovą įsmeik vario plokštelę / strypelį, į kitą – cinko plokštelę / strypelį.

### **C.2. Matavimų procedūros**

1. Spustelk *Start*, kad surinktum duomenų rinkinį. Šis duomenų rinkinys bus rekoduojamas ketvirtajame E matavimų rinkinyje – Run#4. Šį matavimą pervadink „Pomidoras“.
2. Krokodilo tipo gnybtais raudonąjį įtampos zondo gnybtą prijunk prie varinės plokštelės / strypelio, spustelk *Start* ir tuomet juodąjį gnybtą prijunk prie cinko plokštelės / strypelio. GLX ekrane pamatysi besibrėžiantį grafiką. Matavimą tęsk.
3. Tolimesnius veiksmus kartok kaip ir tyrime su citrina ar bulve, kol E visoms metalų poroms (su variu) bus rekoduotos.
4. Spustelk *Stop* ir baik rinkti duomenis. Gausi grafiką, kaip 6 pav. (a, b, c).

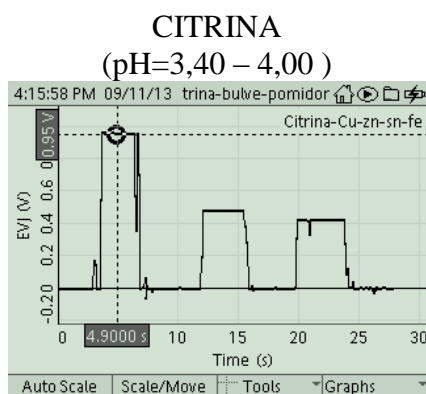
**Kl.** Ar yra elektrolito tirpalo bulvėje?

## **3. Eksperimento (II dalies: A, B, C) rezultatai ir jų analizė:**

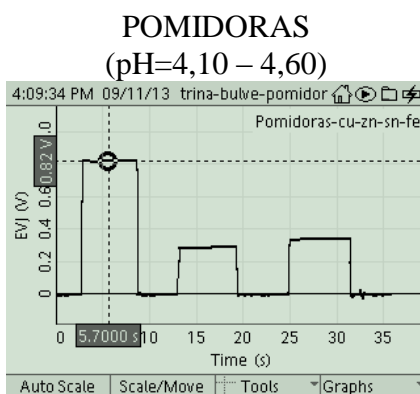
Atverk matavimo duomenų seriją su *citrina* (5 pav. a, b, c). Sumaniuoju įrankiu (*Smart Tool*) iš įrankių (*Tools*) meniu atskaityk E vertes, kurias citrina kuria su vario ir cinko bei vario ir kitų metalų elektrodais ir surašyk jas į GLX ar Excel lentelę (2 lentelė).

Po to atverk matavimų serijas su *pomidoru* (6 pav. a, b, c) ir *bulve* (7 pav. a, b, c) ir išmatuok skirtingų metalų porų kuriamas E juose. Sukurk GLX ar Excel lentelę ir surašyk į ją matavimų duomenis.

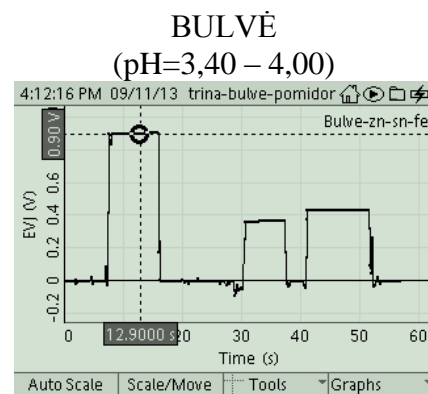
(Jei pasirinkai kitus vaisius ir daržoves bei kitas metalų poras – tai atsispindės tavo matavimuose).



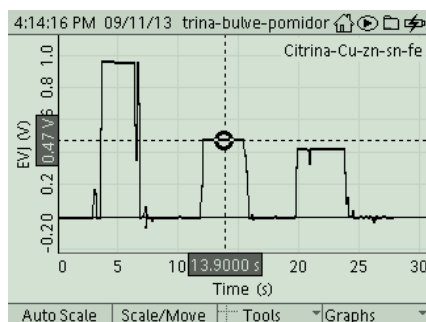
**5 a pav.** Cu- Zn, EVJ=0,95 V



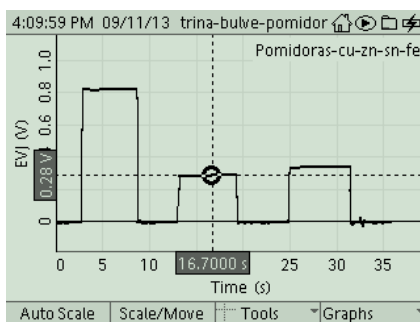
**6 a pav.** Cu- Zn, EVJ=0,82 V



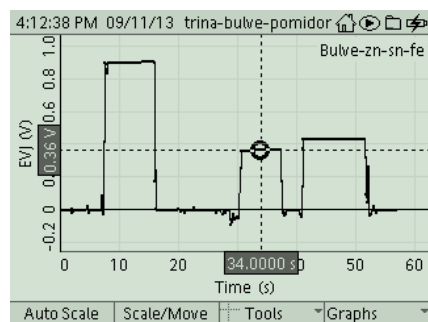
**7 a pav.** Cu- Zn, EVJ=0,90 V



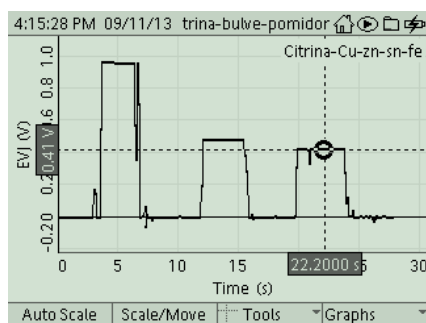
**5 b pav.** Cu- Sn, EVJ=0,47 V



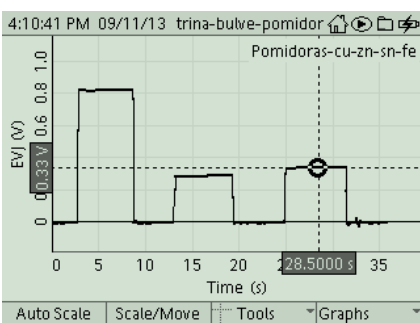
**6 b pav.** Cu- Sn, EVJ=0,28 V



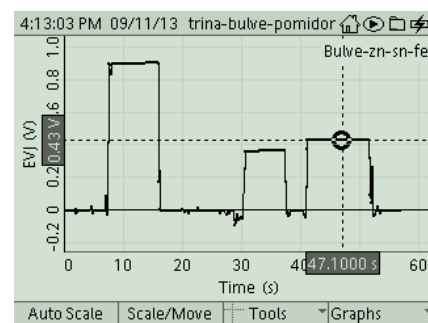
**7 b pav.** Cu- Sn, EVJ=0,36 V



**5 c pav.** Cu- Fe, EVJ=0,41 V



**6 c pav.** Cu- Fe, EVJ=0,33 V



**7 c pav.** Cu- Fe, EVJ=0,43 V

**2 lentelė.** Matavimų duomenys

|          | E, V<br>HCl 1M<br>tirpalas | EVJ, V<br>Citrina<br>(pH=3,40-4,00) | EVJ, V<br>Bulvė<br>(pH=3,40-4,00) | EVJ, V<br>Pomidoras<br>(pH=4,10-4,60) | EVJ, V<br>Kiti |
|----------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| Cu su Zn |                            | 0,87 ( 95 )                         | 0,90                              | 0,82                                  |                |
| Cu su Sn |                            | 0,42 ( 47 )                         | 0,36                              | 0,28                                  |                |
| Cu su Fe |                            | 0,38 ( 41 )                         | 0,43                              | 0,33                                  |                |

Išrikiuok metalus eilės tvarka nuo didžiausios kuriamos E iki mažiausios:

- *citrinos* baterijoje,
- *bulvės* baterijoje,
- *pomidoro* baterijoje.

**Mokiniai padaro išvadas (II eksperimento dalies):**

- Ar elektrocheminės baterijos, pagamintos iš HCl, citrinos, bulvės, pomidoro elektrolito tipas turi įtakos metalų aktyvumo eiliškumui?
- Kokie komponentai reikalingi galvaniniam elementui pagaminti?
- Kas buvo elektronų šaltinis tavo sukurtuose galvaniniuose elementuose?

- Padaryk išvadą, ar priklauso galvaninio elemento (GE) kuriama EVJ nuo elektrodų prigimties?
- Kuri tavo tirta elektrodų pora 0,1M HCl elektrolite sukūrė didžiausią E? Kuri – mažiausią?
- Koks šios poros elektrocheminių potencialų skirtumas (iš lentelių)?
- Ar priklauso galvaninio elemento E nuo elektrolito prigimties?
- Padarykite išvadą, kas galvaniniame elemente labiau lemia kuriamos E dydį: skirtingų metalų pora ar elektrolito prigimtis?

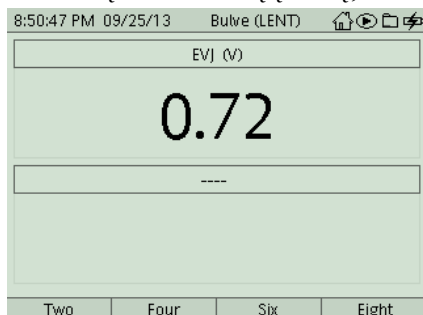
### Mokiniai padaro išvadas (I ir II eksperimento dalies):

- Tiek tyrime su HCl, tiek vaisiuose ir daržovėse, įsmeigus du *skirtingų* metalų elektrodus, vyko savaiminės oksidacijos-redukcijos reakcijos. Tuo pasinaudojant, buvo išgauta elektros energija.
- Tyrimas parodė, kad GE kuriama elektrovara priklauso nuo elektrodų prigimties: kuo labiau nutolę metalai metalų aktyvumo eilėje, tuo didesnė E kuriama.
- Tyrimas parodė, kad galvaninio elemento E priklauso nuo elektrolito prigimties: skirtingų vaisių ir daržovių pH yra nevienodas. E, skirtinguose vaisiuose ir daržovėse sukurta su ta pačia elektrodų pora, skiriasi.

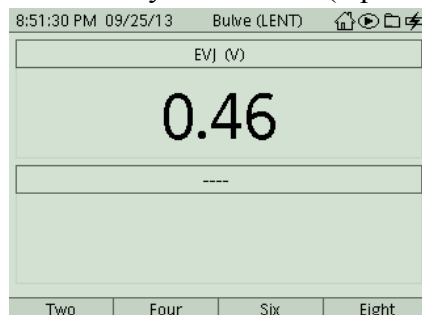
### Pasiūlymai / patarimai mokytojui

Šio eksperimento metu matavimų duomenis GLX'u galime vaizduoti ne tik grafiniame, bet ir skaitmeniniame, ar lentelių displėjuje. Kai vaizduojama *skaitmeniniame* displėjuje (8 pav. a, b, c), vienas mokinys matuoja, antrasis – tuoj pat surašo duomenis į savo paties sudarytą lentelę.

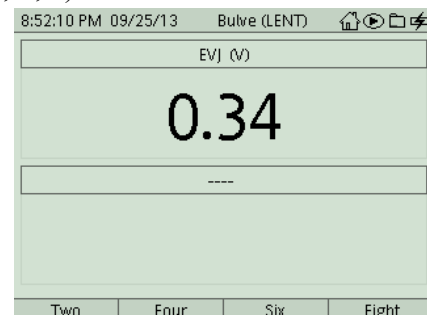
Dirbant GLX *grafiniame* displėjuje, duomenys vaizdinami grafikais. Po to, pasirinkus reikiamą matematinį įrankį, reikiami duomenys atskaitomi (9 pav. a, b, c).



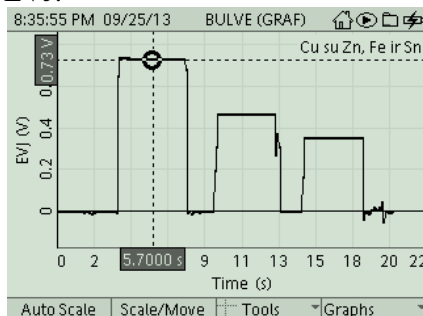
**8 a pav.** Vario (Cu) ir Cinko (Zn) elektrodai bulvėje sukūrė 0,72V EVJ.



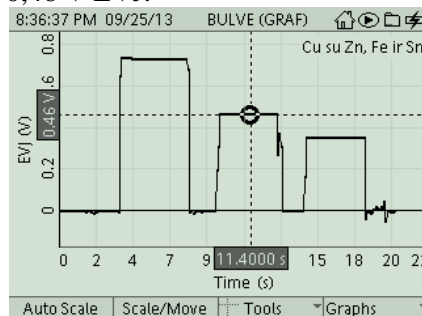
**8 b pav.** Vario (Cu) ir geležies (Fe) elektrodai bulvėje sukūrė 0,46 V EVJ.



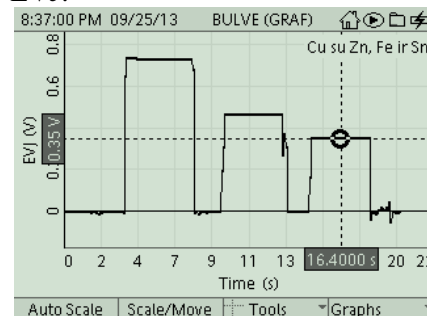
**8 c pav.** Vario (Cu) ir alavo (Sn) elektrodai bulvėje sukūrė 0,34 V EVJ.



**9 a pav.** Vario (Cu) ir Cinko (Zn) elektrodai bulvėje sukūrė 0,73V EVJ.



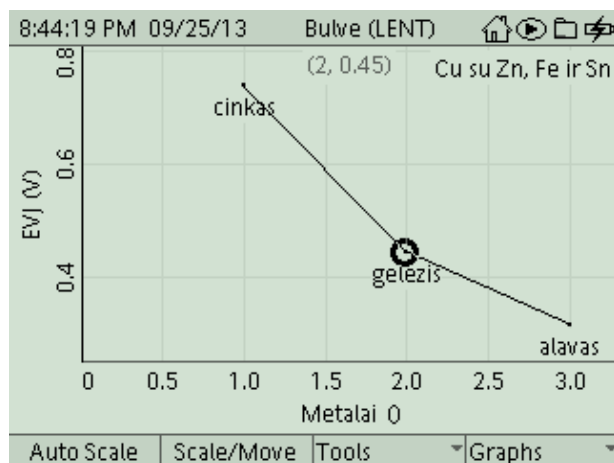
**9 b pav.** Vario (Cu) ir geležies (Fe) elektrodai bulvėje sukūrė 0,46V EVJ.



**9 c pav.** Vario (Cu) ir alavo (Sn) elektrodai bulvėje sukūrė 0,35V EVJ.

| Cu su Zn, Fe ir Sn<br>EVJ (V) |      | Metalai |
|-------------------------------|------|---------|
| 1                             | 0.74 | cinkas  |
| 2                             | 0.45 | geležis |
| 3                             | 0.32 | alavas  |
| 4                             |      |         |
| 5                             |      |         |
| 6                             |      |         |
| 7                             |      |         |
| 8                             |      |         |

**10 a pav.** Vario (Cu), poroje su cinku (Zn), geležimi (Fe) ir alavu (Sn) bulvėje (elektrolite) kuriamos elektrovaros. Matavimas atliktas GLX lentelės displėjuje, savarankiškai suvedant metalų pavadinimus. EVJ vertės į pirmąją GLX lentelės skiltį ateina automatiškai. Varis į lentelę neįrašomas.



**10 b pav.** Tie patys rezultatai pavaizduoti grafiškai.

Dirbant GLX *lentelės* displėjuje, sukuriama lentelė. Metalų pavadinimai surašomi savarankiškai, elektrovaros, kurias matuos įtampos jutiklis, atkeliauja automatiškai. GLX lentelę su suvestais metalų pavadinimais ir jų sukurtomis elektrovaromis poroje su variu (Cu) bulvėje matote (10 a pav.). Dešinėje (10 b pav.) šie duomenys pavaizduoti grafike.

### III -oji eksperimento dalis. Sukurti geriausią, vartotojui tinkamą, galvaninį elementą. Išmatuoti jo elektrovarą ir vidinę varžą bei patikrinti jo veikimą.

#### Problemos:

- Kaip pasinaudoti metalų aktyvumo eile, norint sukonstruoti reikiamos E galvaninį elementą? Kaip jungti galvaninius elementus į bateriją, kad būtų gautas šaltinis su didesne E?
- Kaip priklauso baterijos vidaus varža nuo nuosekliai sujungtų GE skaičiaus?
- Kaip praktiškai palyginti įvairių galvaninių elementų vidaus varžas? Iš ko galima spręsti, kad srovės šaltinių su ta pačia E vidaus varžos skiriasi?
- Kokio dydžio E reikia, kad varlės raumuo trukteltų? Ar su turimomis priemonėmis galėtumėte tai patikrinti?

#### 1. Pasirengimas darbui:

*Sudarykite veiksmų planą.*

- 1.1. Pasirinkite elektros srovės imtuvą: juo gali būti žemos įtampos kaitinimo lemputė, šviesos diodas, varikliukas ir kt.
- 1.2. Apžiūrėkite užrašus ant pasirinkto elektros srovės imtuvo. Pavyzdžiui, kaitinimo lemputė: 1,5V, 0,22A. Arba šviesos diodai iš elektronikos rinkinio pažymėti: 57857 (žaliai švytintis) arba 57848 (raudonai švytintis). Ant jų užrašyta 20 mA, tai reiškia, kad .....
- 1.3. Numatykite, kokio srovės šaltinio reikėtų, kad užsidegtų lemputė ar diodas.
- 1.4. Numatykite, kaip pasigaminti reikiamą srovės šaltinį iš turimų vaisių ir daržovių bei metalinių elektrodų porų.
- 1.5. Pagaminkite ir išmatuokite jūsų pagaminto srovės šaltinio E ir vidaus varžą.
- 1.6. Patikrinkite, kaip veikia jūsų pasirinktasis srovės imtuvas.

## 2. *Matavimų procedūros*

*Tarkime, mokiniai pasirinko kaitinimo lemputę (vartotojas), kelias citrinas ir cinko bei vario elektrodus srovės šaltiniui sukurti.*

- 2.1. Apžiūrėkite užrašą ant lemputės. Nurašykite, kokiai įtampai ir kokiam srovės stipriui ji apskaičiuota:  $U = \dots\dots\dots V$ ,  $I = \dots\dots\dots A$ .
- 2.2. *Problema:* ar užtektų vienos citrinos su vienu vario ir vienu cinko elektrodu, kad lemputė užsidegtų? Išmatuokite šio galvaninio elemento  $E$  (0,89 V) (1a pav.). (Palyginkite su antros eksperimento dalies rezultatu su citrina.)  
Išvada: Akivaizdu, kad šios įtampos yra permaža.
- 2.3. *Problema:* Jeigu nuosekliai sujungtumėte dvi tokias citrinas (1 b pav.). Kokia turėtų būti šių dviejų, nuosekliai sujungtų galvaninių elementų iš citrinų EVJ? Atsakymą patikrinkite eksperimentuodami. Ar eksperimentas patvirtino jūsų atsakymą?
- 2.4. Prijunkite 1,5 V; 0,22 A lemputę prie dviejų nuosekliai sujungtų citrinų su vario ir cinko elektrodais. Ar lemputė užsidegė? Kaip galvojate, kodėl? Juk jūsų šaltinio  $E$  daugiau negu 1,5 V.



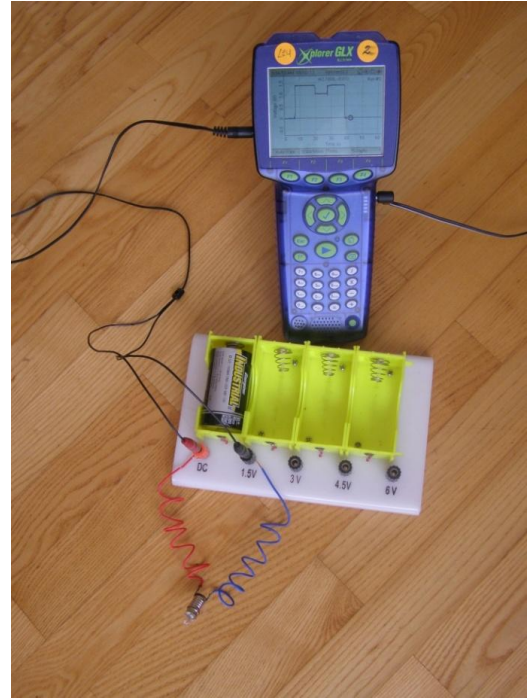
**1 a pav.** Viena citrina su vario ir cinko elektrodais sukūrė 0,97 V elektrovarą. Kokio tikėtės rezultato, jeigu sujungsite dvi citrinas su vario ir cinko elektrodais nuosekliai?



**1 b pav.** Dvi citrinos su vario ir cinko elektrodais sujungtos nuosekliai sukūrė 1,55 V elektrovarą. (Raudonas laidas prie vario elektrodo neprijungtas.) Kokio tikėtės rezultato, jeigu dabar prie jų prijungsite lemputę?



**1 c pav.** Prijungus 1,5 V; 0,22 A lemputę prie dviejų nuosekliai sujungtų citrinų su vario ir cinko elektrodais lemputė nedega, nors tokio šaltinio  $E$  daugiau negu 1,5 V. Voltmetras rodo beveik nulį įtampos krytį ant lemputės. Kaip tai paaiškinti?



**1 d pav.** Tą pačią lemputę prijungus prie pramoninio 1,5 V galvaninio elemento lemputė šviečia, o voltmetras fiksuoja 1,03 V įtampos krytį ant jos.

- 2.5. Atsidarykite GLX grafinį displejų. Grafiniame displejuje spustelkite *Start*, užrašykite dviejų nuosekliai sujungtų citrinų  $E$ , prijunkite lemputę ir išmatuokite įtampos krytį ant lemputės, atjunkite vieną elektrodą ir spustelkite *Stop*. Gausite grafiką, kaip (2 a pav.).
- 2.6. Lemputę prijunkite prie pramoninio 1,5V GE.
- 2.7. Tą pačią matavimo procedūrą pakartokite su pramonišku galvaniniu elementu. Grafiniame displejuje spustelkite *Start*, užregistruokite  $E$ , prijunkite lemputę, užregistruokite įtampos krytį ant lemputės, atjunkite lemputę ir vėl užregistruokite  $E$ . Spustelkite *Stop*. Gausite grafiką, kaip (3 a pav.).

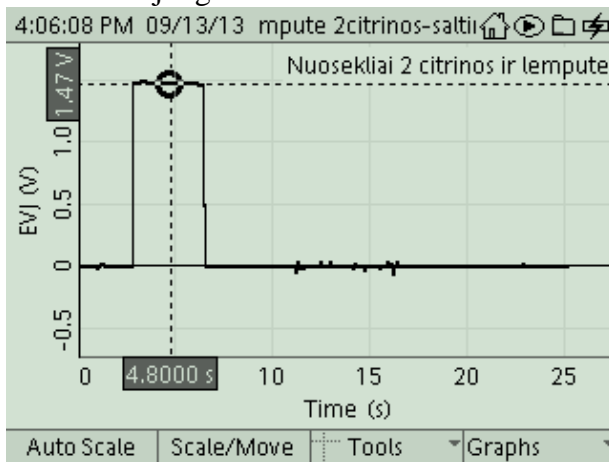
**Žemiau pateikti duomenys, užrašyti GLX grafiniame displejuje.**

### 3. *Eksperimento (III dalies) rezultatai ir jų analizė:*

- 3.1. Atverk grafinį langą su matavimų rezultatais. Sumaniuoju įrankiu (*Smart Tool*) iš įrankių (*Tools*) meniu, rask:
  - 3.1.1. dviejų nuosekliai sujungtų citrinų  $E$  (2 a pav.) įrašyk į III d. (1) lentelę;
  - 3.1.2. įtampos krytį ant lemputės (2 b pav.), t. y. išorinės grandinės dalies ( $U_{i\text{sor}} = IR$ , čia  $I$  – srovės stipris,  $R$  – lemputės varža);
  - 3.1.3. įtampos krytį šaltinio viduje,  $U_{\text{vid}}$  (2 c pav).  $U_{\text{vid}} = E - U_{i\text{sorinė}}$  ( $U_{\text{vid}} = Ir$ , čia  $I$  – srovės stipris,  $r$  – srovės šaltinio vidaus varža). Matavimų rezultatus įrašyk į III d. (1) lentelę.
- 3.2. Analogiškai surask pramoninio galvaninio elemento  $E$ ,  $U_{i\text{sor}}$  ir  $U_{\text{vid}}$  ir rezultatus įrašyk į duomenų lentelę.
- 3.3. Pagal užrašą ant lemputės, apskaičiuok apytikslę lemputės kaitinimo siūlelio varžą  $R$ . Pavyzdžiui, užrašyta: 1,5 V; 0,22 A. ( $R = 1,5 \text{ V} / 0,22 \text{ A} = 6,8 \Omega$ )
- 3.4. Apskaičiuok srovės stiprį per lemputę grandinėje su pramoniniu galvaniniu elementu:  $I = U_{i\text{sorinė}} / R$  ( $I = 1,03 \text{ V} / 6,8 \Omega = 0,15 \text{ A}$ )

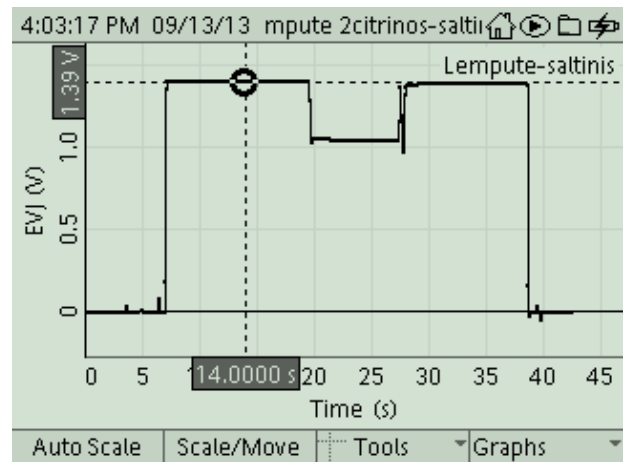
3.5. Apskaičiuok *pramoninio* galvaninio elemento vidaus varžą,  $r$ :  $r = U_{vid}/I$ . Mūsų atlikto eksperimento metu pramoninio elemento vidaus varža buvo:  $(r = 0,36 \text{ V}/0,15 \text{ A}) = 2,4 \Omega$ .

Tyrimo su lempute ir dviem nuosekliai sujungtom citrinom rezultatai

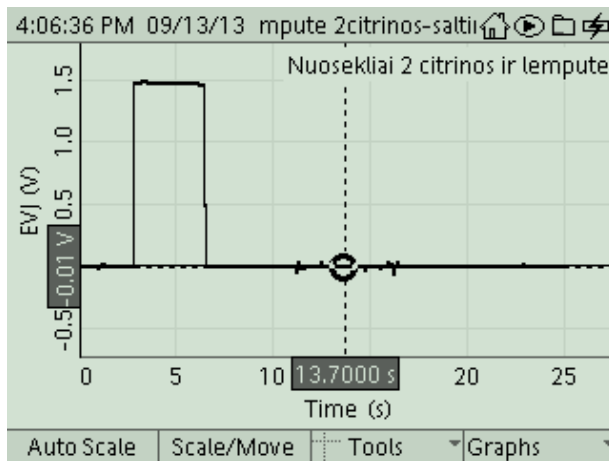


**2 a pav.** Dvi citrinos su vario ir cinko elektrodais sujungtos nuosekliai sukūrė 1,47 V elektrovarą.

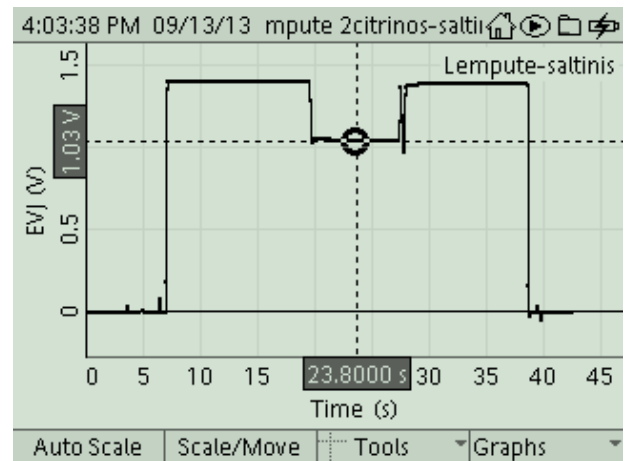
Tyrimo su lempute ir pramoniniu galvaniniu elementu rezultatai



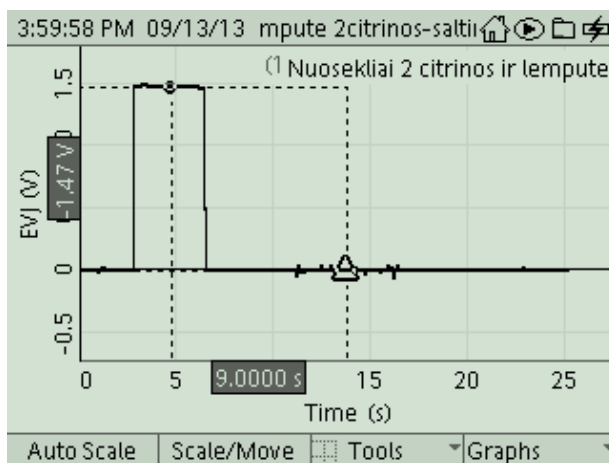
**3 a pav.** Pramoninio galvaninio elemento išmatuota  $E = 1,39 \text{ V}$ .



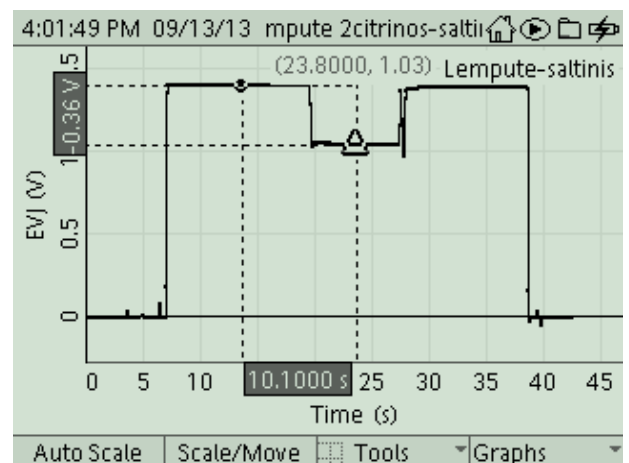
**2 b pav.** Įtampos krytis  $U_{isor} = IR$  ant lemputės beveik lygus „0“. Vadinasi, kad visa įtampa krinta šaltinio viduje ( $U_{vid} = Ir \approx E$ ).



**3 b pav.**  $U_{isor} = IR$  ant lemputės 1,03 V.



**2 c pav.**  $E - U_{isorinė} = U_{vid} \approx E$



**3 c pav.** Skirtumo įrankiu (*Delta Tool*) iš įrankių meniu (*F3*), randame įtampos krytį šaltinio viduje:  $E - U_{isor} = U_{vid} = Ir$ .



III d. 1 lentelė

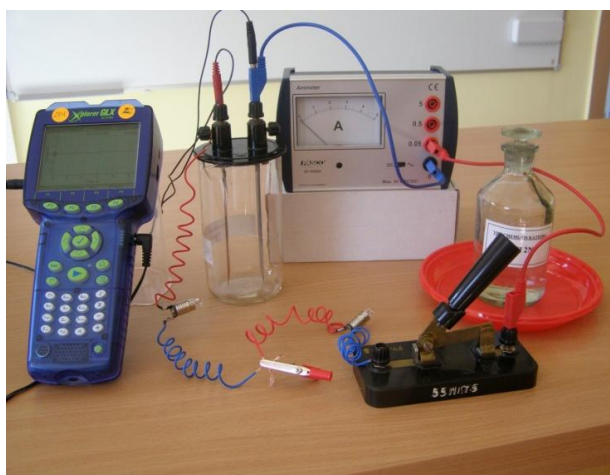
|                       | Tyrimo su lempute ir dviem nuosekliai sujungtomis <i>citrinomis</i> rezultatai | Tyrimo su lempute ir <i>pramoniniu</i> galvaniniu elementu rezultatai |
|-----------------------|--|---|
| E, V                  | 1,47   | 1,39  |
| $U_{i\text{šor}}$ , V | 0  | 1,03  |
| $U_{\text{vid}}$ , V  | 1,47   | 0,36  |
| R, $\Omega$           | 6,8  | 6,8   |
| I, A                  | $\approx 0$  | 0,15  |
| r, $\Omega$           | Labai didelė. O kokia?   | 2,4   |

#### Mokiniai padaro III dalies išvadas:

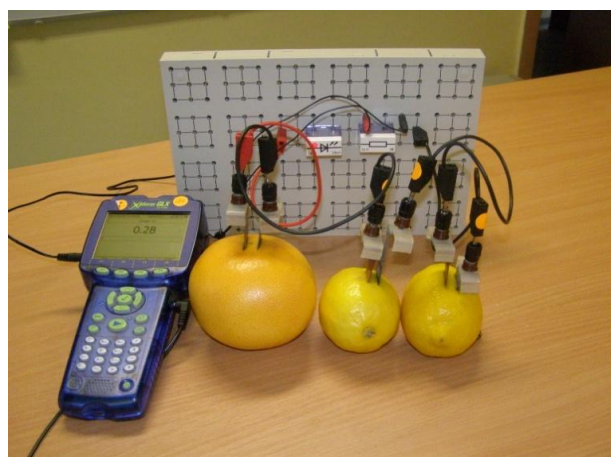
- Dirbančio GE potencialų skirtumas yra mažesnis už jo elektrovarą, ir šių dydžių skirtumas priklauso nuo išorine grandine tekančios srovės stiprio.
- Eksperimentas parodė, kad, kai srovės šaltinio (GE) vidinė varža yra labai didelė, palyginti su išorinės grandinės varža (elektros srovės imtuvo), grandine teka silpna srovė: 1,2 V, 0,22 A lemputė, prijungta prie dviejų nuosekliai sujungtų citrinų su cinko ir vario elektrodais (E – 1,8 V), neįsižiebia, o nuo 1,5 V cheminio elemento – įsižiebia.

#### Klausimai ir užduotys

- Kaip srovės šaltinio vidaus varža lemė srovės stiprį grandinėje?
- Su kokiomis problemomis susidūrėte skaičiuodami srovės šaltinio iš dviejų nuosekliai sujungtų citrinų vidaus varžą? Kokia ji, palyginti su šio pramoninio galvaninio elemento vidaus varža?
- Pasiūlykite būdą, kaip sumažinti jūsų pagaminto srovės šaltinio vidaus varžą.
- Pasiūlykite būdą, kaip sukurti galvaninį elementą (bateriją), kurį prijungus, duotoji lemputė užsidegtų.
- Patikrinkite, ar elektrocheminio elemento kuriama E priklauso nuo elektrodų paviršiaus ploto, panardinimo gylio, atstumo tarp jų? Kas, jūsų manymu, priklauso nuo šių faktorių ir kaip eksperimentuojant tai patikrinti?



**4 pav.** Kol elektrolitas (HCl 1M) į cheminę stiklinę neįpilta, nuosekliai sujungta grandine srovė neteka. Įpilus elektrolitą, GLX rodytų įtampą kryžį ant išorinės grandinės dalies, ampermetras – srovės stiprį grandinėje, tačiau kaitinimo lemputės nešviečia. Kodėl?



**5 pav.** Sujungus tris citrusinius vaisius su cinko ir vario elektrodais nuosekliai ir prijungus prie tokio srovės šaltinio raudoną šviesos diodą ir 1 k $\Omega$  varžą iš elektronikos rinkinio, diodas šviečia ryškiai.

### Pasiūlymai / Rekomendacijos mokytojui:

Mokiniai trečiąją eksperimento dalį gali atlikti nuosekliai jungdami GE iš 1 M druskos rūgšties ar vandeninio NaCl tirpalo. Matuoti E ir srovės stiprį grandinėje su viena ir dviem nuosekliai sujungtomis kaitinimo lemputėmis ir pagal Omo dėsnį uždarajai grandinei skaičiuoti sukurtų baterijų vidaus varžas (4 pav.).

### Mokiniai padaro išvadas:

- Tiek tyrime su HCl, tiek vaisiuose ir daržovėse, įsmeigus du skirtingų metalų elektrodus, vyko savaiminės oksidacijos-redukcijos reakcijos, kurių metu, persiskirsčius elektros krūviams, galvaniniuose elementuose buvo sukaupta potencinė energija.
- Tyrimas parodė, kad GE kuriama E priklauso nuo elektrodų prigimties: kuo labiau nutolę metalai metalų aktyvumo eilėje, tuo didesnė E kuriama. Mūsų atliktame eksperimente visais atvejais didžiausią E gavome su cinko (Zn) ir vario (Cu) elektrodų pora.
- Galvaninio elemento atveju elektronai išorine grandine juda iš aktyvesnio metalo pasyvesnio metalo kryptimi. Elektros srovės kryptis žymima priešingai.
- Tyrimas parodė, kad galvaninio elemento E priklauso nuo elektrolito prigimties: skirtingų vaisių ir daržovių pH yra skirtingas. E, sukurta įvairiuose vaisiuose ir daržovėse su ta pačia elektrodų pora, skiriasi.
- Prijungus prie GE elektros srovės imtuvą, voltmetru galima išmatuoti įtampos kryptį ant išorinės grandinės dalies (pvz., lemputės).
- Įtampos kryptis ant išorinės grandinės dalies yra mažesnis už GE elektrovarą. Dalis įtampos krinta GE viduje.
- Eksperimentas parodė, kad, kai srovės šaltinio (GE) vidinė varža yra labai didelė, palyginti su išorinės grandinės varža (elektros srovės imtuvo), grandine teka silpna srovė: 1,2 V 0,22A lemputė, prijungta prie dviejų nuosekliai sujungtų citrinų su cinko ir vario elektrodais ( E – 1,8 V), neišsižiebia, o nuo 1,5 V cheminio elemento – išsižiebia.

### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI

| Klausimai  | Atsakymai  |
|--|--|
| 1. Kaip vadinamas elektrodas, prie kurio vyksta <i>oksidacija</i> ?                            | 1. Elektrodas, prie kurio vyksta <i>oksidacija</i> , vadinamas <i>anodu</i> .  |
| 2. Kaip vadinamas elektrodas, prie kurio vyksta <i>redukcija</i> ?                             | 2. <i>Katodu</i>   |
| 3. <i>Cinkas (Zn)</i> ar <i>varis (Cu)</i> lengviau praranda elektronus? Kodėl?                | 3. <i>Cinkas (Zn)</i>  |
| 4. Užrašykite lygtį, pagal kurią metalinis cinkas atiduoda du elektronus ir keliauja į skystį. | 4. Metalinis cinkas atiduoda du elektronus ir keliauja į skystį pagal reakciją:<br>$\text{Zn (k)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$ |
| 5. Užrašykite lygtį, pagal kurią metalinis varis nusėda ant vario katodo.                      | 5. Metalinis varis nusėda ant vario katodo pagal reakciją:<br>$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu (k)}$                      |
| 6. Kokia kryptimi juda elektronai išorine grandine?  | 6. Išorine grandine iš Zn elektrodo (anodo) laidais elektronai juda per elektros srovės imtuvą (lemputę ar kt.) į vario (Cu) elektrodą (katodą).         |

|  |  |
|--|--|
| 7. Kas tai yra elektrocheminis srovės šaltinis / galvaninis elementas (GE)?  | 7. Tai įrenginys, kurį sudaro du skirtingų metalų elektrodai panardinti į laidžią terpę. Dėl negrįžtamų cheminių reakcijų, vykstančių riboje tirpalas-kietas kūnas vyksta elektronų ar jonų kaupimasis ant elektrodų. Juose vyksta negrįžtamas cheminių ryšių energijos, sukauptos medžiagų sintezės metu, virsmas perskirstytų krūvių energija. |
| 8. Ko reikia, norint sukurti Voltos tipo galvaninį elementą?   | 8. Du skirtingų metalų elektrodai ir elektrolitas.   |
| 9. Kaip apibūdinti procesą, kuris įvyksta cinko (Zn) ir vario (Cu) elektrodus panardinus į vandeninį druskos rūgšties tirpalą (HCl)?             | 9. Oksidacijos-redukcijos reakcija.  |
| 10. Kokios lygtys aprašo šį procesą?   | 10. $-Zn(k)   HCl(aq)   Cu(k)+$<br>$(-)A: \overset{0}{Zn}(k) - 2e^- \rightarrow Zn^+(aq)$<br>$(+)K: 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow \overset{0}{H_2}(d)$   |
| 11. Kam lygi galvaninio element E?   | 11. $E = \varphi_{katodo} - \varphi_{anodo}$   |
| 12. Kokie energijos virsmas vyksta prie galvaninio elemento prijungus elektros srovės imtuvą (pvz., lemputę)?                                    | 12. Potencinė energija, sukaupta galvaniniame elemente, virsta elektronų kryptingo judėjimo laiduose ir elektros srovės imtuve kinetine energija.  |
| 13. Kokiais fizikiniais dydžiais charakterizuojamas cheminis srovės šaltinis?  | 13. Elektrovara ir vidinė varža  |
| 14. Kas lemia galvaninio elemento kuriamą E?   | 14. Elektrodų elektrocheminių potencialų skirtumas.  |
| 15. Ką parodo srovės šaltinio E ir kokiais vienetais ji matuojama?   | 15. Parodo, kiek šaltinyje sukauptos perskirstytų krūvių potencinės energijos gali virsti kitų rūšių energija.<br>$[E] = 1V = \frac{1J}{1C}$   |
| 16. Kaip ir kuo galima išmatuoti elektros srovės šaltinio / galvaninio elemento E?   | 16. Didelės varžos voltmetru   |
| 17. Kaip matuojant E suprasti, kuris galvaninio elemento polius yra teigiamas, kuris – neigiamas?  | 17. Pagal magnetoelektrinės sistemos voltmetro rodyklės pasisukimą arba pagal ženklą prieš elektrovaros vertę skaitmeninio įtampos matuoklio ekrane.   |
| 18. Kas yra oksidacijos reakcija?  | 18. Oksidacija – elektronų atidavimas.   |
| 19. Kas yra redukcijos reakcija?   | 19. Redukcija – elektronų prisijungimas.   |
| 20. Prie kurio metalo: $-Zn(k)   HCl(aq)   Cu(k)+$ galvaniniame elemente vyksta oksidacijos ir prie kurio – redukcijos reakcija? Užrašykite jas. | 20. Oksidacijos reakcija prie cinko elektrodo, redukcijos prie vario elektrodo.  |
| 21. Atliekant tyrimus su vaisiais ir daržovėmis, ar visais atvejais cinko elektrodas buvo neigiamas, o vario teigiamas?                          | 21. Mūsų atliktuose tyrimuose – taip.  |

|   |  |
|---|--|
| 22. Ar jūsų tyrimai parodė, kad galvaninio elemento kuriama $E$ priklauso nuo elektrolito prigimties? Atsakymą pagrįskite eksperimento duomenimis.  | 22. Taip.  |
| 23. Kaip mes suprantame, kas tai yra pH?  | 23. Techniškai, pH – tai yra vandenilio jonų koncentracija.  |
| 24. Koks pH įvertinimo intervalas?  | 24. pH įvertinimo intervalas yra nuo <b>0</b> iki <b>14</b> , kur maži skaičiai reiškia didelį <b>rūgštingumą</b> .  |
| 25. Kokiame pH intervale terpė laikoma rūgščia, kokiame – šarminė? Koks pH laikomas neutralios terpės rodikliu?   | 25. Rūgščių tirpalų $pH < 7$ , šarminių $pH > 7$ , neutralių $pH = 7$ .  |
| 26. Ar tyrimai su vaisiais ir daržovėmis rodo ryšį tarp $E$ ir pH?  | 26. Taip.  |
| 27. Kokia dar yra svarbi srovės šaltinio charakteristika be $E$ ?   | 27. Vidinė varža   |
| 28. Kaip, prijungus lemputę prie srovės šaltinio, galima spręsti apie to šaltinio vidaus varžą?   | 28. Nors šaltinio $E$ ir pakankama, lemputė gali nedegti. Srovės stipri uždarajoje grandinėje lemia pilnutinė grandinės varža ( $R + r$ ).   |
| 29. Kas pakistų galvaniniame elemente suartinus elektrodus? Paėmus tų pačių medžiagų didesnio paviršiaus ploto elektrodus? Didesnės koncentracijos elektrolitą? Giliau panardinus elektrodus?   | 29. Galvaninio elemento vidaus varža. Dėl didesnės koncentracijos elektrolito gali pakisti ir $E$ .  |
| 30. Ar pakistų įtampos kryptis ant išorinės grandinės dalies (pvz., lemputės), suartinus elektrodus? Paėmus tų pačių medžiagų didesnio paviršiaus ploto elektrodus? Giliau panardinus elektrodus? Kas šiais atvejais pakinta galvaniniame elemente? | 30. Taip, nes, sumažėjus vidinei varžai, pilnutinė varža irgi sumažėja. $E$ , kuri priklauso nuo elektrodų elektrocheminių potencialų skirtumo, nekinta, taigi srovės stipris $I = \frac{E}{R+r}$ turi padidėti ir kartu turi padidėti įtampos kryptis ant išorinės grandinės dalies varžos $R$ . $U_{išorinė} = IR$ . |
| 31. Kas yra elektrolitas žalioje (nevirtoje) mėsoje?  | 31. Raumenyse, plazminėje membranoje yra $Ca^{2+}$ jonų atsargų? Šie jonai atsakingi už raumenų susitraukimus? (Mėšlungis dėl kalcio ir magnio jonų trūkumo)   |
| 32. Dėl ko negalima valgyti vaisių ir daržovių, į kuriuos buvo įsmeigti cinko (Zn) elektrodai?  | 32. <b>Susidaro cinko jonai (<math>Zn^{2+}</math>), kurie yra kenksmingi.</b>  |

#### 4.5. FOTOSINTEZĖ (O<sub>2</sub> SLĖGIO MATAVIMO METODU)

##### Bendrosios ugdymo programos. Pagrindinis ugdymas.

Gamtamokslis ugdymas. 9–10 klasės.

| 2. Organizmų sandara ir funkcijos   |  |
|---|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokiant organizmų sandaros ir funkcijų vienovę, gyvybės trapumą, gerbti gyvybę, jausti atsakomybę, saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą. |  |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas   |
| 2.2. Paaikškinti fotosintezės, kvėpavimo <...> reikšmę gyvojoje gamtoje.  | 2.2.1. Apibūdinti fotosintezės ir kvėpavimo metu vykstančius energijos virsmus organizme. Susieti šiuos procesus su deguonies ir anglies dioksido apytaka gamtoje. |

##### Bendrosios ugdymo programos:

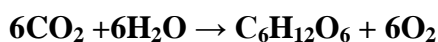
Vidurinis ugdymas. Gamtamokslis ugdymas. Integruotas gamtos mokslų kursas. 11–12 klasės. Bendrasis kursas. 11–12 klasės.

| 5. Organizmas  |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.        |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Paaikškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.<...> |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 5.2. Apibūdinti energijos ir medžiagų virsmus ląstelėje ir organizme.  | 5.2.3. Apibūdinti fotosintezę kaip augalų ląstelėse vykstantį procesą, kurio metu šviesos energija vartojama organinėms molekulėms sintetinti.<br>5.2.4. Susieti augalų fotosintezės procesą su gliukozės ir deguonies panaudojimu augalų ir gyvūnų ląstelėse. |

##### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Svarbiausios cheminės reakcijos vyksta žaliuose medžių ir žolių lapuose mikroorganizmuose melsvadumbluose, kai į juos patenka saulės šviesa. Saulės apšviestame žaliame lape vyksta visai Žemės gyvybei būtinas procesas fotosintezė. Jo metu susidaro mums visiems reikalingos masto medžiagos ir deguonis. Lapai sugeria iš oro anglies dioksido (CO<sub>2</sub>) dujas ir suskaido jo molekules į anglį ir deguonį. Tai vyksta chlorofilo molekulėse, kurios yra veikiamos saulės spindulių. Augalai iš žemės šaknimis siurbia vandenį ir mineralines medžiagas, kurie yra naudojami susidarant organinėms medžiagoms (baltymų, riebalų, angliavandenių molekulėms, t. y. mūsų ir gyvūnų maistui). Visame tame dalyvauja saulės spindulių energija. Čia svarbu ne tik pati energija, bet ir jos forma. Fotosintezė galima tik veikiant tam tikro spektro intervalo šviesai.

Šio eksperimento metu mokiniai tirs šviesos ir tamsos fotosintezės fazes. Tyrimo objektu bus pasirinktas vandens augalas – elodėja. Vandenyje yra ištirpusio oro. *Apšvietus* vandenyje panardintą elodėją, tam tikro intensyvumo šviesa, vyksta cheminė reakcija:



kurios metu, augalo sugertas anglies dioksidas reaguoja su vandeniu ir šios reakcijos metu susidaro gliukozė bei išskiria deguonis. Gliukozė yra kaupiama augaluose.

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Į didelį mėgintuvėlį (ar kitą skaidrų indą) su vandeniu mokiniai panardins elodėją (ar kitą vandens augalą). Viena tyrimo dalis bus atliekama apšviečiant augalą balta šviesa, antroji – tamsoje. Mokiniai tirs dvi fotosintezės fazes: šviesos ir tamsos. Tyrimo metu registruos augalo apšviestumą (šviesos intensyvumą) ir slėgio kitimą virš vandens su vandens augalu paviršiaus bei stebės vandenyje vykstantį procesą.

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu, kaip struktūruotas tyrinėjimas.**

Šį darbą galima atlikti ir kaip **III lygmens tyrinėjimą**. Šiuo atveju papildomai mokiniai galėtų tirti procesą žalioje šviesoje bei esant skirtingiems šviesos intensyvumams.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema.** Ko reikia, kad vyktų fotosintezė? Kaip suprasti, kad ji vyksta? Kokie jos rezultatai?

**Tyrimo hipotezė.** Vandenyje panardintą augalą apšvietus balta šviesa, augalas „sugeria“ anglies dioksidą ir išskiria deguonį, o jame, šviesos poveikyje, kaupiasi angliavandeniai.

**Eksperimento tikslas** – O<sub>2</sub> slėgio matavimo metodu įrodyti, kad vyksta fotosintezė. Išmatuoti dėl fotosintezės metu susidariusio deguonies oro slėgio padidėjimą virš vandens su vandens augalu paviršiaus. Tyrimą atlikti apšviečiant augalą tam tikro intensyvumo balta šviesa ir tamsoje. Gautą rezultatą palyginti ir padaryti išvadas.

### Laukiami rezultatai:

- Giliau supras fotosintezės reiškinių.
- Gebės susieti fotosintezės procesą su deguonies ir anglies dioksido apytaka gamtoje.
- Gebės naudoti įrangą šviesos intensyvumo ir slėgio matavimams.
- Gebės duomenis vaizduoti grafikais, atlikti grafinių duomenų lyginamąją analizę.
- Bus ugdomas supratimas, kodėl reikia saugoti žaliąją gamtą.

### Eksperimento priemonės:

- GLX, NOVA5000, SPAK'as ar grafinis duomenų kaupiklis;
- Slėgio, apšviestumo, temperatūros jutikliai (gali būti daugiafunkciniai);
- Vandens augalas (akvariuminė žolė – geriausia elodėja);
- Kaitinimo lempa (220V, 120W) su reflektoriumi (gali būti stalinė lempa);
- Žalias šviesos filtras;
- Didelis mėgintuvėlis su sandariu kamščiu (gali būti ir kitas indas);
- Stiklinė (apie 10 cm skersmens) su vandeniu;
- Matavimo ruletė arba ilga liniuotė;
- Kompiuteris (nebūtinai);
- Juodo polietileno skiautė indui apsupti;
- Popierinis rankšluostis;
- Lipni juostelė.

## Darbo eiga

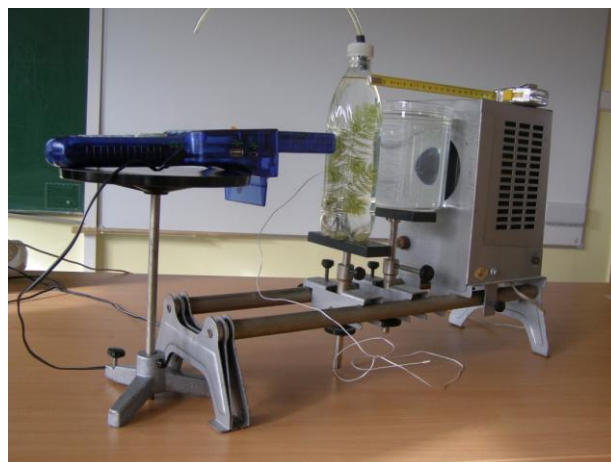
### 1. Priemonių parengimas darbui:

- 1.1. Atplėškite augalo šakelę tokio ilgio, kad, įmerkus į vandenį, jo viršūnėlė būtų apsemta.
- 1.2. Prie augalo pririškite sunkų krovinėli (gali būti kelios metalinės sąvaržėlės).
- 1.3. Į mėgintuvėlį pripilkite vandens ir panardinkite į jį augalą.
- 1.4. Mėgintuvėlį sandariai užkimškite kamščiui su skylė. Tarp vandens paviršiaus ir kamščio palikite nedidelį oro tarpą.
- 1.5. Prie GLX prijunkite slėgio, apšvietos ir temperatūros jutiklį.

- 1.6. Slėgio jutiklį vamzdeliu su greito prijungimo-atjungimo jungtimis sujunkite su indu, kuriame panardintas augalas (1 pav.).
- 1.7. Priešais indą su augalu pastatykite kaitinimo lempą su gaubtu, o tarp jų – cheminę (apie 10 cm skersmens) stiklinę, šilumai absorbuoti.
- 1.8. Už indo su augalu padėkite GLX'ą taip, kad apšviestumo jutiklis būtų ties šviesos srauto kritimo į augalą vieta (2 pav.).
- 1.9. Indą su augalu apgaubkite juoda plėvele.



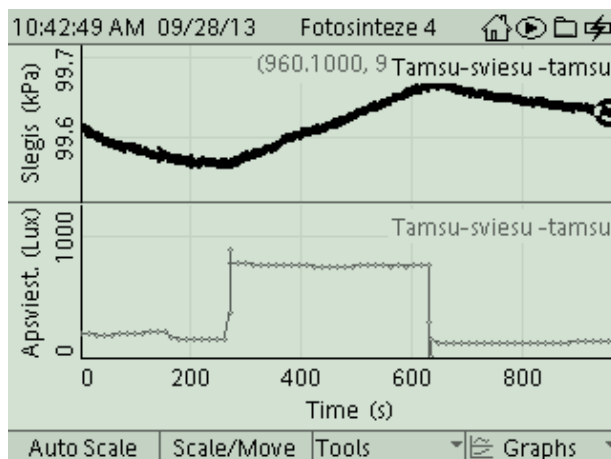
**1 pav.** GLX'as su apšvietos ir slėgio-temperatūros jutikliu. Į pastarojo temperatūros lizdą įjungtas greito reagavimo temperatūros jutiklis / zondas. Slėgio lizdas vamzdeliu su greito prijungimo-atjungimo gnybtu sujungtas su indu, kuriame vandenyje panardintas augalas. GLX'o skaitmeniniame displėjuje vienu metu matome pradinį slėgį, apšvietimą ir temperatūrą.



**2 pav.** Už indo su augalu padėtas GLX'as taip, kad apšvietos jutiklis būtų ties šviesos srauto kritimo į augalą vieta.

## 2. *Matavimų procedūros*

- 2.1. Matavimą pradėkite tamsoje: spustelkite *Start*, kai augalas yra neapšviestas.
- 2.2. Po 3–5 minučių indą su augalu apšvieskite: nuimkite plėvelę ir įjunkite lempą. Stebėkite apšviestą augalą vandenyje ir besibrėžiantį grafiką GLX'o ar NOVOS ekrane.
- 2.3. Matavimą šviesoje tęskite 6–8 minutes.
- 2.4. Išjunkite lempą ir indą vėl apgaubkite juoda plėvele. Dar kelias minutes tęskite matavimą ir po to – spustelkite *Stop*. GLX ekrane gausite grafiką, panašų kaip 3 pav.



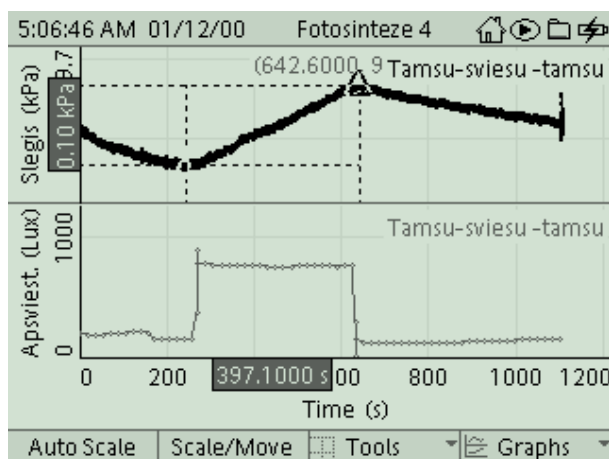
**3 pav.** Baigę matuoti, GLX ekrane matysite slėgio ir apšvietos kitimo grafikus, panašius, kaip šiame paveiksle. Atkreipkite dėmesį į tai, kad visiškos tamsos šio eksperimento metu nebuvo.

## 3. *Eksperimento rezultatai ir jų analizė*

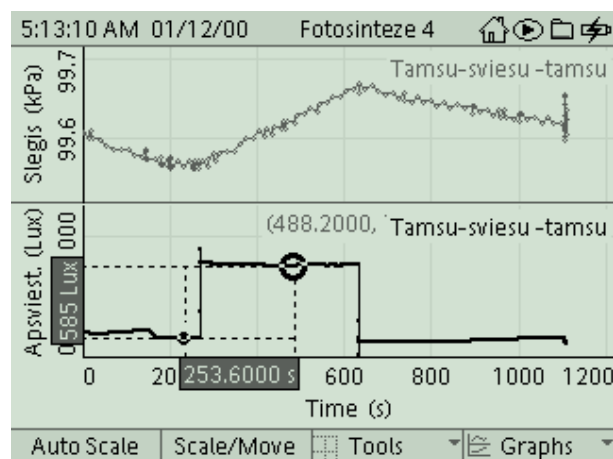
*Eksperimento rezultatus analizuokite lygindami slėgio ir apšviestumo grafikus bei atsakydami į klausimus:*

- Kaip kito slėgis, kai lempa buvo išjungta ir augalas apgaubtas juoda plėvele? Kaip manote, kodėl?

- Kaip kito slėgis lempą įjungus ir nuo augalo nuėmus juodą plėvelę (4 pav.)?
- Koks tuomet buvo augalo apšvieta? Ką matėte stebėdami apšviestą augalą? Kaip manote, kas galėtų būti kylančiuose burbuliukuose? Kaip patikrinti? Kaip vadinasi ši fotosintezės fazė?
- Kiek pakito augalo apšviestumas įjungus lempą, palyginti su pradiniu? (5 pav.) Ar galite teigti, kad jūsų tyrimo pradžioje buvo visiškai tamsu?
- Kiek laiko jūsų tyrime truko šviesos periodas / fazė? Koks procesas vyksta šviesos fazės metu? Kas gaminasi šio proceso metu?
- Ar galima teigti, kad per visą stebėjimo laiką kylančių burbuliukų skaičius kinto? Kaip tai dera su slėgio priklausomybės nuo laiko grafiku?
- Kaip kito slėgis vėl išjungus lempą ir augalą apgaubus juoda plėvele? Kaip manote, ar šiuo atveju galėtumėte stebėti kylančius burbuliukus?



**4 pav.** Įjungus lempą, apšviestumas staiga padidėja (apatinis grafikas), tačiau slėgis kyla palaipsniui (viršutinis grafikas). Analogišką reiškinį stebime ir išjungę lempą. Skirtumo įrankiu (*Delta Tool*) randame, kiek padidėja slėgis įjungus lempą.



**5 pav.** Skirtumo įrankiu (*Delta Tool*) randame, kiek padidėja apšviestumas įjungus lempą.

### Mokiniai padaro išvadas:

- Apšvietę vandenyje panardintą vandens augalą balta šviesa matome, kad pradeda formuotis nuo augalo iš vandens kylantys burbuliukai. Prietaisai fiksuoja oro slėgio virš vandens padidėjimą. Darome išvadą, kad slėgio padidėjimą sąlygoja fotosintezės metu susidaręs ir išsiskyres deguonis.
- Tamsoje / Tamsos fazėje / slėgio padidėjimo neužfiksuota: vadinasi, tamsos fazėje augalas deguonies neišskiria.

### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI

| Klausimai  | Atsakymai   |
|--|---|
| 1. Kas tai yra fotosintezė?  | 1. Procesas, kuriam vykstant šviesos energija paverčiama chemine ryšių energija.  |
| 2. Ko reikia, kad vyktų fotosintezė?                                       | 2. Saulės šviesos, CO <sub>2</sub> , žalių augalų, vandens.   |
| 3. Kokias žinote fotosintezės fazes?                                       | 3. Šviesos ir tamsos fazės.   |
| 4. Kokie produktai susidaro šviesos fazėje (vykstant šviesinei reakcijai)? | 4. Šviesos fazėje (šviesos energijos sugėrimo fazėje): Saulės šviesa E sunaudojama ATP ir NADPH sintetinti, skaidomas vanduo ir išskiriamas susidaręs deguonis. |
| 5. Kokia reakcija vyksta fotosintezės metu?                                | 5. $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{šviesa} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ ,   |



|   |   |
|---|---|
| 6. Iš ko sprendėte, kad apšviestas augalas gamino deguonį? Kaip tai patikrinti?   | 6. Pradėjo kilti burbuliukai ir padidėjo slėgis. Tikrinama su rusenančia kalele. Ji turi užsidegti. |
| 7. Kokius žinote būdus patikrinti, kad fotosintezės metu augalo lapuose kaupiasi krakmolą?  | 7. Atlikti krakmolo tyrimą jodo tirpalu.  |
| 8. Kokią įtaką turi šviesos intensyvumas fotosintezės greičiui?   | 8. Didėjant šviesos intensyvumui fotosintezės greitis didėja.                                       |
| 9. Kas tai yra šviesos intensyvumas (apšvieta (E)) ir kokiais vienetais jis matuojama?  | 9. $[E]=Ix$ .   |
| 10. Ką šiame eksperimente reiktų padaryti, norint apšvietą sumažinti keturis kartus?  | 10. Atstumą du kartus padidinti.  |
| 11. Kurių matomos šviesos spektro sričių bangų energiją geriausiai sugeria augalai? Kokio tai ilgio šviesos bangos? Kokie jų dažniai? | 11. Raudonų ir mėlynų ()  |
| 12. Ar vyktų fotosintezė augalą apšvietus infraraudonaisiais spinduliais? Ultravioletiniais?  | 12. Ne. Nesugertų CO <sub>2</sub> .   |
| 13. Kas atsitiktų su augmenija, jeigu Saulė nustotų švietusi?   | 13. Žūtų.   |
| 14. Šilumai absorbuoti pastatėte stiklinę su vandeniu. Kodėl vanduo yra geras šilumos sugerėjas?                                      | 14. Vandens didelė savitoji šiluma.   |

**Papildomos užduotys III tyrinėjimo lygmeniui:**

- Tyrimą atlikite esant bent trimis skirtingiems šviesos intensyvumams.
- Tyrimą atlikite žalioje šviesoje.

#### 4.6. GLIUKOZĖS IR FRUKTOZĖS OPTINIO AKTYVUMO TYRIMAS

##### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 8. Gyvybės chemija   |   |
|--|---|
| <p><b>Nuostata</b><br/>Atsakingai elgtis su gyvąja ir negyvąja gamta, saugoti ją ir racionaliai naudoti jos išteklius.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Paašškinti biologiškai svarbių organinių medžiagų sandarą ir savybes.</p> |   |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
| 8.3. Paašškinti angliavandenių – gliukozės, fruktozės, sacharozės, krakmolo ir celiuliozės – susidarymą ir biologinę reikšmę.  | 8.3.5. Nurodyti, kad sacharozė yra gliukozės ir fruktozės junginys.                     |
| 9. Šiuolaikiniai tyrimo metodai  |   |
| <p><b>Nuostata</b><br/>Kūrybingai ir saugiai tyrinėti gamtos reiškinius.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Apibūdinti chemijoje taikomus tyrimo metodus.</p>   |   |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
| 9.2. Apibūdinti medžiagų sandaros tyrimo metodus.  | 9.2.5. Pateikti pavyzdžių, kaip fizikiniai medžiagų tyrimo metodais taikomi praktikoje. |

##### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Biologija. Bendrinis kursas. 11–12 klasės.

| 1. Metodologiniai biologijos klausimai   |   |
|--|---|
| <p><b>Nuostata</b><br/>Įvairiais metodais tyrinėti biologinius reiškinius ir procesus.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Analizuoti mokslinius metodus ir biologijos atradimų reikšmę.</p>   |   |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
| 1.3. Taikyti matematikos ir informacijos paieškos žinias ir gebėjimus tyrimų rezultatams apdoroti.   | 1.3.1. Tiksliai atlikti matavimus ir apibendrinti gautus rezultatus. Apskaičiuoti procentus, vidurkius, santykius. Užrašyti gautus rezultatus ir pavaizduoti juos naudojantis kompiuterinėmis technologijomis.  |
| 2. Ląstelė – gyvybės pagrindas   |   |
| <p><b>Nuostata</b><br/>Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paašškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.</p> |   |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
| 2.1. Apibūdinti organinius junginius, įeinančius į ląstelių sudėtį.  | 2.1.1. Apibūdinti angliavandenius kaip energetines, atsargines ir statybines medžiagas ir pateikti šias funkcijas atliekančių angliavandenių pavyzdžių.<br>2.1.2. Atlikti įvairių augalinės kilmės maisto produktų tyrimus pasirinktai organinei medžiagai nustatyti. |

## Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Biologija. Išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

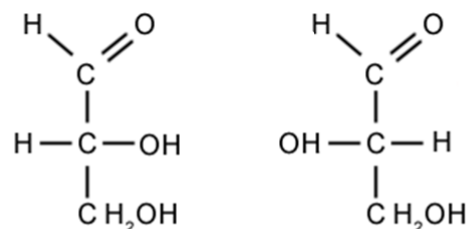
| 1. Metodologiniai biologijos klausimai   |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Įvairiais metodais tyrinėti biologinius reiškinius ir procesus.   |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Analizuoti mokslinius metodus ir biologijos atradimų reikšmę.  |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 1.3. Taikyti matematikos ir informacijos paieškos žinias ir gebėjimus tyrimų rezultatams apdoroti ir problemoms spręsti.                                     | 1.3.1. Tiksliai atlikti matavimus, apibendrinti ir pateikti gautus rezultatus. Apskaičiuoti procentus, vidurkius, santykius. Užrašyti gautus rezultatus, apdoroti juos statistiškai ir pavaizduoti naudojantis kompiuterinėmis technologijomis.  |
| 2. Ląstelė – gyvybės pagrindas   |  |
| <b>Nuostata</b><br>Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.  |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai. |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 2.1. Apibūdinti organinius junginius, įeinančius į ląstelių sudėtį. Paaiškinti šių organinių junginių ir vandens reikšmę organizmo gyvybinėms funkcijoms.    | 2.1.1. Apibūdinti angliavandenius kaip energetines, atsargines ir statybines medžiagas ir pateikti šias funkcijas atliekančių angliavandenių pavyzdžių. Apibūdinti angliavandenių įvairovę (monosacharidai, disacharidai ir polisacharidai) ir susieti ją su jų funkcijomis.<br>2.1.2. Atlikti įvairių augalinės kilmės maisto produktų tyrimus pasirinktai organinei medžiagai nustatyti. |

## LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Kai kurios medžiagos (cukrus, nikotinas, kvarcas) pasuka sklindančios tiesiai poliarizuotos šviesos poliarizacijos plokštumą. Tokios medžiagos vadinamos *optiškai aktyviosiomis*, o poliarizacijos plokštumos pasukimo reiškinys – *optiniu aktyvumu*. Optinį aktyvumą lemia medžiagos sandaros ir struktūros ypatumai. Vienų medžiagų optinis aktyvumas nepriklauso nuo medžiagos agregatinės būsenos. Tokių medžiagų optinį aktyvumą lemia molekulių struktūra, kurioje nėra simetrijos centro ir simetrijos plokštumos. Šiai grupei priklauso organinės medžiagos (pavyzdžiui, cukrus, kamparas), kurios turi anglies atomą, sujungtą su keturiais skirtingais (atomais ar radikalais) pakaitais, vadinamą chiraliniu. Kitos medžiagos yra optiškai aktyvios būdamos tik kristalinės būsenos (pavyzdžiui, kvarcas, valgomoji druska). Šių medžiagų optinį aktyvumą lemia kristalo sandaros asimetrija. Šioms medžiagoms lydantis ar tirpstant jų optinis aktyvumas išnyksta.

Gamtoje egzistuoja po dvi visų optiškai aktyvių medžiagų atmainas: *dešininio* sukimo, kurios poliarizacijos plokštumą suka į dešinę (pagal laikrodžio rodyklę) ir *kairinio* sukimo, kurios poliarizacijos plokštumą suka į kairę (prieš laikrodžio rodyklę). Šiuo metu naudojamos kelios chiralinių junginių nomenklatūros: D, L sistema ir R, S sistema. R, S sistemoje kiekvienas chiralinis atomas molekulėje įvardijamas kaip R ar S atskirai, t. y. tas atomas, kuris suka poliarizacijos plokštumą pagal laikrodžio rodyklę, vadinamas dešininio sukimo R centru, tas, kuris suka poliarizacijos plokštumą prieš laikrodžio rodyklę, kairinio sukimo S centru. D, L sistemoje chiralinį centrą turinčios molekulės lyginamos su mažiausios molekulės, turinčios chiralinį centrą – glicerolio aldehido enantiomerų, geometrine konfigūracija. Glicerolio aldehido enantiomeras, sukantis poliarizuotos šviesos plokštumą į dešinę, žymimas (+) ir vadinamas D-izomeru, o sukantis šviesos plokštumą į kairę optinis izomeras (-), vadinamas L-izomeru (1 pav.).

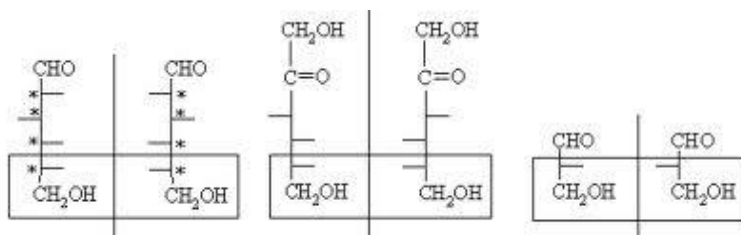
Dauguma monosacharidų turi kelis asimetrinius (chiralinius) anglies atomus. Monosacharidų konfigūracija nustatoma pagal radikalų išsidėstymą prie labiausiai nuo karbonilo nutolusio asimetrinio anglies atomo. D grupei priskiriami tie sacharidai, kuriuose prie paskutinio chiralinio atomo (toliausiai nutolusio nuo karbonilo grupės) hidroksigrupė yra toje pačioje pusėje kaip ir D-glicerolio aldehido, tai yra dešinėje pusėje (pvz., D- ir L-gliukozė, 2 pav.). To paties pavadinimo D- ir L-monosacharidai vadinami **enantiomerais**, jų molekulės yra viena kitos veidrodinis atvaizdas.



D-Glicerolio aldehidas L-Glicerolio aldehidas

**1 pav.** D-glicerolio aldehido ir L-glicerolio aldehido struktūrinės formulės.

Tokių veidrodinės simetrijos molekulių cheminės savybės nesiskiria, tačiau skiriasi geba sukti poliarizacijos plokštumą. Daugelis gyvojoje gamtoje randamų organinių molekulių (baltymai, polisacharidai, nukleorūgštys) yra chiralinės ir atitinkamuose organizmuose sutinkamos tik vienos simetrijos, t. y. pasuka šviesos poliarizacijos plokštumą kuria nors viena kryptimi. Realus dešinysis (+) ar kairysis (-) sukimo kampas priklauso nuo visų molekulėje esančių chiralinių centrų.



D(+)-gliukozė L(-)-gliukozė D(-)-fruktozė L(+)-fruktozė D(+)-glicerolis L(-)-glicerolis  
**2 pav.** Optiniu aktyvumu pasižyminčios molekulės. (\*) pažymėti gliukozės molekulės chiraliniai centrai.

Didelė dalis angliavandenių, žmogui ir kitiems gyviesiems organizmams reikalingų kaip pagrindinis energijos šaltinis, yra chiralinės molekulės. Kad organizmas galėtų pasisavinti cukrų, šis turi būti suskaidytas į fruktozę ir gliukozę. Maisto pramonėje dažnai naudojamas invertuotas cukrus (arba kitaip cukraus sirupas). Jis gaunamas skaidant sacharozę į gliukozės ir fruktozės mišinį. Invertuotame cukruje šių angliavandenių santykis yra 1:1, tačiau šis cukrus yra 1,3 karto saldesnis nei sacharozė ir 1,7 karto saldesnis nei gliukozė. Be to, padidintas fruktozės kiekis saldiklyje daro jį patrauklų cukriniu diabetu sergančiam pirkėjui. Fruktozė priskiriama lėtai tirpstantiems angliavandeniams. Organizme ji pirma paverčiama gliukoze ir tik po to panaudojama. Tai lėtina fruktozės patekimą į kraują. Invertuotas cukrus, kuriame fruktozė ir gliukozė pasiskirsčiusi tam tikru santykiu (toks pats santykis būdingas ir daugumai medaus rūšių) yra labai palanki glikogeno gamybai kepenyse. Glikogenas yra gliukozės atsargų šaltinis, teikiantis reikiamu momentu ląstelėms energiją.

Terminas „invertuotas“ cukrus yra kilęs iš cukraus sirupo koncentracijos nustatymo poliarimetrinio metodo. Sacharozės tirpalas suka šviesos poliarizacijos plokštumą į dešinę pusę (savitasis sūkis yra + 66,5°). Kai tirpalas yra suskaidomas į fruktozę (savitasis sūkis yra - 93°) ir gliukozę (savitasis sūkis yra + 52,6°), suminis poliarizacijos plokštumos sukimas pasikeičia (invertuojasi) iš teigiamo į neigiamą, t.y. pakinta iš + 66,5° į - 40,4°. Taigi, poliarimetru galima nustatyti gliukozės ir fruktozės santykį tirpale.

Invertuoto cukraus dažniausiai yra sirupuose, džemuose, šokoladų užpilduose, cigarečių apvaskaluose, taip pat jis naudojamas alkoholiniuose gėrimuose jų aromatinėms savybėms pagerinti. Invertuotas cukrus pramonėje gaunamas hidrolizuojant sacharozę, kaitinant arba naudojant citrinos bei askorbo rūgštis. Tas pats procesas vyksta ir gamtoje veikiant invertazės fermentui. Šis fermentas išsiskiria žmonių seilių liaukose, todėl valgydami maistą mes vieną iš pirmųjų skonių pajuntame saldumą. Taip pat invertazę naudoja bitės gamindamos medų iš nektaro. Todėl medaus savybės iš esmės yra panašios į invertuoto cukraus. Medus yra daug naudingesnis organizmui nei cukrus, nes jame yra vitaminų, baltymų, eterinių aliejų bei mineralinių medžiagų.

Pagal kilmę medus yra skirstomas į nektaro ir lipčiaus medų. Nektaras – skystas augalų liaukų sekretas, kurį bičių šeima per 5–6 dienas paverčia medumi. Lipčius – kai kurių vabzdžių

(dažniausiai amarų), mintančių augalų sultimis, išskiriamas skystis. Tai vertingas bičių produktas, turintis labai geras antibakterines ir antioksidacines savybes. Nors šis medus yra labai vertinamas Vakarų Europoje, tačiau dėl savo sudėties jis netinka bičių žiemos maistui, nes gali sukelti negalavimus avilio gyventojams.

Medus taip pat turi savybę sukurti poliarizuotą šviesą. Ši savybė priklauso nuo kiekviename meduje esančių angliavandenių. Poliarizacijos plokštumos sukimo kampas ir kryptis priklauso nuo fruktozės ir gliukozės koncentracijų santykio meduje. Nektaro medui būdingos neigiamos poliarizacijos plokštumos sukimo reikšmės, o lipčiaus medui – teigiamos. Pagal gliukozės ir fruktozės kiekį meduje taip pat galima nustatyti, iš kokių augalų medus sunėštas, ar greitai jis kristalizuosis (didesnis gliukozės kiekis lemia greitesnę kristalizaciją). Taip pat invertuoto cukraus kiekis yra vienas iš medaus natūralumo rodiklių. Dažniausiai Lietuvoje įvairių augalų meduje yra apie 34% gliukozės ir 40% fruktozės. Taigi, gliukozės ir fruktozės koncentracijų santykio įvertinimas poliarimetru yra labai svarbus medaus savybių ir kilmės įvertinimo rodiklis.

Pirmasis optinio aktyvumo reiškinį kristale (kvarce) 1811 m. atrado prancūzų fizikas D. Arago, o pirmasis skysčių optinį aktyvumą stebėjo ir ištyrė prancūzų fizikas Ž. Bio. Jis nustatė tokį poliarizacijos plokštumos sukimo dėsnį: šviesos poliarizacijos plokštumos posūkio kampas  $\varphi$  yra tiesiog proporcingas optiškai aktyviojoje terpėje šviesos nueitam keliui  $d$ , t. y.:

$$\varphi = \alpha d ; \quad (1)$$

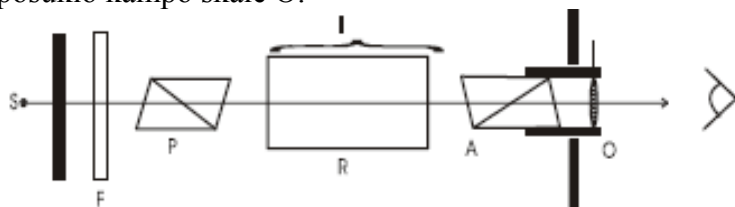
čia  $\alpha$  vadinama *sukimo konstanta*. Tirpaluose poliarizacijos plokštumos posūkio kampas  $\varphi$  priklauso nuo šviesos nueito kelio tirpale  $d$  ir tirpalo masės koncentracijos, išreikštos g/ml,  $c_{w/v}$ :

$$\varphi = \alpha_0 c_{w/v} d , \quad (2)$$

čia  $\alpha_0$  – *savasis poliarizacijos plokštumos sukimo kampas*. Žinant formulę (2) ir išmatavus poliarizacijos plokštumos sukimo kampą, galima nustatyti tirpalo koncentraciją, jei tik žinomas medžiagos savasis poliarizacijos plokštumos sukimas. Savasis poliarizacijos plokštumos sukimas priklauso nuo ištirpintos medžiagos, tirpalo temperatūros ir poliarizuotos šviesos bangos ilgio. Šviesos bangos ilgiui mažėjant, savasis poliarizacijos plokštumos sukimas didėja atvirkščiai proporcingai bangos ilgio kvadratui. Pavyzdžiui, cukraus savasis sukimas  $\alpha_0 = 66,5^0 \text{ ml} / \text{g} \cdot \text{dm}$ , kai tirpalo temperatūra 20 °C ir šviesos bangos ilgis 0,5893  $\mu\text{m}$  arba 589,3 nm.

Prietaisas, skirtas optiškai aktyvių medžiagų koncentracijai nustatyti, vadinamas *poliarimetru*, o pats koncentracijos nustatymo metodas – *poliarimetrija*. Poliarimetrijos metodas plačiai taikomas medicinoje, molekulinėje biologijoje, maisto pramonėje ir ten, kur reikia atpažinti optiškai aktyvias medžiagas ar nustatyti jų koncentraciją bandinyje. Paprasčiausio poliarimetro optinė schema pateikta 3 paveiksle. Šviesa iš šviesos šaltinio S eina per ekraną su diafragma, per optinį filtrą F, poliarizatorių P, kiuvetę su optiškai aktyvios medžiagos tirpalu R ir analizatorių (poliarizatorių) A, įtvirtintą laikiklyje su posūkio kampo skale O.

Kai kiuvetė tuščia ir poliarizatorius bei analizatorius sukryžminti, akimi matomas tamsus stebėjimo laukas. Kai kiuvetė pripildoma optiškai aktyvios medžiagos tirpalu, regimasis laukas nušvinta, kadangi poliarizacijos plokštuma pasisuka. Pasukę analizatorių tol, kol regėjimo laukas vėl užtams, posūkio kampo skalėje išmatuojame poliarizacijos plokštumos pasisukimo kampą. Vizualaus matavimo šiuo metu tikslumas nėra labai didelis, kadangi sunku tiksliai nustatyti, kada (tiksliai) regėjimo laukas visiškai užtamsa. Geresnis matavimo tikslumas pasiekiamas naudojant šviesai jautrius detektorius.



3 pav. Poliarimetro optinė schema

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip struktūruotas tyrinėjimas. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę. Susipažįsta su poliarimetro veikimo principu ir jo naudojimu. Geba paruošti fruktozės ir gliukozės tirpalus kalibravimo grafikui sudaryti ir kiekybiškai nustatyti jų koncentracijas nežinomos koncentracijos fruktozės, gliukozės ar medaus bandiniuose.

Eksperimentas atliekamas naudojant kompiuterinę mokymo sistemą NOVA ir apšvietos jutiklį.

Kadangi eksperimento rezultatai mokiniams nėra iš anksto žinomi, atsiranda galimybė diskusijai grupėse. Rezultatų analizė ir aptarimas gali būti atliekami grupelėmis po 3–5 mokinius. Taupant laiką, siūloma kiekvienai grupei tirti skirtingus bandinius, o darbo rezultatus aptarti ir apibendrinti bei suformuluoti išvadas kartu.

Šį laboratorinį darbą galima atlikti kaip IV lygmens tyrinėjimą. Jį galima siūlyti kaip baigiamąjį tiriamąjį darbą arba kaip projektinį darbą suformuluojant tyrimo problemą.

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema.** Kaip eksperimentiškai pagal poliarizacijos plokštumos posūkio kampą nustatyti gliukozės ir fruktozės koncentraciją.

**Eksperimento tikslas** – išmokyti nustatyti optiškai aktyvių tirpalų poliarizacijos plokštumos posūkio kampą ir išmatuoti gliukozės bei fruktozės tirpalų koncentraciją.

### Tyrimo hipotezės:

- Poliarizacijos plokštumos posūkio kampas priklauso nuo fruktozės ir gliukozės koncentracijos tirpale.
- Gliukozės ir fruktozės santykis skirtingo medaus bandiniuose skiriasi priklausomai nuo medaus kilmės ir kitų veiksnių.

### Laukiami rezultatai:

- Žinos poliarimetro veikimo principą.
- Išmoks surinkti šviesos poliarizacijos plokštumos posūkio kampo matavimo sistemą.
- Gebės pasiruošti fruktozės ir gliukozės tirpalus kalibravimo grafikams sudaryti.
- Žinos, kad gliukozė ir fruktozė suka poliarizacijos plokštumą priešingomis kryptimis, ir sumaišius gliukozės ir fruktozės mėginius tam tikru santykiu poliarizacijos plokštuma nepasukama.
- Išmoks pagal poliarizacijos plokštumos posūkio kampą įvertinti gliukozės ir fruktozės santykį meduje.

## Eksperimento medžiagos ir priemonės:

- Kompiuterinė laboratorija Nova;
- Apšvietos jutiklis;
- 2 poliarizatoriai;
- Šviesos šaltinis;
- Optinis suolas;
- 20 cm pločio kiuvetė;
- Analizinės svarstyklės;
- 100 ml stiklinės;
- Matavimo cilindras;
- Gliukozė;

- Fruktozė;
- Distiliuotas vanduo;
- Medus.

### Darbo eiga:

#### Darbo užduotys:

1. Surinkti šviesos poliarizacijos plokštumos posūkio kampo matavimo schemą.
2. Išmatuoti 10, 20, 30 ir 40 % fruktozės tirpalų optinį aktyvumą:
  - nustatyti poliarizacijos plokštumos posūkio kampą;
  - grafiškai atvaizduoti poliarizacijos plokštumos posūkio kampo priklausomybę nuo mėginio koncentracijos.
3. Išmatuoti 10, 20, 30 ir 40 % gliukozės tirpalų optinį aktyvumą:
  - nustatyti poliarizacijos plokštumos posūkio kampą;
  - grafiškai atvaizduoti poliarizacijos plokštumos posūkio kampo priklausomybę nuo mėginio koncentracijos.
4. Išmatuoti nežinomos koncentracijos gliukozės ir fruktozės tirpalų optinį aktyvumą:
  - atpažinti mėginį, nustatyti mėginio koncentraciją;
  - sumaišyti gliukozės ir fruktozės mėginius tokiu koncentracijų santykiu, kuriam esant poliarizacijos plokštuma nebūtų pasukama.
5. Teoriškai apskaičiuoti skirtingų koncentracijų gliukozės ir fruktozės tirpalų poliarizacijos plokštumos posūkio kampus. Teorinius rezultatus palyginti su eksperimentiniais.
6. Išmatuoti medaus mėginių optinį aktyvumą:
  - nustatyti poliarizacijos plokštumos posūkio kampą;
  - įvertinti gliukozės ir fruktozės koncentracijų santykį medaus mėginyje;
  - įvertinti, interpretuoti medaus kokybę (natūralus medus; medus su cukraus priedu), taip pat medaus kilmę (žiedų; lipčiaus).

#### 1. Gliukozės ir fruktozės tirpalų gamyba

Tiesinei  $\varphi = f(c_{w/v})$  priklausomybei (2) ištirti pasigaminkite po 25 ml  $w(\%) = 10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$  ir  $40\%$  D-gliukozės (toliau apraše – gliukozė) tirpalus. Procentinė koncentracija  $w$  parodo, kiek gramų ištirpusios gliukozės arba L-fruktozės (toliau apraše – fruktozė), t. y. tirpinio, yra šimte gramų tirpalo (tirpinio + tirpiklio):

$$w(\%) = \frac{m_{\text{tirpinio}}}{m_{\text{tirpalo}}} \times 100\% = \frac{m_{\text{tirpinio}}}{m_{\text{tirpinio}} + m_{\text{tirpiklio}}} \times 100\% \quad (3)$$

Gliukozės arba fruktozės tirpiklis – distiliuotas vanduo. 1 lentelėje pateikiama sausos (medžiagos) gliukozės arba fruktozės masė ir distiliuoto vandens tūris, reikalingas atitinkamam procentinės koncentracijos  $w$  tirpalui pagaminti.

1 lentelė

#### Gliukozės / fruktozės masė ir distiliuoto vandens tūris, reikalingas gliukozės / fruktozės tirpalams pagaminti

| $w, \%$ | Tirpinio (sausos medžiagos) masė g | Tirpiklio (distiliuoto vandens) tūris, ml |
|---------|------------------------------------|---|
| 10      | 2,5                                | 22,5                                      |
| 20      | 5                                  | 20  |
| 30      | 7,5                                | 17,5                                      |
| 40      | 10                                 | 15  |

### 1.1. Gliukozės tirpalų gamyba:

- 1.1.1. Elektroninėmis svarstyklėmis ant svėrimo indelio pasverkite 2,5 g gliukozės ( $m_{\text{tirpinio}} = 2,5 \text{ g}$ );
- 1.1.2. Pasvertą gliukozę supilkite į 25 ml talpos stiklinę;
- 1.1.3. Matavimo cilindru pamatuokite 22,5 ml distiliuoto vandens ir įpilkite į stiklinę su gliukoze;
- 1.1.4. Stikline lazdele išmaišykite stiklinės turinį, kol gausite homogenišką, skaidrą gliukozės tirpalą;
- 1.1.5. Tokiu pat eiliškumu pagaminkite ir kitus 20 %, 30 % ir 40 % gliukozės tirpalus.

Fruktozės tirpalų gamyba atliekama analogiškai.

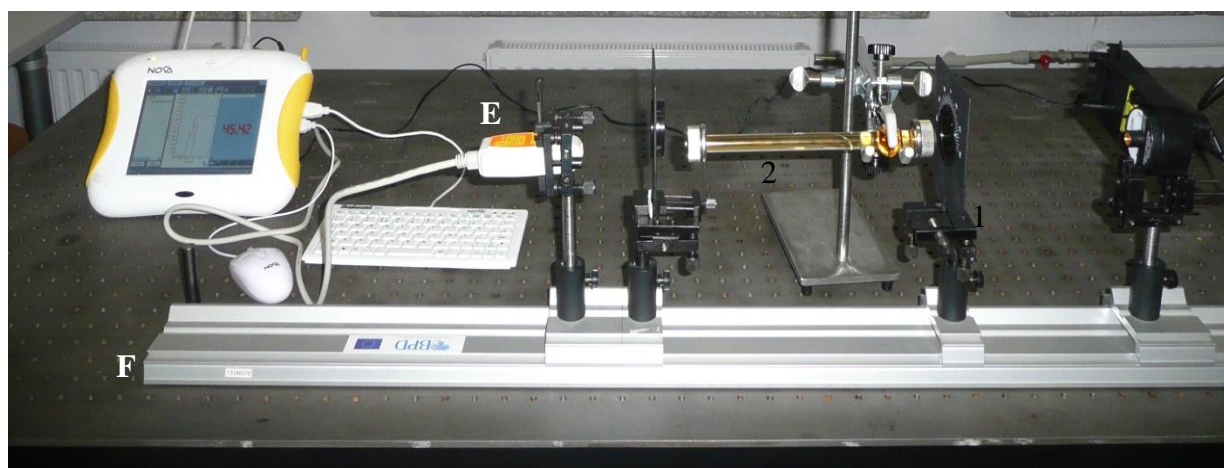
Teoriškai skaičiuodami skirtingų koncentracijų gliukozės ir fruktozės tirpalų poliarizacijos plokštumos posūkio kampus, formulėje (2) naudosite masės koncentraciją  $c_{w/v}$ :

$$c_{w/v} = \frac{m_{\text{tirpinio}}}{V_{\text{tirpalo}}} = \frac{m_{\text{tirpinio}}}{V_{\text{tirpinio}} + V_{\text{tirpiklio}}} \quad (4)$$

$V$  (tirpalo) – naujas tirpalo (tirpinio + tirpiklio) tūris. Procentinę aktyviosios medžiagos koncentraciją  $c$  perskaičiuokite į masinę tūrinę aktyviosios medžiagos koncentraciją  $c_{w/v}$  [g/ml] pagal formulę:

$$c_{w/v} = \frac{m_{\text{tirpinio}}}{\frac{m_{\text{tirpinio}}}{\rho_{\text{tirpinio}}} + \frac{m_{\text{tirpiklio}}}{\rho_{\text{tirpiklio}}}} \quad (5)$$

čia grynos gliukozės ir fruktozės tankis  $\rho = 1,54 \text{ g/ml}$  ir  $1,6 \text{ g/ml}$  atitinkamai. Apskaičiuotas masės koncentracijos  $c_{w/v}$  vertes įrašykite į 2 lentelę. Grynų cheminių medžiagų tirpalų masės koncentracija atitinka jų tankį. 5 lygtį galima taikyti tik idealiųjų tirpalų atveju.



**4 pav.** Tirpalų optinio aktyvumo matavimo schema. A – šviesos šaltinis; B – poliarizatorius Nr.1; C – kiuvetė; D – poliarizatorius Nr.2; E – apšvietos jutiklis; F – optinis suolas; G – NOVA 5000 kompiuterinė laboratorija.



**Gliukozės ir fruktozės tirpalų masės koncentracijos vertės esant skirtingoms procentinėms koncentracijoms.**

| w, % | $c_{w/v}$ (fruktozės), g/ml | $c_{w/v}$ (gliukozės), g/ml |
|------|-----------------------------|-----------------------------|
| 10   | 0,10                        | 0,10                        |
| 20   | 0,22                        | 0,22                        |
| 30   | 0,34                        | 0,34                        |
| 40   | 0,47                        | 0,47                        |

## 2. Mėginių matavimas

### 2.1. Aparatūros surinkimas ir testavimas (1 darbo užduotis).

2.1.1. Ant optinio suolo vienodame aukštyje įtvirtinkite 2 poliarizatorius, šviesos šaltinį ir apšvietos detektorių (Light Multi Range DT009-4) taip, kaip parodyta 4 paveiksle (jei neturite galimybės panaudoti optinį suolą, laboratorines priemones įtvirtinkite cheminiuose stovuose).


2.1.2. Šviesos šaltinį orientuokite taip, kad jo spindulys, praėjęs pro 1 ir 2 poliarizatorių tiksliai pataikytų į apšvietos detektoriaus fotodiodinį elementą. Kaip šviesos

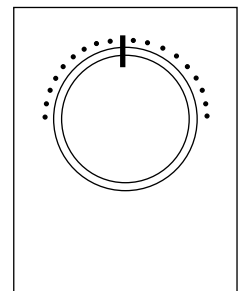


5 pav. Rekomenduojamas šviesos šaltinis.


šaltinį patartume naudoti raudonos spalvos lazerinę rodyklę (prezentacijų pagalbininką, 5 pav.). Tai mažų gabaritų lazerinis diodas su maitinimo šaltiniu, skleidžiantis siaurą šviesos pluoštą, kurį bus patogu sufokusuoti į apšvietos detektorių.

2.1.3. Apšvietos jutiklį prijunkite prie kompiuterinės multilaboratorijos „NOVA“. Multilaboratorijos įranga automatiškai atpažins jutiklį.

2.1.4. Multilaboratorijos aplinkoje spauskite  (rodyti metrinį eksperimento vaizdavimą). Kiuvetę užpildykite vandeniu, įjunkite šviesos šaltinį ir sukdami poliarizatorių Nr. 1 raskite didžiausio apšvietos intensyvumo padėtį. Užsirašykite foninės apšvietos vertę, išjungę šviesos šaltinį ir poliarizatorių Nr. 2 uždengę neperšviečiamą plokštelę.



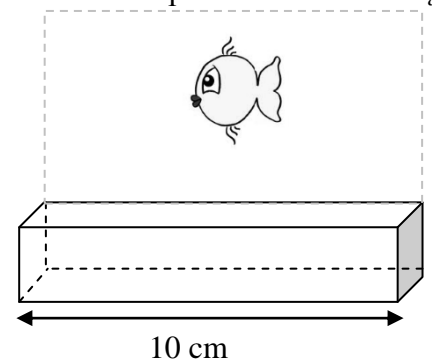
6 pav. Poliarizatoriaus skalės nustatymas į pradinę padėtį

2.1.5. Įjunkite šviesos šaltinį. Spauskite  (pradėti eksperimentą) ir užsirašykite apšvietos rezultatus pateiktus duomenų atvaizdavimo lange.

2.1.6. Priklausomai nuo gaunamų apšvietos rezultatų, apšvietos jutiklyje pasirinkite tinkantį apšvietos matavimo diapazoną, i) nuo 0 iki 600 lx; ii) nuo 0 iki 6000 lx; arba iii) nuo 0–150 000 lx.

2.1.7. Trumpam išjunkite šviesos šaltinį ir užregistruokite foninę kambario apšvietą.

2.1.8. Sureguliuokite poliarizatorius: nustatykite kiekvieno poliarizatoriaus skalę į pradinę padėtį (6 pav.) Pradinėje padėtyje poliarizatoriai Nr. 1 ir Nr. 2 gali būti orientuoti taip, kad jų pagrandinės




7 pav. Poliarizacijos plokštumos posūkio kampo matavimo kiuvetė

*plokštumos* tarp savęs sudarys nedidelį (iki  $10^\circ$ ) kampą.

2.1.9. Įjunkite šviesos šaltinį. Sukite poliarizatorių Nr. 1 tol, kol apšvietos detektoriaus rodmenys pasieks maksimalią vertę. Tokiu būdu poliarizatoriaus pagrindinė plokštuma bus orientuota lygiagrečiai šviesos šaltinio poliarizacijos *plokštumos atžvilgiu*.


2.1.10. Tarp poliarizatorių įtvirtinkite kiuvetę su mėginiu. Kiuvetė parenkama savarankiškai. Tai turėtų būti stiklinis laboratorinis indas lygiagrečiomis sienelėmis, atstumas tarp sienelių (optinio kelio ilgis) – ne mažesnis kaip 10 cm (7 pav.).

2.2. Į kiuvetę pripilkite vandens. Spauskite  (pradėti eksperimentą). Pasižymėkite apšvietos vertę, kai poliarizatoriaus Nr. 2 pasukimo kampas  $\beta = 0^\circ$ . Pasukimo kampas matuojamas pagal apskritą skalę ant poliarizatoriaus korpuso (6 pav). Poliarizatorių Nr. 2 pasukite  $5^\circ$  kampu ir užsirašykite naują apšvietos vertę. Toliau sukite poliarizatorių kas  $5^\circ$  ir į 3 lentelę surašykite visas apšvietos vertes bei jas atitinkančias kampų  $\beta$  vertes iki  $360^\circ$  pasukimo kampo.

3 lentelė

**Apšvietos priklausomybė nuo poliarizatoriaus pasukimo kampo.**

| $^\circ$ |         | Apšvieta, lx   |          |      |      |      |      |      |      |
|----------|---------|----------------|----------|------|------|------|------|------|------|
| $w$      | $\beta$ | 0%<br>(vanduo) | 10%      | 20%  | 30%  | 40%  |      |      |      |
|          |         | Gliukozė       | Fruktozė | Glu. | Fru. | Glu. | Fru. | Glu. | Fru. |
| 0        |         | 1468           | 1288     | 910  |      |      |      |      |      |
| 5        |         | 1708           | 1514     | 1000 |      |      |      |      |      |
| 10       |         | 1994           | 1690     | 1069 |      |      |      |      |      |
| 15       |         | 2220           | 1983     | 1128 |      |      |      |      |      |
| 20       |         | 2406           | 2289     | 1166 |      |      |      |      |      |
| 25       |         | 2618           | 2514     | 1186 |      |      |      |      |      |
| 30       |         | 2759           | 2725     | 1195 |      |      |      |      |      |
| 35       |         | 2871           | 2890     | 1182 |      |      |      |      |      |
| 40       |         | 2946           | 3013     | 1153 |      |      |      |      |      |
| 45       |         | 2998           | 3070     | 1109 |      |      |      |      |      |
| 50       |         | 2990           | 3144     | 1053 |      |      |      |      |      |
| 55       |         | 2924           | 3139     | 977  |      |      |      |      |      |
| 60       |         | 2843           | 3075     | 889  |      |      |      |      |      |
| 65       |         | 2700           | 2996     | 798  |      |      |      |      |      |
| 70       |         | 2506           | 2881     | 716  |      |      |      |      |      |
| 75       |         | 2328           | 2673     | 620  |      |      |      |      |      |
| 80       |         | 2100           | 2455     | 500  |      |      |      |      |      |
| 85       |         | 1875           | 2222     | 419  |      |      |      |      |      |
| 90       |         | 1566           | 1944     | 307  |      |      |      |      |      |
| .....    |         | .....          |          |      |      |      |      |      |      |
| .....    |         | .....          |          |      |      |      |      |      |      |
| 355      |         | 1218           | 1018     | 905  |      |      |      |      |      |
| 360      |         | 1450           | 1274     | 980  |      |      |      |      |      |

2.3. Į kiuvetę supilkite tiriamą mėginį. Spauskite . Pasižymėkite apšvietos vertę, kai poliarizatoriaus Nr. 2 pasukimo kampas  $\beta = 0^\circ$ . Poliarizatorių Nr. 2 sukite  $5^\circ$  intervalu tol, kol pasieksite  $360^\circ$  pasukimo kampą. Matavimų rezultatus pasižymėkite 3 lentelėje. Matavimai kartojami tol, kol išmatuojami visi gliukozės, fruktozės ir

medaus mėginiai.

- 2.4. Atlikę visus reikiamus matavimus, tirpalus iš kiuvetės išpilkite ir sutvarkykite darbo vietą.
- 2.5. Gautų duomenų analizę galite atlikti MS Exel aplinkoje, taip pat galite pabandyti panaudoti mokyklinės mokomąsias kompiuterines programas (pvz., „Dinaminė geometrija“, „MathematiX“, „Autograph“ ir kt.).

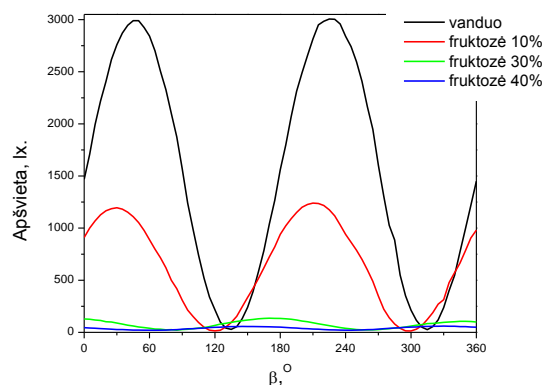
### 3. *Rezultatų analizė*

#### 3.1. Fruktozės optinio aktyvumo tyrimas (2 darbo užduotis)

3.1.1. Pagal turimus duomenis nubrėžkite apšvietos priklausomybės nuo poliarizatoriaus pasukimo kampo grafiką (8 pav). Viename grafike atidėkite visų fruktozės mėginių duomenis.

3.1.2. 3 lentelės, kiekviename stulpelyje pasižymėkite maksimalią apšvietos vertę. Paaiškinkite, kodėl yra registruojamas apšvietos sumažėjimas didinant fruktozės koncentraciją mėginyje?

3.1.3. Prieš normavimą iš kiekvienos išmatuotos apšvietos vertės (3 lentelės atskiruose stulpeliuose) atimkite foninę apšvietą. Gautus rezultatus surašykite į naują lentelę (4 lentelė).



**8 pav.** Apšvietos priklausomybė nuo poliarizatoriaus pasukimo kampo, šviesai sklindant pro įvairių koncentracijų fruktozės tirpalus.

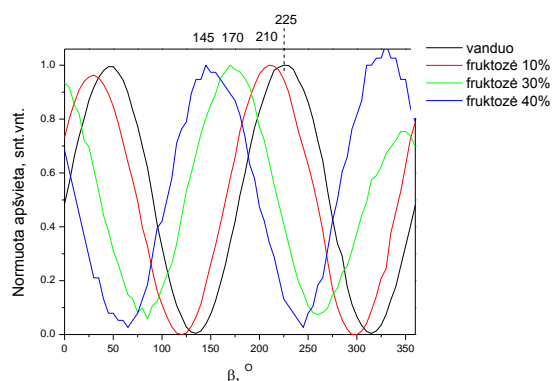
4 lentelė

**Foninės apšvietos eliminavimas.**

| $\alpha$ |             | Apšvieta, lx |          |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------------|--------------|----------|------|------|------|------|------|------|
| $w$      | 0% (vanduo) | 10%          |          | 20%  |      | 30%  |      | 40%  |      |
| $\beta$  |             | Gliukozė     | Fruktozė | Glu. | Fru. | Glu. | Fru. | Glu. | Fru. |
| 0        | 1368        | 1188         | 810      |      |      |      |      |      |      |
| 5        | 1608        | 1414         | 900      |      |      |      |      |      |      |
| 10       | 1894        | 1590         | 969      |      |      |      |      |      |      |
| 15       | 2120        | 1883         | 1028     |      |      |      |      |      |      |
| 20       | 2306        | 2189         | 1066     |      |      |      |      |      |      |
| 25       | 2518        | 2414         | 1086     |      |      |      |      |      |      |
| 30       | 2659        | 2625         | 1095     |      |      |      |      |      |      |
| 35       | 2771        | 2790         | 1082     |      |      |      |      |      |      |
| 40       | 2846        | 2913         | 1053     |      |      |      |      |      |      |
| 45       | 2898        | 2970         | 1009     |      |      |      |      |      |      |
| 50       | 2890        | 3044         | 953      |      |      |      |      |      |      |
| 55       | 2824        | 3039         | 877      |      |      |      |      |      |      |
| 60       | 2743        | 2975         | 789      |      |      |      |      |      |      |
| ....     | ....        | ....         | ....     |      |      |      |      |      |      |
| 360      | 1350        | 1174         | 880      |      |      |      |      |      |      |

Iš 3 lentelėje pateiktų rezultatų buvo atimta 100 lx foninė (kambario) apšvieta, užregistruota išjungus šviesos šaltinį. Naudojant 10 % gliukozės arba fruktozės tirpalus, visi apšvietos matavimai buvo atlikti naudojant 0-6000 lx jutiklio jautrumo diapazoną.

3.1.4. Visus duomenis sunormuokite į vieną ties maksimalia apšvietos verte (9 pav). Tuo tikslu, 4 lentelės kiekviename atskirame duomenų stulpelyje esančias visas fruktozės apšvietos vertes padalykite iš to stulpelio maksimalios apšvietos vertės. Pvz., 4 lentelės „10% fruktozės“ stulpelyje visos pateiktos apšvietos vertės turi būti padalytos iš 1095 lx. Gautus rezultatus surašykite į naują lentelę (5 lentelė).



9 pav. Normuoti fruktozės mėginių apšvietos rezultatai.

5 lentelė

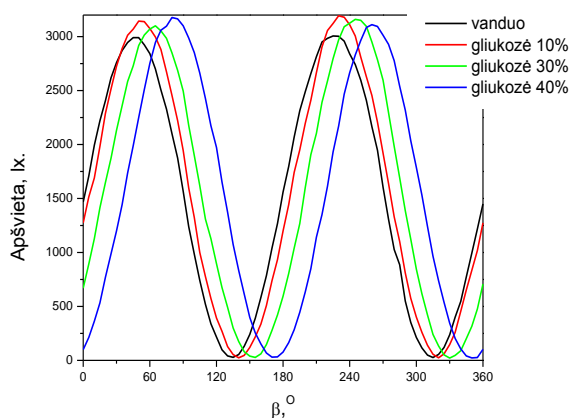
Normuoti gliukozės ir fruktozės apšvietos rezultatai: apšvietos priklausomybė nuo poliarizatoriaus pasukimo kampo

| $\alpha$       |          | Apšvieta, lx |          |      |      |      |      |      |      |
|----------------|----------|--------------|----------|------|------|------|------|------|------|
| $w$<br>$\beta$ | 0%       | 10%          |          | 20%  |      | 30%  |      | 40%  |      |
|                | (vanduo) | Gliukoze     | Fruktoze | Glu. | Fru. | Glu. | Fru. | Glu. | Fru. |
| 0              | 0,47205  | 0,39028      | 0,73973  |      |      |      |      |      |      |
| 5              | 0,55487  | 0,46452      | 0,82192  |      |      |      |      |      |      |
| 10             | 0,65355  | 0,52234      | 0,88493  |      |      |      |      |      |      |
| 15             | 0,73154  | 0,61859      | 0,93881  |      |      |      |      |      |      |
| 20             | 0,79572  | 0,71912      | 0,97352  |      |      |      |      |      |      |
| 25             | 0,86888  | 0,79304      | 0,99178  |      |      |      |      |      |      |
| 30             | 0,91753  | 0,86235      | 1        |      |      |      |      |      |      |
| 35             | 0,95618  | 0,91656      | 0,98813  |      |      |      |      |      |      |
| 40             | 0,98206  | 0,95696      | 0,96164  |      |      |      |      |      |      |
| 45             | 1        | 0,97569      | 0,92146  |      |      |      |      |      |      |
| 50             | 0,99724  | 1            | 0,87032  |      |      |      |      |      |      |
| 55             | 0,97447  | 0,99836      | 0,80091  |      |      |      |      |      |      |
| 60             | 0,94651  | 0,97733      | 0,72055  |      |      |      |      |      |      |
| ....           | ....     | ....         | ....     |      |      |      |      |      |      |
| 360            | 0,46584  | 0,38568      | 0,80365  |      |      |      |      |      |      |

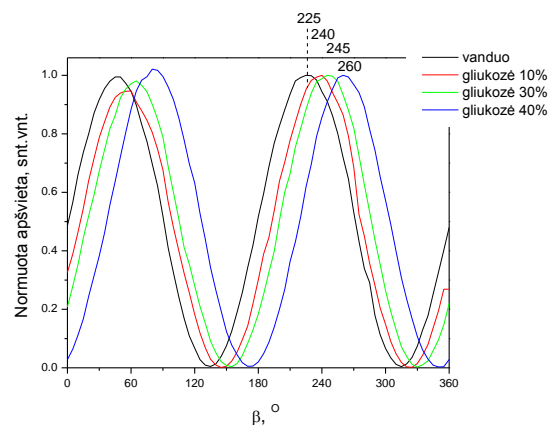
3.2. Gliukozės optinio aktyvumo tyrimas (3 darbo užduotis)

3.2.1. Pagal turimus duomenis nubrėžkite apšvietos priklausomybės nuo poliarizatoriaus pasukimo kampo grafiką (10 pav.). Viename grafike pateikite visų gliukozės mėginių duomenis.

3.2.2. 3 duomenų lentelės, kiekviename stulpelyje pasižymėkite maksimalią apšvietos vertę. Nustatykite, ar vyksta apšvietos sumažėjimas didinant gliukozės koncentraciją mėginyje?



**10 pav.** Apšvieta priklausomybė nuo poliarizatoriaus pasukimo kampo, šviesai sklindant pro įvairių koncentracijų gliukozės tirpalus.



**11 pav.** Normuoti gliukozės mėginių apšvieta rezultatai.

3.2.3. Prieš normavimą iš kiekvienos išmatuotos apšvieta vertės (3 lentelės atskiruose stulpeliuose) atimkite foninę apšvietą. Papildykite 4 lentelę naujais duomenimis.

3.2.4. Visus duomenis sunormuokite į vienetą ties maksimalia apšvieta verte (11 pav.). Tuo tikslu, 4 lentelėje kiekviename atskirame duomenų stulpelyje esančias visas gliukozės apšvieta vertes padalykite iš to stulpelio maksimalios apšvieta vertės. Pvz., 4 lentelės „10% gliukozės“ stulpelyje visos pateiktos apšvieta vertės turi būti padalytos iš 3044 lx. Papildykite 5 lentelę naujais duomenimis.

### 3.3. Poliarizacijos plokštumos posūkio kampo nustatymas

3.3.1. Į 6 lentelę surašykite kampų  $\beta_n$  vertes atitinkančias maksimalias normuotas apšvieta vertes.

6 lentelė

**Poliarizacijos plokštumos posūkio kampų rodmenys.**

| $w, \%$    | $\beta_w^\circ$<br>(fruktozei) | $\beta_w^\circ$<br>(gliukozei) | $\varphi^\circ$ (fruktozei) |                      | $\varphi^\circ$ (gliukozei) |                      |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
|            |                                |                                | <i>Eksperimentinė vertė</i> | <i>Teorinė vertė</i> | <i>Eksperimentinė vertė</i> | <i>Teorinė vertė</i> |
| 0 (vanduo) | 225                            | 225                            | 0                           | <b>0</b>             | 0                           | <b>0</b>             |
| 10         | 210                            | 240                            | - 15                        | <b>-19,3</b>         | 15                          | <b>10,9</b>          |
| 20         |                                |                                |                             | <b>-40,2</b>         |                             | <b>22,6</b>          |
| 30         | 170                            | 245                            | - 55                        | <b>-62,9</b>         | 20                          | <b>35,3</b>          |
| 40         | 145                            | 260                            | - 80                        | <b>-87,5</b>         | 35                          | <b>48,9</b>          |

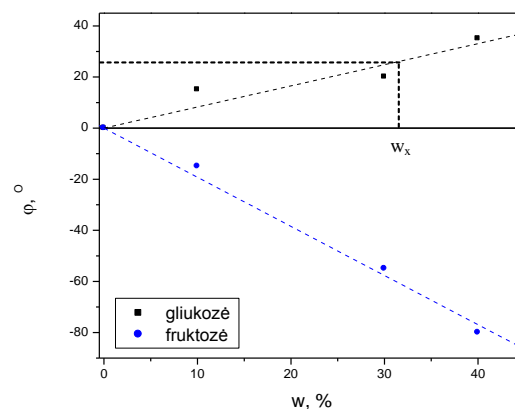
3.3.2. Iš normuotų eksperimentinių duomenų apskaičiuokite šviesos poliarizacijos plokštumos posūkio kampą  $\varphi$ , kuri sąlygoja atitinkama gliukozės arba fruktozės koncentracija tirpale:

$$\varphi = \beta_w - \beta_0; \quad (6)$$

čia  $\beta_0$  – kampas ties maksimalia normuota apšvieta verte vandeniui (225°, žr. 6 lentelę),  $\beta_w$  – kampas ties maksimalia normuota apšvieta verte gliukozei arba fruktozei (žr. 6 lentelę);  $w$  žymi procentinę jūsų tirto gliukozės arba fruktozės tirpalo koncentraciją,  $w = 10, 20, 30, 40 \%$ ;

3.3.3. Grafiškai pavaizduokite poliarizacijos plokštumos posūkio kampo  $\varphi$  priklausomybę nuo mėginio koncentracijos (12 pav.).

Gautus rezultatus aproksimuokite tiesės lygtimi  $\varphi = kw$ . Raskite tiesės polinkio koeficientą  $k$ .



12 pav. Poliarizacijos plokštumos posūkio kampo priklausomybė nuo tirpalo koncentracijos.

3.4. Nežinomos koncentracijos gliukozės ir fruktozės tirpalų optinio aktyvumo tyrimai (4 darbo užduotis)

3.4.1. Optiškai aktyvaus mišinio koncentracijos nustatymas.

Duota:

- Tiriamasis mėginys, nežinomos koncentracijos.

Nustatykite:

- Mėginio koncentraciją;

Darbo eiga:

- Atlikite mėginio matavimus, aprašytus 2.3. darbo dalyje;
- Atlikite rezultatų normavimą, aprašytą 3.1.2. – 3.1.4. darbo dalyje.
- Nustatykite poliarizacijos plokštumos posūkio kampą,  $\varphi_x$ , (žr. 3.3. darbo dalį);
- Pagal gautą poliarizacijos plokštumos sukimą (kairinis arba dešininis sukimas) atpažinkite tiriamąjį mėginį: gliukozė ar fruktozė?
- Naudodamiesi turimu grafiku (9 pav.) bei jame pateiktų rezultatų tiesine aproksimacija, nustatykite nežinomojo tirpalo procentinę koncentraciją  $w_x$ .
- Naudodamiesi (2) formule, apskaičiuokite duoto nežinomo tirpalo masės koncentraciją, kai gliukozės  $\alpha_{583,9 \text{ nm}}^{20} = +52,6 [^\circ \text{ ml g}^{-1} \text{ cm}^{-1}]$ , fruktozės  $\alpha_{583,9 \text{ nm}}^{20} = -93 [^\circ \text{ ml g}^{-1} \text{ cm}^{-1}]$ . Šiame eksperimente naudotas optinio kelio ilgis  $d = 2 \text{ dm}$ .
- Apskaičiuokite duoto nežinomo tirpalo procentinę koncentraciją.

3.4.2. Gliukozės – fruktozės mišinio tyrimai

Duota:

- Žinomos koncentracijos gliukozės ir fruktozės tirpalai (10 %, 20 %, 30 %, 40 %).

Nustatykite:

- gliukozės ir fruktozės koncentracijų santykį mėginyje, kuriam esant poliarizacijos plokštuma nebus pasukama.

3.4.2.1. *Teoriniai skaičiavimai* padės pasirinkti pradines gliukozės ir fruktozės koncentracijas mišinių gamybai. Gliukozės ir fruktozės mišinio poliarizacijos plokštuma nebus pasukama kai:

$$\varphi_{Glu} = \varphi_{Fru} \quad (7)$$

ir

$$\alpha_{0Glu} C_{w/V Glu} d = \alpha_{0Fru} C_{w/V Fru} d \quad (8)$$

čia „Glu“ ir „Fru“ atitinkamai žymi gliukozę ir fruktozę. Tada fruktozės ir gliukozės masės koncentracijų santykis tenkinantis (7) sąlygą apytiksliai yra:

$$\frac{C_{w/V Fru}}{C_{w/V Glu}} = \frac{\alpha_{0Glu}}{\alpha_{0Fru}} \approx 1.76 \quad (9)$$

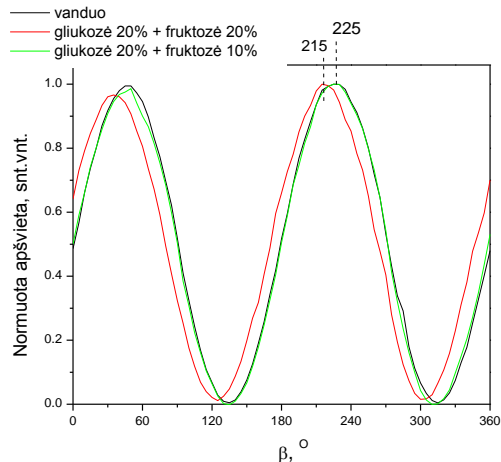
Darbo eiga:

- Vienodomis tūrio dalimis maišydami skirtingos procentinės koncentracijos  $w(\%) = 10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$  ir  $40\%$  gliukozės ir fruktozės tirpalus pasigaminkite gliukozės-fruktozės mišinius.
- Atlikite gliukozės-fruktozės mišinio mėginio matavimus taip, kaip aprašyta 2.3. darbo dalyje;
- Atlikite rezultatų normavimą, kaip aprašyta 3.1.2. – 3.1.4. darbo dalyje.
- Nustatykite poliarizacijos plokštumos posūkio kampą,  $\varphi_x$ , (žr. 3.3. darbo dalį);
- Jei  $|\varphi_x - \varphi_0| > 5^\circ$ , pakeiskite atitinkamai gliukozės arba fruktozės koncentraciją mėginyje ir pakartokite poliarizacijos plokštumos posūkio kampo matavimus.
- Manykite, kad poliarizacijos plokštuma nebus pasukama, jei  $|\varphi_x - \varphi_0| \leq 5^\circ$ .

Pvz., remdamiesi preliminariais teoriniais skaičiavimais, sumaišėme vienodą tūrį gliukozės ir fruktozės tirpalų ir pagaminome du mėginius. 1 mėginys:  $20\%$  gliukozės ir  $20\%$  fruktozės; 2 mėginys:  $20\%$  gliukozės ir  $10\%$  fruktozės. Pirmasis mėginys pasuko šviesos poliarizacijos plokštumą kampu  $\varphi_x - \varphi_0 = 215 - 225 = -10^\circ$  (13 pav.). Antrame mėginyje fruktozės koncentracija buvo mažesnė, o poliarizacijos plokštumos sukimas  $\varphi_x - \varphi_0 = 0^\circ$ , t. y. esant duotam gliukozės ir fruktozės koncentracijų santykiui mišinys šviesos poliarizacijos plokštumos nepasuks.

### 3.5. Gliukozės ir fruktozės tirpalų poliarizacijos plokštumos posūkio kampo teorinis skaičiavimas (5 darbo užduotis)

Naudodamiesi (2) ir (5) formulėmis, teoriškai apskaičiuokite kampą, kuriuo poliarizacijos plokštumą pasuks duotos procentinės koncentracijos gliukozės ir fruktozės tirpalai. Gautus gliukozės ir fruktozės tirpalų poliarizacijos plokštumos posūkio kampų skaičiavimo rezultatus surašykite į 6 lentelę (stulpeliuose „teorinės vertės“) ir nubraižykite kalibravimo grafikus. Gautus rezultatus aproksimuokite tiesės lygtimi  $\varphi_t = kc$ . Raskite tiesės polinkio konstantą  $k$ . (14 pav.). Palyginkite eksperimentinius rezultatus su teoriniais skaičiavimais ir paaiškinkite galimas eksperimentinių rezultatų nuokrypio nuo teorinių skaičiavimų priežastis.

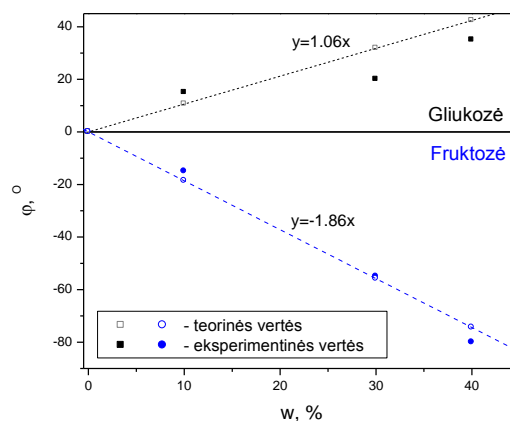


13 pav. Normuoti gliukozės-fruktozės mišinių apšvietos rezultatai.

### 3.6. Medaus optinio aktyvumo tyrimas (6 darbo užduotis).

Duota:

- keli skirtingų rūšių medaus mėginiai, pvz., miško, natūralių pievų, kultūrinių augalų (rapsų, grikių), lipčiaus; po 10 g kiekvienam mėginiui;
- distiliuotas vanduo;



Nustatykite:

**14 pav.** Teorinių ir eksperimentinių  $\phi$  verčių

- Šviesos poliarizacijos palyginimas. plokštumos posūkio kampą medaus mėginyje;
- Įvertinkite gliukozės ir fruktozės koncentracijų santykį medaus mėginyje;
- Įvertinkite, interpretuokite medaus kokybę (natūralus medus; medus su cukraus priedu), taip pat medaus kilmę (žiedų; lipčiaus).

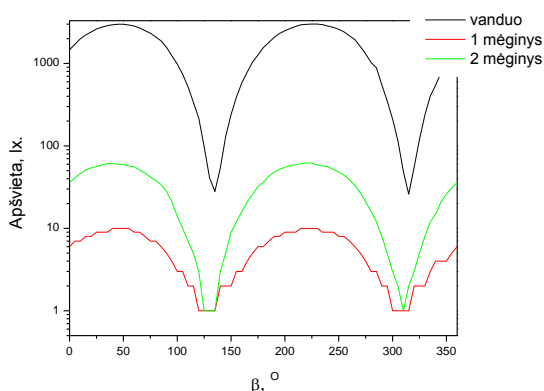
#### 3.6.1. Medaus tirpalų gamyba

- Ištirpinę 7,5 g medaus 30 g distiliuoto vandens pasigaminkite  $w = 20\%$  procentinės koncentracijos medaus tirpalą (analogiškų tirpalų gamyba aprašyta 1.1.1. – 1.1.4. darbo dalyje).

#### 3.6.2. Darbo stendo derinimas

Medus yra stipriai šviesą sklaidanti terpė, todėl patikrinkite, ar jūsų pasigaminti medaus mėginiai yra optiškai pralaidūs. Šviesos spindulys, praėjęs pro 1 ir 2 poliarizatorių ir kiuvetę su medumi, turi patekti į apšvietos detektoriaus fotodiodinį elementą. Jei per visą optinio kelio ilgį šviesa bus stipriai sklaidoma, kiuvetę praėjęs lazerio spindulys išsifokusuos ir į apšvietos detektorius nepateks. Tokiu atveju mažinkite medaus koncentraciją mėginyje skieddami vandeniu tol, kol apšvietos detektorius gebės užregistruoti lazerio signalą. Iš (2) formulės akivaizdu, kad, mažėjant medaus koncentracijai mėginyje, taip pat mažėja ir poliarizacijos plokštumos posūkio kampo vertė. Todėl eksperimento metu stenkitės išlaikyti kuo didesnę pradinę medaus mėginio procentinę koncentraciją bei maksimalią detektoriaus apšvietą.

15 paveiksle pateikta apšvietos priklausomybė nuo poliarizatoriaus pasukimo kampo, šviesai sklindant pro du skirtingus medaus mėginius. Dėl šviesos sklaidos medaus mėginyje Nr. 1 kiuvetę praėjęs spindulys negalėjo patekti į apšvietos detektorius, todėl, siekiant užregistruoti signalą, pradinę medaus mėginio Nr.1 koncentracija buvo sumažinta nuo 20% iki 10%, mėginį praskiedžiant distiliuotu vandeniu. Kaip matyti iš 15 pav., skirtingų rūšių medaus mėginių pralaidumas šviesai gali skirtis 10 kartų ir daugiau.



**15 pav.** Apšvietos priklausomybė nuo poliarizatoriaus pasukimo kampo, šviesai sklindant pro skirtingų rūšių medaus mėginius

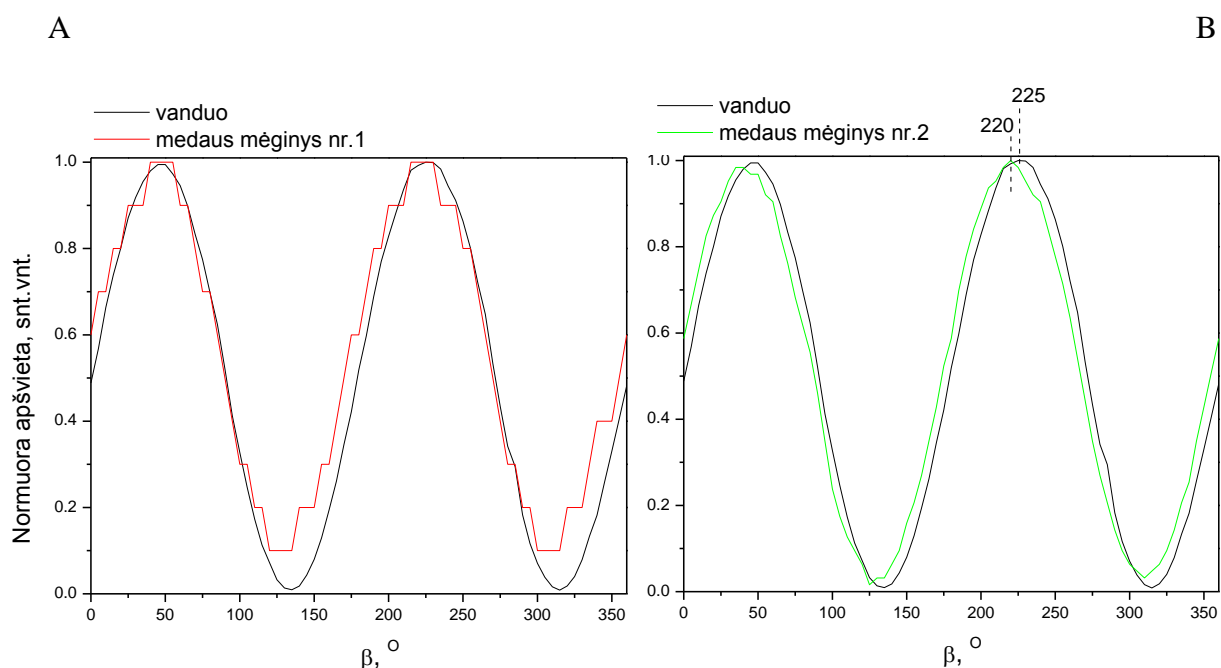
Darbo eiga:

- Šviesai sklindant pro medaus mėginį, atlikite apšvietos priklausomybės nuo



polarizatoriaus pasukimo kampo matavimus (žr. 2.3. darbo dalies aprašą).

- Eksperimento rezultatus pavaizduokite grafiškai (15 pav.). Esant dideliems apšvietos skirtumams tarp mėginių, y ašyje naudokite logaritminę skalę.
- Atlikite rezultatų normavimą (žr. 3.1.2. – 3.1.4. darbo dalies aprašą).
- Eksperimento rezultatus pavaizduokite grafiškai (16 pav.).
- Nustatykite polarizacijos plokštumos posūkio kampą  $\varphi_x$ , (žr. 3.3. darbo dalies aprašą);
- Pagal šviesos polarizacijos plokštumos posūkio kampą įvertinkite gliukozės ir fruktozės koncentracijų santykį medaus mėginyje bei medaus kokybę.



**16 pav.** Normuoti skirtingų rūšių medaus mėginių apšvietos rezultatai. A) tirštas pradinės konsistencijos medaus mėginys; po skiedimo mėginys pasižymi didele šviesos sklaida; B) skystas pradinės konsistencijos medaus mėginys.

Šviesos, praėjusios medaus mėginį Nr. 1, polarizacijos plokštumos pasukimo kampą nustatyti sunku, kadangi užregistruotos apšvietos vertės (15 pav.) buvo artimos detektoriaus triukšmo lygiui (3 lx, matuojant 0–600 lx diapazone). Todėl 16 a paveiksle apšvietos priklausomybės nuo polarizatoriaus pasukimo kampo duomenų tikslumas mažas.

Tačiau, kaip matyti iš 16 b paveikslo medaus mėginys Nr. 2 pasuko šviesos polarizacijos plokštumą kampu  $\varphi_x - \varphi_0 = 220 - 225 = -5^\circ$ . Gautas neigiamas polarizacijos plokštumos posūkio kampas parodo, kad medaus mėginyje Nr. 2 yra daugiau fruktozės negu gliukozės. Taip pat neigiamu polarizacijos plokštumos posūkio kampu pasižymi augalų žiedų medus.

#### Mokiniai padaro išvadas:

- kokia yra apšvietos priklausomybė nuo polarizacijos pasukimo kampo;
- apie apšvietos priklausomybę nuo fruktozės ir gliukozės koncentracijos mėginyje;
- apie polarizacijos plokštumos posūkio kampo  $\varphi$  priklausomybę nuo mėginio koncentracijos;
- kaip galima apskaičiuoti nežinomo tirpalo procentinę koncentraciją naudojantis polarimetru parodymais;
- kodėl tiriamųjų mėginių eksperimentinės polarizacijos plokštumos posūkio kampų vertės skyrėsi / nesiskyrė nuo teorinių;

- apie tirtų medaus mėginių kilmę ir gliukozės bei fruktozės koncentracijų santykį juose.

### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai  | Atsakymai   |
|--|---|
| 1. Kokie junginiai yra optiniai izomerai?  | 1. Optiniai izomerai yra tokie junginiai, kurių molekulės yra asimetrinės, t. y. neturi simetrijos elementų.  |
| 2. Kokia savybe skiriasi enantiomerai?   | 2. Enantiomerai skirtingomis kryptimis suka poliarizacijos plokštumą prieš arba pagal laikrodžio rodyklę.   |
| 3. Kaip vadinamas prietaisas, skirtas tirpalų optinio aktyvumo tyrimams?   | 3. Prietaisas, skirtas optiškai aktyvių medžiagų koncentracijai nustatyti, vadinamas poliarimetru.  |
| 4. Kiek reikės paimti vandens ir cukraus, norint paruošti 20 % 100 ml tirpalo.   | 4. Cukraus reikės pasverti 20 g ir jį ištirpinti 80 ml distiliuoto vandens.   |
| 5. Matematiškai parodykite koku kampu pasuks poliarizacijos plokštumą invertuotas cukrus po sacharozės hidrolizės, jeigu gliukozės savitasis sukis yra $+52,5^\circ$ , o fruktozės $-92,0^\circ$ ? | 5. Invertuotame cukruje gliukozės ir fruktozės koncentracijų santykis yra 1:1. Taigi, atsakymas yra jų savitųjų suklių suma: $52,5^\circ + (-92,0^\circ) = -39,5^\circ$ .   |
| 6. Kokią įtaką tyrimui turi kiuvetės ilgis?  | 6. Ž. Bio nustatė dėsningumą: šviesos poliarizacijos plokštumos posūkio kampas $\varphi$ yra tiesiog proporcingas optiškai aktyviojoje terpėje šviesos nueitam keliui $d$ , t. y. $\varphi = \alpha d$ . Taigi, kuo ilgesnis šviesos nueitas kelias, tuo poliarimetras fiksuoja didesnes poliarizacijos plokštumos sukimo vertes. Vadinasi, ilgėjant šviesos nueitam keliui galima statistiškai patikimai nustatyti optiškai mažesnes medžiagos koncentracijas. |
| 7. Kaip yra sunormuojami poliarimetro duomenys ties maksimalia apšvietos verte?  | 7. Visos mėginio apšvietos vertės yra padalijamos iš maksimalios apšvietos vertės.  |
| 8. Į kurią pusę suks poliarizacijos plokštumą medus, kuriame yra padidinta fruktozės koncentracija?  | 8. Tokio medaus bandinys suks poliarizacijos plokštumą į kairę (prieš laikrodžio rodyklę), nes savitasis fruktozės sukis yra $-92,0^\circ$ .  |
| 9. Ar galima pagal medaus poliarizacijos plokštumos sukimo kampo vertę daryti prielaidą apie jo kristalizacijos greitį? Jei taip, tai kokią?   | 9. Taip, nes optiškai aktyvi medžiaga gliukozė greitina kristalizaciją. Kuo sukimo kampas teigiamesnis, tuo labiau tikėtina, kad medus greičiau kristalizuosis, nes jame yra daugiau gliukozės.   |

## 4.7. SMĖLIO IR VANDENS SAVITŪJŲ ŠILUMŲ PALYGINIMAS

### Bendrosios ugdymo programos. Gamtamokslis ugdymas

Vidurinis ugdymas. Gamtamokslis ugdymas. Integuotas gamtos mokslų kursas. 11–12 klasės. Bendrasis kursas. 11–12 klasės.

| 4. Medžiagų savybės ir kitimai   |  |
|--|--|
| <p><b>Nuostata</b><br/>Suvokti vandeniniuose tirpaluose vykstančius procesus. Suvokti chemines reakcijas.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apibūdinti procesus, vykstančius &lt;...&gt;.</li> <li>• &lt;...&gt;</li> </ul> |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 4.1. <...>   | 4.1.1. Apibūdinti vandens molekulės sandarą ir poliškumą. Paaikškinti vandenilinio ryšio tarp vandens molekulių susidarymą ir įtaką fizikinėms vandens savybėms. |

| 8. Energija ir fizikiniai procesai   |   |
|--|---|
| <p><b>Nuostata</b><br/>Efektyviai vartoti energijos išteklius siekiant saugoti gamtą.</p> <p><b>Esminis gebėjimas</b><br/>Taikyti gamtos mokslų žinias analizuojant gamtos reiškinius.</p> |   |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
| 8.2. Taikyti energijos tvermės dėsnį įvairių fizikinių energijos virsmų atveju.  | <p>8.2.1. Nusakyti temperatūrą kaip vidinės kūno energijos matą.</p> <p>8.2.3. Apibūdinti vidinę energiją ir jos kitimo būdus (&lt;...&gt;, šilumos kiekis).</p> <p>8.2.4. Formuluoti energijos tvermės dėsnį, nusakyti jo fundamentalumą ir visuotinumą.</p> |

### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Ar medžiaga greitai įkaista ar atvėsta, jei lyginame su kita medžiaga jos aplinkoje, priklauso nuo medžiagos savitosios šilumos. Savitoji šiluma yra medžiagos savybė, kuri priklauso nuo medžiagos molekulių struktūros ir fazės. Medžiagos, turinčios stiprią tarpmolekulinę trauką, turi didesnę savitąją šilumą ir joms reikia daugiau energijos, norint pakelti jų temperatūrą.

Vandeniui būdinga stipri tarpmolekulinė trauka (vandeniliniai ryšiai), kurie suteikia jam didelę savitąją šilumą. Kad nutrūktų, vandeniliniai ryšiai turi absorbuoti daug energijos.

Vandenilinis ryšys susidaro tarp vandenilio atomų, sudarančių kovalentinį polinį ryšį su kitu atomu, ir kitos medžiagos polinės molekulės, turinčios bent vieną laisvą elektronų porą, nedalyvaujančią jokiuose cheminiuose ryšiuose.

Kūno savitoji šiluma yra toks šilumos kiekis, kurį reikia suteikti 1 kg medžiagos, kad jos temperatūra pakiltų 1 K. Jos matavimo vienetas yra  $\frac{J}{kg \cdot K}$ . Dažnai savitoji savitoji šiluma yra išreiškiama naudojant Celsijaus skalę ir matuojama  $\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ , o patogumo dėlei, kartais matuojama  $\frac{J}{g \cdot K}$  arba  $\frac{J}{g \cdot ^\circ C}$ .

Vandens savitoji šiluma,  $4,186 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$ , yra dažnai laikoma kaip savitas matas / vienetas, *kalorija*

Vandens savitoji šiluma yra viena iš didžiausių tarp kitų medžiagų. Skystam vandeniui reikia daugiau šiluminės energijos, norint pakelti jo temperatūrą lyginant beveik su bet kuria kita

medžiaga. Skystas vanduo taip pat gali atiduoti daugiau šiluminės energijos, negu daugelis kitų medžiagų, kad jo temperatūra nukristų.

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Šio laboratorinio darbo metu mokiniai palygins smėlio ir vandens savitąją šilumą, kaip sausumos ir jūros modelį šilumos požiūriu. Rezultatai padeda paaiškinti smėlio ir vandens skirtingo šilimo ir vėsimo poveikį klimatui. Šio tyrimo metu mokiniai:

- Suras smėlio ir vandens šilimo ir vėsimo greičių / spartų santykį.
- Suras smėlio savitąją šilumą ir palygins ją su vandens savitąja šiluma.
- Padarys išvadas apie tai, kaip skirtingos smėlio ir vandens savitosios šilumos lemia globalinius orus ir klimatą.

*Laiko sąnaudos:*

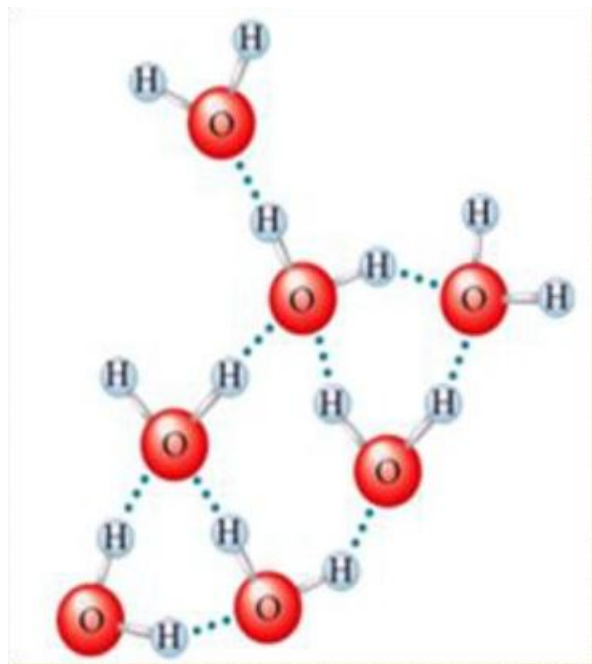
Pasirengimas darbui 10 min.

Laboratorinis darbas 75 minutės.

Tai dviejų dalių darbas:

I-oji darbo dalis skirta ištirti, ar vienodai (kiek reikia laiko) sušyla ir atvėsta tomis pačiomis sąlygomis smėlis ir vanduo. Mokiniai gauna smėlio ir vandens šilimo ir vėsimo grafikus. Iš jų randa smėlio ir vandens šilimo bei vėsimo greičių santykius.

II-oji eksperimento dalis skirta smėlio savitajai šilumai rasti ir jai palyginti su vandens savitąja šiluma.



**1 pav.** Cheminiai ryšiai vandens molekulėje: du vandenilio atomai sudaro kovalentinius polinius ryšius su deguonimi. Vandenilinis ryšys susidaro tarp vandens molekulių: viena H<sub>2</sub>O molekulė susijusi su kitomis 4 molekulėmis.

## EKSPERIMENTAS

### II lygmuo Struktūruotas tyrinėjimas

**Tyrimo problema.** Kaip vandens ir smėlio šilimo ir vėsimo greitis priklauso nuo jų savitosios šilumos?

**Tyrimo hipotezė.** Vienodai vandens ir smėlio masei įkaitinti iki tos pačios temperatūros reikės skirtingos energijos: vandeniui didesnės, smėliui – mažesnės.

**Eksperimento tikslai:**

- Rasti smėlio ir vandens šilimo ir vėsimo greičius ir apskaičiuoti jų santykius.
- Rasti smėlio savitąją šilumą ir palyginti ją su vandens savitąja šiluma.
- Padaryti išvadas, kokią įtaką skirtingos smėlio ir vandens savitosios šilumos daro klimatui?

**Laukiami rezultatai:**

- Giliau supras medžiagų savitąją šilumą.

- Giliau supras tarpmolekulinių ryšių įtaką ne tik cheminėms, bet ir fizikinėms medžiagų savybėms.
- Gebės suprasti ir skirti įvairius šilumos perdavimo būdus.
- Atskleis vandenilinio ryšio įtaką medžiagų fizikinėms savybėms (savitajai šilumai).
- Gebės naudotis šiuolaikine duomenų surinkimo, saugojimo ir atvaizdavimo įranga, gebės naudotis ja analizuodami duomenis.
- Gebės tinkamai parengti laboratorinio darbo ataskaitą, ją pristatyti diskusijai ir argumentuotai ginti savo nuomonę.

**! Eksperimentuodami laikykitės Saugaus darbo taisyklių:**

- Nuogomis rankomis nelieskite karštų objektų;
- Saugokite elektros kabelius, kad jie nesusiliestų su elektrine virykle ar kitais karštais objektais.

**Eksperimento priemonės:**

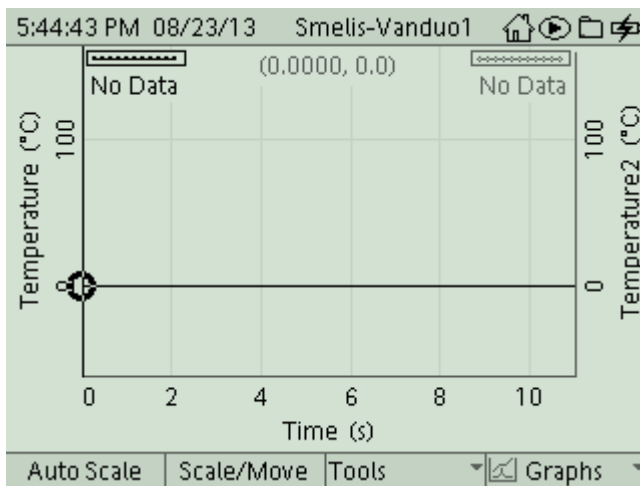
| I-ajai eksperimento daliai  | II-ajai eksperimento daliai   |
|---|---|
| 1. Elektroninės svarstyklės (vienos visai klasei) arba jėgos jutikliai; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Duomenų surinkimo ir kaupimo sistema (GLX);</li> <li>• Temperatūros jutikliai arba greito reagavimo temperatūros zondai – 2 vnt.;</li> <li>• Cheminės stiklinės (2), 250 ml.;</li> <li>• Kaitinimo lempa (150 W);</li> <li>• Vanduo 200 ml (arba daugiau);</li> <li>• Smėlis 200 g(arba daugiau).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vanduo, 500 ml;</li> <li>• Cheminė stiklinė, 500 ml.(gali būti ir kitas analogiškas indas);</li> <li>• Stovas su reikmenimis ir gnybtais.</li> <li>• Kaitinamas padėklas (elektrinė plytelė);</li> <li>• Stiklinis mėgintuvėlis, 18*250 mm, didelis;</li> <li>• Kalorimetras arba suneriami izoliuoti puodeliai (2 vnt.) ir dangtelis;</li> <li>• Žnyplės;</li> <li>• Lazdelė maišymui;</li> <li>• Apsauginiai akiniai arba saugos stiklai.</li> </ul> |

**Darbo eiga:**

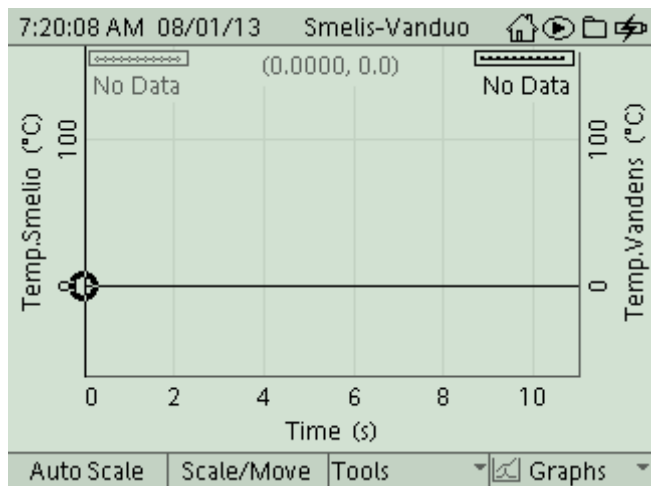
**I – oji eksperimento dalis. Smėlio ir vandens šilimo–vėsinimo spartos / greičio radimas.**

**1. Priemonių parengimas darbui:**

- 1.1. Du temperatūros jutiklius (zondus) įjunkite į šoninius GLX'o temperatūros lizdus.
- 1.2. Atverkite GLX grafinį displejų: *Home*→*Graph (F1)* →*Graphs (F4)* →*Two Measurements (4)* →*OK*. Atsivers koordinatinių ašys, kaip 2 pav. Jutiklis, kurį įjungsitė pirmą, grafike atsiras kaip „Temperature (°C)“, antrasis – kaip „Temperature2 (°C)“. Turėkite tai galvoje ir nepamirškite, kuris matuos smėlio, o kuris matuos vandens temperatūrą. Norėdami, galite abiejų matavimų temperatūros ašis pervadinti, kaip 2 a pav.
- 1.3. Jėgos jutiklį įjunkite į pirmąjį GLX jutiklių lizdą. Juo rasite smėlio svorį (jeigu neturite svarstyklių).
- 1.4. Surinkite įrenginį, kaip 3 pav. Lempą stove pritvirtinkite 25–35 cm atstumu nuo indų paviršiaus.



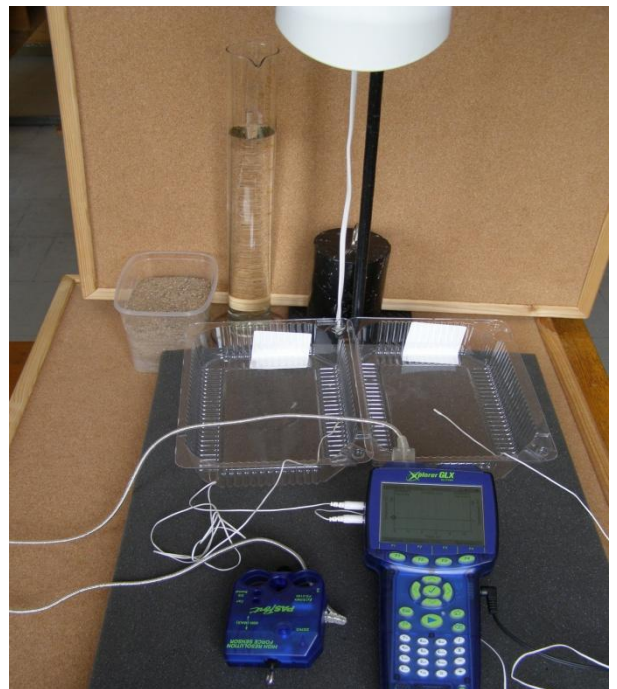
**2 pav.** Jutiklis, kurį įjungsitė pirmą, grafike atsiras kaip „Temperature (°C)“, antrasis – kaip „Temperature2 (°C)“.



**2 a pav.** Temperatūrų ašys „Temperature1“ ir „Temperature2“ pavadintos, atitinkamai: „Temp.Smėlio“ ir „Temp.Vandens“.

- 1.5. Jėgos jutiklį įjunkite į pirmąjį GLX jutiklių lizdą. Juo rasite smėlio svorį (jeigu neturite svarstyklių).
- 1.6. Surinkite įrenginį, kaip 3 pav. Lempą stove pritvirtinkite 25–35 cm atstumu nuo indų paviršiaus.
- 1.7. Įjunkite lempą ir po ja suraskite padėtis, kuriose abu jutikliai fiksuos vienodą temperatūrą.
- 1.8. Svarstyklėmis (\*galima ir jėgos jutikliu) atsverkite vienodą smėlio ir vandens masę ir supilkite į indus. (Jeigu turite matavimo cilindrą, vandens masę galite nustatyti pagal vandens tūrį.)
- 1.9. Vienodu atstumu nuo smėlio ir vandens paviršiaus panerkite temperatūros zondu galiukus. Jie turi būti ne giliau kaip 5 cm nuo paviršiaus.
- 1.10. Kaitinimo lempą pastatykite taip, kad vienodai kaitintų abu indus.

\*Jėgos jutikliu rasite svorį niutonais. Pagal formulę:  $m=P/g$  apskaičiuokite masę.



**3 pav.** Du temperatūros jutikliai / zondai įjungti į šoninius GLX'o temperatūros lizdus (T1 ir T2). Vieno galiukas dedamas į indą su smėliu, antrojo – į indą su vandeniu. Jėgos jutiklis įjungtas į viršutinį GLX'o lizdą.

**1 kl.** Kaip manai, kuri medžiaga išils greičiau – vanduo ar smėlis? Savo numatymą paaiškink.

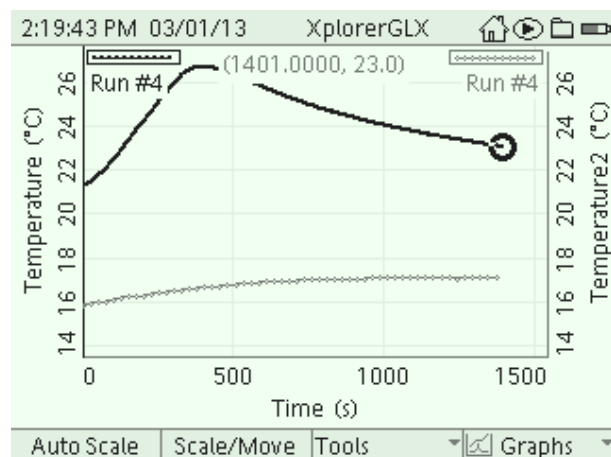
(Hipotezė) Aš manau, kad smėlis greičiau sušils negu vanduo. Patirtis rodo, kad saulės atokaitoje smėlis visuomet karštesnis negu vanduo.

**2 kl.** Kodėl yra svarbu vienodai kaitinti abu indus?

Vienodai kaitinti abu indus yra svarbu tam, kad eliminuotume nevienodo kaitinimo faktorių, kaip kintamąjį.

## 2. Matavimų procedūros:

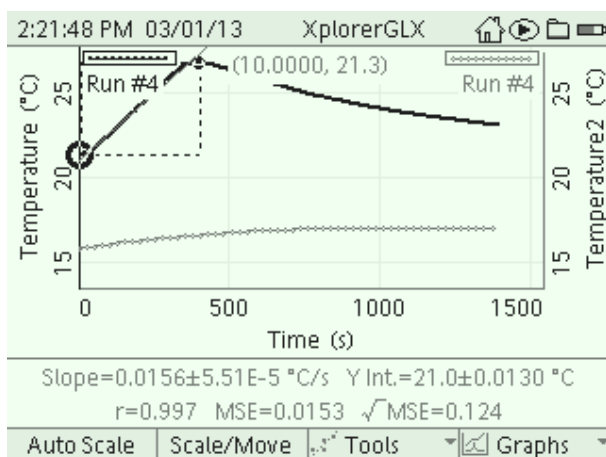
- 2.1. Spustelkite *Start* ir pradėkite rinkti duomenis. Po 30 sekundžių įjunkite kaitinimo lempą. Tęskite matavimą. Stebėkite besibrėžiančius grafikus. Jei vaizdas ekrane mažas, spustelkite *F1 / Auto Scale*.
- 2.2. Po 15 minučių išjunkite lempą ir nusukite į šalį. Tęskite duomenų rinkimą, kai smėlis ir vanduo vėsta.
- 2.3. Duomenis rinkite dar apie 15 minučių ir tuomet baikite rinkti duomenis, paspausdami *Stop*.
- 2.4. GLX grafiniame displejuje matysite grafikus, panašius kaip 4 pav. Viršutinis grafikas rodo I-ojo temperatūros jutiklio matuojamą temperatūrą „Temperature (°C)“ – mūsų atveju smėlio. Apatinis grafikas rodo II-ojo temperatūros jutiklio matuojamą temperatūrą „Temperature2 (°C)“ – vandens.



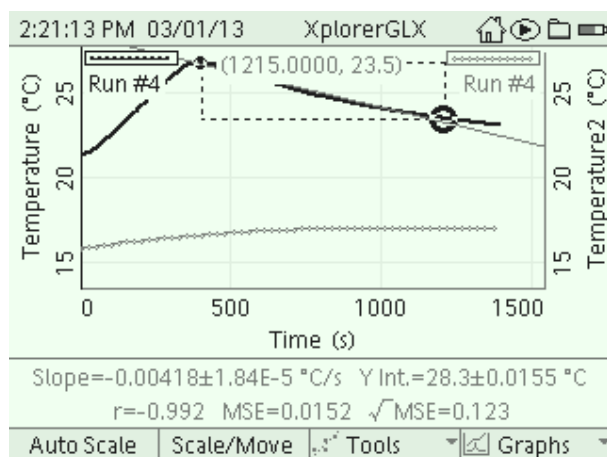
**4 pav.** Dviejų medžiagų: smėlio (viršutinis) ir vandens (apatinis), šilimo ir vėsimo grafikai GLX grafiniame displejuje

## 3. Eksperimento rezultatai ir jų analizė:

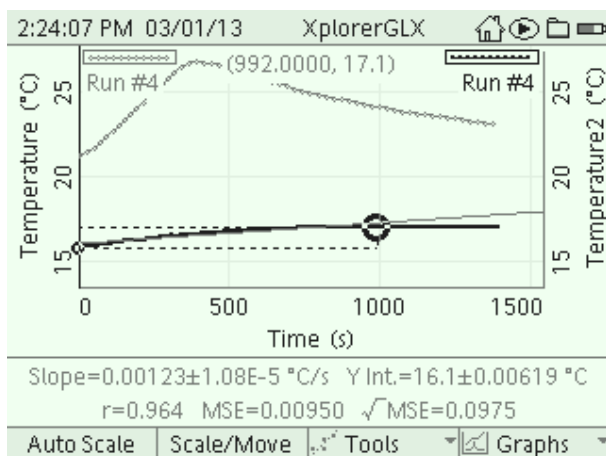
- 3.1. Smėlio ir vandens šilimo ir vėsimo spartos (greičio) radimas:
  - 3.1.1. Iš įrankių (*Tools*) meniu pasirinkite skirtumo įrankį (*Delta Tool*) ir smėlio grafike pasirinkite sritį, kurioje jis šilo.
  - 3.1.2. Eksperimentinius smėlio šilimo (temperatūros kitimo laikui bėgant) taškus aproksimuokite tiese: iš įrankių (*Tools*) meniu pasirinkite, *Linear Fit* ir patvirtinkite pasirinkimą. Užrašę po grafikais matysite smėlio šilimo spartą (4 a pav.).
  - 3.1.3. Pasirinkite smėlio vėsimo sritį ir analogiškai raskite smėlio vėsimo spartą (4 b pav.).
  - 3.1.4. Aukščiau aprašytą duomenų analizės procedūrą pakartokite ieškodami vandens šilimo ir vėsimo spartos (4 c pav.).



**4 a pav.** Smėlio šilimo sparta:  $v(\dot{\text{š}})_{\text{smėlio}} = 0,0156 \pm 5,51E-5 \text{ } ^\circ\text{C/s}$ .



**4 b pav.** Smėlio vėsimo sparta:  $v(v)_{\text{smėlio}} = 0,00418 \pm 1,84E-5 \text{ } ^\circ\text{C/s}$ .



**4 c pav.** Vandens šilimo sparta:  $v(\dot{s})_{\text{vandens}} = 0,00123 \pm 1,08E-5 \text{ } ^\circ\text{C/s}$ .

3.2. Smėlio ir vandens šilimo ir aušimo spartų (greičių) santykio radimas:

3.2.1. Apskaičiuokite smėlio ir vandens *šilimo* spartų / greičių santykį,  $N_{\text{šilimo}}$

$$N_{\text{šilimo}} = v(\dot{s})_{\text{smėlio}} / v(\dot{s})_{\text{vandens}} = 0.0156 \text{ } ^\circ\text{C/s} / 0.00123 \text{ } ^\circ\text{C/s} = 12.68$$

3.2.2. Apskaičiuokite smėlio ir vandens *vėsimo* spartų / greičių santykį:

$$N_{\text{vėsimo}} = v(v)_{\text{smėlio}} / v(v)_{\text{vandens}} = 0.00418 / \dots\dots\dots$$

Šilimo spartų / greičių santykis yra:  $N_{\text{šilimo}} = 12,8$

Vėsimo spartų/greičių santykis yra:  $N_{\text{vėsimo}} =$

Remdamiesi tyrimo duomenimis padarykite išvadas ir atsakykite į klausimus.

#### Mokiniai padaro išvadas:

- Lygindami smėlio ir vandens šilimo ir vėsimo spartas / greičius, padarykite išvadą, kurios medžiagos *šilimo* sparta yra didesnė, kurios mažesnė? **Smėlio didesnė, vandens – mažesnė.** Kurios medžiagos *vėsimo* sparta yra didesnė, kurios mažesnė? **Smėlio didesnė, vandens – mažesnė.**
- Palyginę šilimo ir vėsimo spartų (greičių) santykius smėliui ir vandeniui, padarykite išvadą, ką šie santykiai galėtų byloti / sakyti apie smėlio savitąją šilumą lyginant su vandens savitąja šiluma? **Šis santykis man pasako, kad smėlis X kartų sušyla greičiau negu vanduo ir N kartų atvėsta greičiau negu vanduo. Vadinasi, tai pačiai vandens masei per tą patį laiką, sušildyti tiek pat laipsnių reikia daugiau energijos negu smėlio. Galime daryti išvadą, kad vandens savitoji šiluma, palyginti su smėlio, yra didesnė. Ką tai pasako apie tarpmolekulinius ryšius šiose medžiagose? (Ar smėlį galima pavadinti gryna chemine medžiaga?)**

#### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI

| Klausimai   | Atsakymai  |
|---|--|
| 1. Ką reiškia tiesės krypties koeficientas smėlio (arba vandens) šilimo grafike?  | 1. Šilimo spartą (greitį).   |
| 2. Ką reiškia tiesės krypties koeficientas smėlio (arba vandens) vėsimo grafike?  | 2. Vėsimo spartą (greitį).   |
| 3. Kas šiame tyrime buvo nepriklausomas kintamasis ir kas buvo priklausomas kintamasis? Kokį faktorių laikėte pastoviu? | 3. Nepriklausomas kintamasis buvo kaitinimo laikas / trukmė. Priklausomas kintamasis buvo temperatūros pokytis medžiagos viduje. |
| 4. Kaip įvardytumėte šilumos perdavimo būdą iš įkaitusios lempos smėliui ir vandeniui šiame tyrime?                     | 4. Šiluminis spinduliavimas  |



## II – oji eksperimento dalis. Smėlio savitoji šiluma

### 1. *Priemonių parengimas darbui:*

- 1.1. Įjungiamas arbatinys. Jame šyla vanduo visoms tyrimą atliksiančioms grupėms.
- 1.2. Kiekviena mokinių grupė pasveria apie 40–50 g smėlio. (Bendromis visai klasei svarstyklėmis arba kiekviena grupė atskirai, naudojasi jėgos jutikliu.) Smėlio masę  $m_{smelio}$  įrašo ataskaitos lapo lentelėje.
- 1.3. Į mėgintuvėlį įpila maždaug pusę viso smėlio, įdeda temperatūros jutiklį taip, kad galiukas būtų ties smėlio viduriu mėgintuvėlio sienelių atžvilgiu ir atsargiai suberia visą likusį smėlį.
- 1.4. Mėgintuvėlis su smėliu ir temperatūros jutikliu (zonda) įtvirtinamas stovė.
- 1.5. Vėl įjungiamos svarstyklės, pasirenkami masės matavimo vienetai (g). Vidinis kalorimetro indas pastatomas ant svarstyklių. Svarstyklės nunulinamos.
- 1.6. Atsargiai, kad nebūtų aplietos svarstyklės, į vidinį kalorimetro indą pilamas kambario temperatūros vanduo, stebint svarstyklių rodmenis. Įpilama 60–70 g. Įpilto į kalorimetrą vandens masė  $m_{vandens}$  įrašoma ataskaitos lapo lentelėje.
- 1.7. Į vandenį kalorimetre panardinamas antrasis temperatūros jutiklis (zondas).
- 1.8. Į cheminę stiklinę ar kitą indą pripilama iš bendro arbatinio karšto vandens. Indas pastatomas ant kaitintuvo (5 pav.).



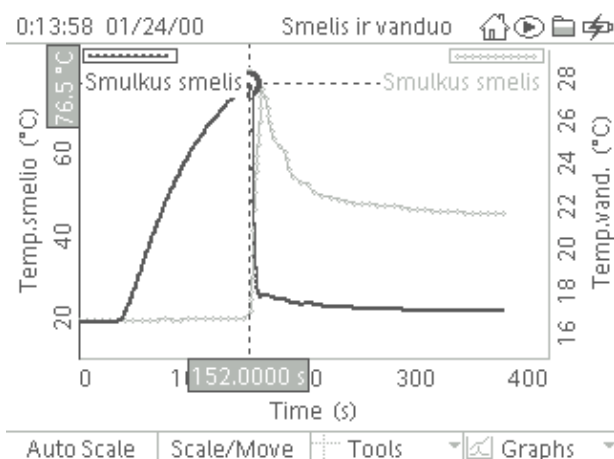
**5 pav.** Mėgintuvėlis su smėliu kaitinamas karštame vandenyje. Vienas temperatūros zondas mėgintuvėlyje su smėliu, antrasis – kalorimetre su kambario temperatūros vandeniu.

- 1.9. Panardinkite mėgintuvėlį su smėliu į indą su karštu vandeniu taip, kad smėlis mėgintuvėlyje būtų žemiau vandens lygio. Leiskite smėliui įkaisti. Tai truks maždaug 5–6 minutes.

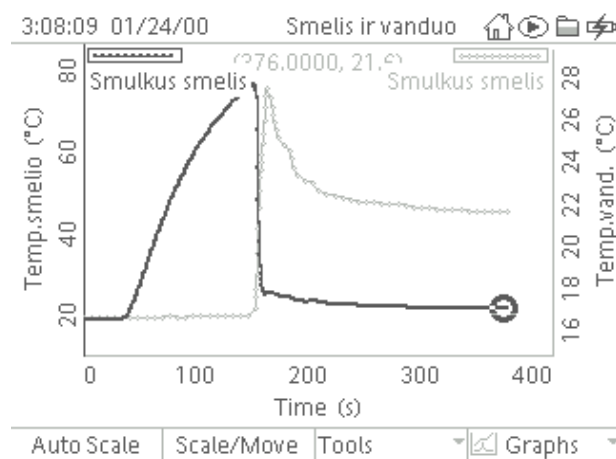
### 2. *Matavimų procedūros*

- 2.1. Spustelėkite *Start* ir pradėkite rinkti duomenis. Leiskite smėliui įkaisti. Tai truks maždaug 5–6 minutes. Žnyplėmis sugriebkite mėgintuvėlį su įkaitusiu smėliu ir suberkite jį į kalorimetrą su kambario temperatūros vandeniu. Kartu turi įkristi ir temperatūros zondas. Kalorimetrą lengvai pasukiokite.
- 2.2. Po 5–6 minučių spustelėkite *Stop* ir baikite matuoti.

2.3. Kad parodytumėte visą matavimą, padidinkite grafiką spustelėdami *F1 / Auto Scale*. GLX ekrane matysite grafikus, kaip 6 a pav., (6 b pav.).



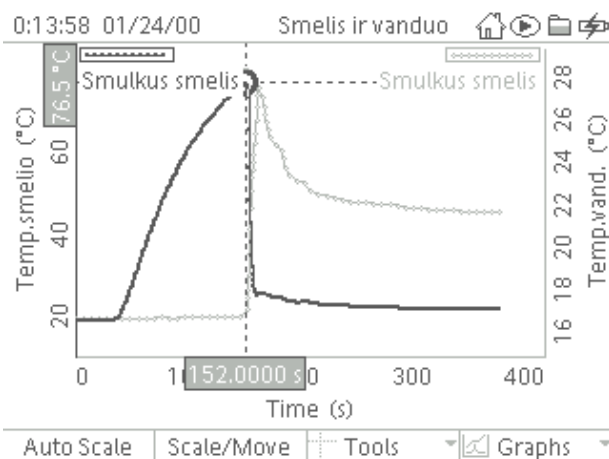
**6 a pav.** Smėliui įkaitus (mūsų atveju iki 76,5°C po 152 s nuo tyrimo pradžios), įkaitintas smėlis suberiamas į kalorimetre esantį vandenį. Sumaniuoju įrankiu (*Smart Tool*) smėlio temperatūros grafike (tamsesnysis grafikas) pažymėta aukščiausia įkaitusio smėlio temperatūra. Šviesesnysis grafikas rodo kalorimetre esančio vandens temperatūros kitimo eigą.



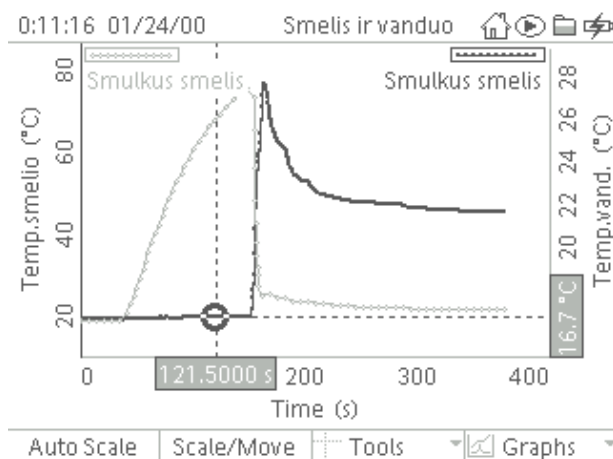
**6 b pav.** Matavimas tęsiasi tol, kol kalorimetre su smėlio ir vandens mišiniu nusistovi temperatūra. Temperatūrai nusistovėjus, baigiamas matavimas. Tamsesnis grafikas – smėlio temperatūros kitimo grafikas, šviesesnis – vandens.

### 3. *Ekspimento rezultatai ir jų analizė:*

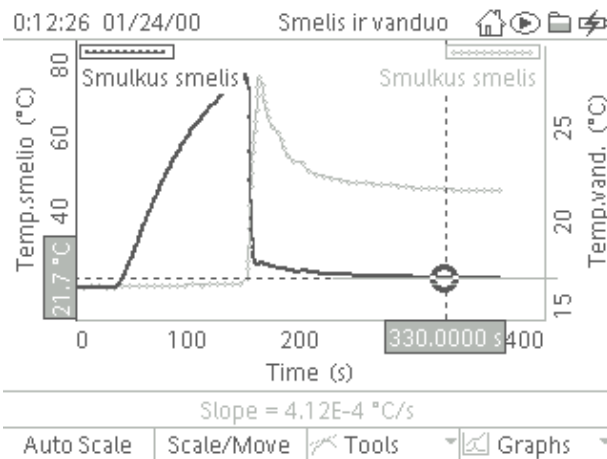
3.1. Pradinę vandens, įkaitinto smėlio bei nusistovėjusią smėlio–vandens mišinio temperatūrą raskite pasinaudoję sumaniuoju įrankiu (*Smart Tool*) iš įrankių (*Tools*) meniu. Žr. 7 pav. a, b ir 8 pav a, b.



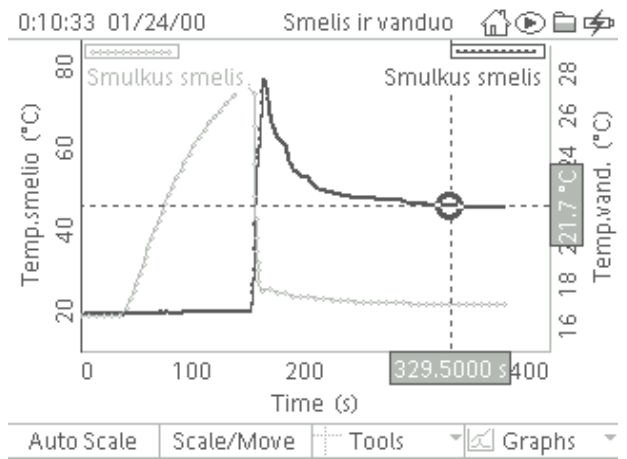
**7 a pav.** Smėlio temperatūros kitimo grafike sumaniuoju įrankiu (*Smart Tool*) pažymima ir rekoduojama didžiausia pradinė smėlio temperatūra,  $T_{s(\text{pradinė})}$ . Ją matome kairėje, patamsintame stačiakampyje prie „y“ ašies. Mūsų atveju  $T_{s(\text{pradinė})} = 76,5^\circ\text{C}$ .



**8 a pav.** Vandens temperatūros kitimo grafike sumaniuoju įrankiu (*Smart Tool*) pažymima ir rekoduojama pradinė vandens temperatūra,  $T_{v(\text{pradinė})}$ . Ją matome dešinėje, patamsintame stačiakampyje prie „y“ ašies. Mūsų atveju  $T_{v(\text{pradinė})} = 16,7^\circ\text{C}$ .



**7 b pav.** Smėlio temperatūros kitimo grafike sumaniuojų įrankiu (*Smart Tool*) pažymima ir rekoduojama galutinė smėlio temperatūra,  $T_{s(galutinė)}$ . Ją matome kairėje, patamsintame stačiakampyje prie „y“ ašies. Mūsų atveju  $T_{s(galutinė)} = 21,7\text{ °C}$ .



**8 b pav.** Vandens temperatūros kitimo grafike sumaniuojų įrankiu (*Smart Tool*) pažymima ir rekoduojama galutinė vandens temperatūra,  $T_{v(galutinė)}$ . Ją matome dešinėje, patamsintame stačiakampyje prie „y“ ašies. Mūsų atveju  $T_{v(galutinė)} = 21,7\text{ °C}$ .

3.2. Iš grafikų gautas vertes surašykite į lentelę ir raskite smėlio savitąją šilumą

|        | Masė $m$<br>(g) | $T_{pradinė}$<br>(°C) | $T_{galutinė}$<br>(°C) | $\Delta T$<br>(°C) | Šiluminė energija $Q$ gauta arba atiduota<br>(J) | Savitoji šiluma $c$<br>(J/(g·°C)) |
|--------|-----------------|-----------------------|------------------------|--------------------|--|-----------------------------------|
| Vanduo | 70,0            | 16,6                  | 21,7                   | 5,1                | 1492,36  | 4,18                              |
| Smėlis | 40,0            | 76,2                  | 21,7                   | -54,5              | 1492,36  | 0,68                              |

Medžiagos šilumos kiekio pokytis skaičiuojamas  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ .

$Q$  – visos energijos kiekio pokytis

$m$  – masė

$c$  – savitoji šiluma

$\Delta T$  – temperatūros pokytis

3.3. Pagal formulę:  $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$  raskite vandens energijos pokytį ( $Q_v$ ). Parodykite, kaip skaičiavote.

3.4. Remdamiesi tuo, kad smėlio energijos ( $Q_s$ ) pokytis turi būti lygus vandens energijos pokyčiui  $Q_v$  (nes visa energija gaunama iš auštančio smėlio sunaudojama vandeniui sušildyti), apskaičiuokite smėlio savitąją šilumą  $c_{smėlio}$ .

Smėlio savitoji šiluma:

$$c_{smėlio} = Q_{smėlio} / m_{smėlio} \Delta T_{smėlio}.$$

Bet:

$$Q_{smėlio} = Q_{vandens}.$$

$$\text{Taigi, } c_{smėlio} = Q_{vandens} / m_{smėlio} \Delta T_{smėlio} = 1492,26 \text{ J} / (40)(54,5) [ \text{J/g °C} ]$$

$$c_{smėlio} = 0,68 \text{ J/g °C}$$

Smėlio savitąją šilumą perskaičiuokite SI sistemos vienetais

$$c_{\text{Smėlio}} = 680 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

3.5. Naudodamiesi savo tyrimo duomenimis raskite, vandens ir smėlio savitųjų šilumų santykį N:

$$N = c_{\text{Vandens}} / c_{\text{Smėlio}} = 4,18/0,68 \approx 6,15 \text{ (karto)}$$

Tyrimą atliekant su mūsų smėliu gavome, kad vandens savitoji šiluma daugiau nei 6 kartus didesnė už smėlio savitąją šilumą.

#### Mokiniai padaro išvadas:

- Remdamiesi gautais tyrimo duomenimis, padarykite išvadą, kiek kartų skiriasi vandens ir smėlio savitosios šilumos. Tyrimą atlikdami su smėliu gavome, kad smėlio savitoji šiluma daugiau nei 6 kartus mažesnė už vandens savitąją šilumą.
- Teigdami, kad duomenys, gauti tiriant smėlį, apskritai tinka ir sausumai, nustatykite, kaip smėlio savitoji šiluma, palyginti su vandens savitąja šiluma, turi įtaką skirtingam sausumos ir vandens įšilimui? Remdamasis gautais tyrimo duomenimis, aš galiu teigti, kad smėlis sušyla greičiau negu vanduo ir atvėsta greičiau negu vanduo. Didelė vandens savitoji šiluma palaiko pastovią temperatūrą / apsaugo nuo svyravimų labiau negu sausumos.
- Nustatykite, kaip gana dideli vandens telkiniai daro įtaką orams? Pateikite pavyzdžių. Oras arti didelių vandens telkinių turi tendenciją būti pastovesnis palyginti su sausuma. Prie jūros esantys plotai pasižymi šaltesnėmis vasaromis ir šiltesnėmis žiemomis negu sausumos slėniai (plg. Klaipėda, Vilnius).
- Nustatykite ar, skirtingi orai daro įtaką augmenijai ir gyvūnijai? Pateikite pavyzdžių.

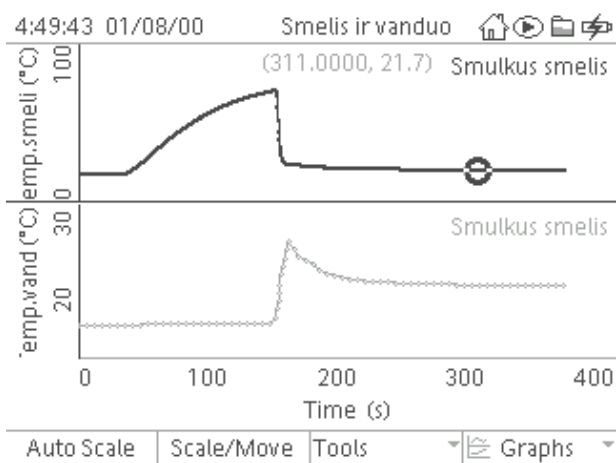
#### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI

| Klausimai  | Atsakymai   |
|--|---|
| 1. Nusakykite medžiagos savitąją šilumą?   | 1. Tai šilumos kiekis, kurio reikia medžiagos masės vieneto temperatūrai pakelti vienu laipsniu.  |
| 2. Kaip apskaičiuojamas šilumos kiekis, kurio reikia kūnui sušildyti?  | 2. $Q = cm \Delta T$  |
| 3. Kaip energijos tvermės dėsnį taikėte šio tyrimo metu?   | 3. Šilumos kiekį, kurį atidavė įkaitęs smėlis, sulyginome su šilumos kiekiu, kurį gavo kalorimetre esantis vanduo.  |
| 4. Teigdamas, kad duomenys, gauti tiriant smėlį, apskritai tinka ir visai sausumai, atsakyk, kaip smėlio savitoji šiluma, palyginti su vandens savitąja šiluma, įtakoja skirtingą sausumos ir vandens įšilimą? | 4. Remdamasis savo gautais tyrimo duomenimis, aš galiu teigti, kad smėlis sušyla greičiau negu vanduo ir atvėsta greičiau negu vanduo. Didelė vandens savitoji šiluma apsaugo jo temperatūrą nuo fluktacijų / svyravimų labiau negu sausumos. |
| 5. Paaiškink, kaip pakankamai dideli vandens kiekiai lemia orus? Pateik pavyzdžių.   | 5. Atsakymas: Oras arti didelių vandens telkinių turi tendenciją būti labiau pastovus lyginant su sausuma. Pavyzdys yra toks, kad prie jūros esantys plotai pasižymi šaltesnėmis vasaromis ir šiltesnėmis žiemomis negu sausumos slėniai.     |

|  |   |
|--|---|
| <p>6. Jeigu vanduo turi labai didelę savitąją šilumą, kuris iš žemiau pateiktų atsakymų yra teisingas?</p> <p>a) Vanduo staiga / labai greitai atvėsta</p> <p>b) Vanduo išlieka šiltas gana ilgą laiko tarpą</p> <p>c) Oras, aplinkoje netoli vandens, nakties metu yra šiltesnis, negu oras sausumos aplinkoje.</p> <p>d) Reikia daug energijos vandeniui sušildyti</p> | <p>6. b, c, d</p>   |
| <p>7. Kurioms medžiagoms, su didele ar su maža savitąja šiluma reikia daugiau šilumos, kad vienodai pakelti 1 g (1 kg) temperatūrą?</p>  | <p>7. Medžiagoms su didele savitąja šiluma reikia daugiau šilumos, kad g (1 kg) temperatūrą pakeltumei tiek pat, kaip ir medžiagoms, su maža savitąja šiluma.</p>   |
| <p>8. Vandens savitoji šiluma yra didelė, nes...</p>   | <p>8. Vanduo turi stiprius cheminius ryšius, specifinius vandenilinio tipo ryšius tarp molekulių.</p>   |
| <p>9. Išvardinkite cheminius ryšius, kuriais elementų atomai jungiasi tarpusavyje.</p>   | <p>9. Elementų atomai tarpusavyje jungiasi trijų tipų cheminiais ryšiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• joniniu,</li> <li>• kovalentiniu (skirstoma į kovalentinį polinį ir kovalentinį nepolinį),</li> <li>• metališkuoju.</li> </ul>           |
| <p>10. Apibūdinkite <b>vandenilinį</b> ryšį.</p>   | <p>10. <b>Vandenilinis ryšys</b> susidaro tarp vienos molekulės vandenilio atomo, turinčio dalinį teigiamą krūvį ir kitos molekulės atomo, turinčio laisvąją elektronų porą.</p>  |
| <p>11. Kokias medžiagų fizikines savybes sąlygoja vandenilinis ryšys?</p>  | <p>11. Aukštą virimo temperatūrą, didelę kondensacijos šilumą, didelę paviršiaus įtempį</p>   |
| <p>12. Didelė vandens savitoji šiluma lyginant su sausumos / smėlio, sąlygoja</p>  | <p>12. Mažus vandenynų temperatūros svyravimus lyginant su sausumos; Priekrančių klimatas turi mažesnius temperatūros svyravimus lyginant su sausumos klimatu; Dideli gryno vandens kiekiai lieka skystoje būsenoje, oro temperatūrai nukritus žemiau 0 °C.</p> |

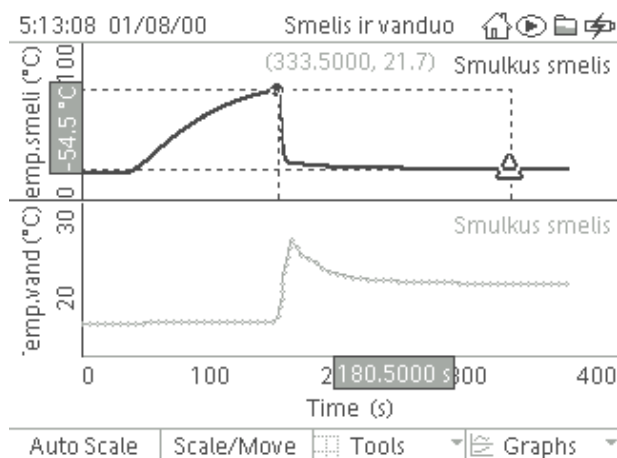
### **Rekomendacijos mokytojui**

Duomenis galite vaizduoti dviem grafikais ir atlikti jų analizę (Žr. 9 pav., 9 a pav., 9 b pav., 9 c pav., 9 d pav.).

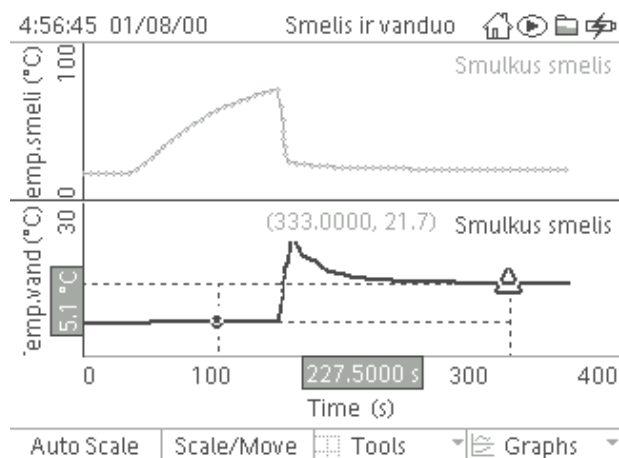


**9 pav.** Viršutinis grafikas didelę smėlio temperatūros kitimo, apatinis grafikas vaizduoja procesą kalorimetre su kambario temperatūros vandeniu iki suberiant įkaitintą smėlį ir subėrus. Nusistovėjus mišinio temperatūrai (mūsų atveju 21,7 °C), baigiamas matavimas.

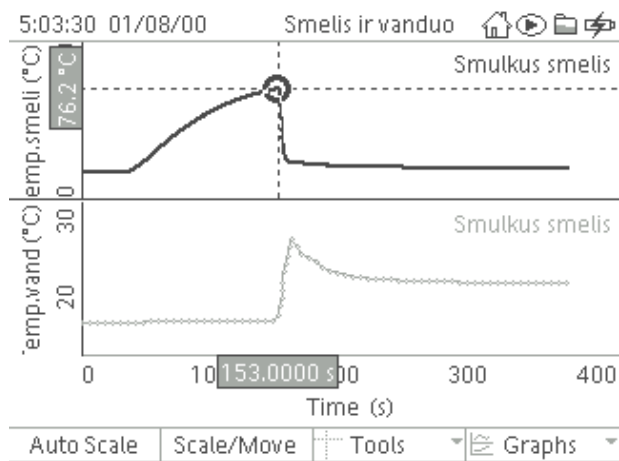
Duomenis analizuoti galite pasinaudodami *Delta Tool* arba *Smart tool* įrankiu iš įrankių (*Tools*) meniu.



**9 a pav.** Skirtumo įrankiu (*Delta Tool*) randamas įkaitinto smėlio temperatūros pokytis, supylus jį į kalorimetre esantį vandenį. Jį matome patamsintame stačiakampyje prie „y“ ašies (viršutinis grafikas).  $\Delta T_{\text{Smėlio}} = -54,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ .



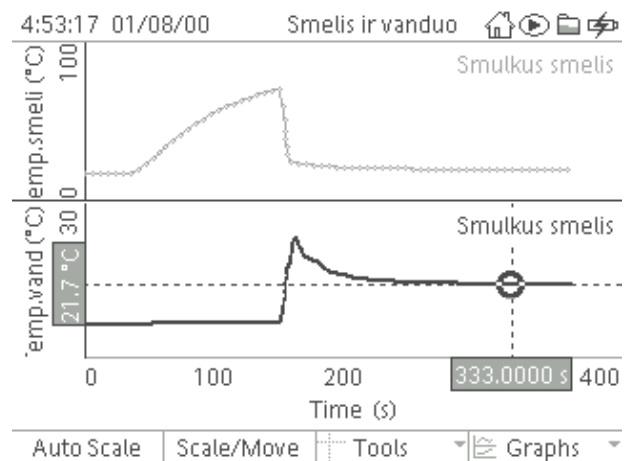
**9 b pav.** Vandens temperatūros pokytis  $\Delta T_{\text{Vandens}} = 5,1 \text{ } ^\circ\text{C}$  randamas įrankiu (*Delta Tool*).



**9 c pav.** Norėdami pamatyti iki kokios temperatūros buvo įkaitintas smėlis ir iki kokios atvėso, supylus jį į kambario temperatūros vandenį, pasinaudikite sumaniuojų įrankiu (*Smart tool*) iš įrankių (*Tools*) meniu.

Smėlio „ $T_{Max}$ “ = 76,2 °C

Smėlio „ $T_{Min}$ “ = 21,7 °C



**9 d pav.** Vandens pradinė ir nusistovėjusi temperatūra, po to, kai į jį buvo subertas smėlis, randami iš apatinio (vandens) grafiko (*Smart tool*) įrankiu.

Vandens „ $T_{Min}$ “ = 16,6 °C.

Vandens „ $T_{Max}$ “ = 21,7 °C.

#### 4.8. SPEKTROSKOPINIS CHLOROFILO NUSTATYMAS AUGALŲ EKSTRAKTUOSE

##### **Bendrosios programos:**

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| <b>9. Šiuolaikiniai tyrimo metodai</b>  |   |
|---|---|
| <b>Nuostata</b><br>Kūrybingai ir saugiai tyrinėti gamtos reiškinius.  |   |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti chemijoje taikomus tyrimo metodus.                                   |   |
| <b>Gebėjimai</b>  | <b>Žinios ir supratimas</b>   |
| 9.1. Taikyti įgytas žinias apie medžiagos koncentraciją tirpale, siejant su koncentracijos reiškimo būdais. | 9.1.2. Paašškinti, kaip tirpalo spalvos intensyvumas susijęs su medžiagos koncentracija ir tirpalo sluoksnio storium. |
| 9.2. Apibūdinti medžiagų sandaros tyrimo metodus.   | 9.2.5. Pateikti pavyzdžių, kaip fizikiniai medžiagų tyrimo metodai taikomi praktikoje.                                |

##### **Bendrosios programos:**

Vidurinis ugdymas. Biologija. Bendrinis kursas. 11–12 klasės.

| <b>1. Metodologiniai biologijos klausimai</b>  |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Įvairiais metodais tyrinėti biologinius reiškinius ir procesus.   |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Analizuoti mokslinius metodus ir biologijos atradimų reikšmę.  |  |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>  |
| 1.3. Taikyti matematikos ir informacijos paieškos žinias ir gebėjimus tyrimų rezultatams apdoroti.   | 1.3.1. Tiksliai atlikti matavimus ir apibendrinti gautus rezultatus. Apskaičiuoti procentus, vidurkius, santykius. Užrašyti gautus rezultatus ir pavaizduoti juos naudojantis kompiuterinėmis technologijomis.   |
| <b>2. Ląstelė – gyvybės pagrindas</b>  |  |
| <b>Nuostata</b><br>Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.  |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paašškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai. |  |
| <b>Gebėjimai</b>   | <b>Žinios ir supratimas</b>  |
| 2.1. Apibūdinti organinius junginius, įeinančius į ląstelių sudėtį.<br>2.5. Apibūdinti energijos ir medžiagų virsmus ląstelėje ir organizme.                 | 2.1.2. Atlikti įvairių augalinės kilmės maisto produktų tyrimus pasirinktai organinei medžiagai nustatyti.<br>2.5.4. Apibūdinti fotosintezę kaip augalų ląstelėse vykstantį procesą, kurio metu šviesos energija vartojama organinėms molekulėms sintetinti. |



## Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Biologija. Išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

### 1. Metodologiniai biologijos klausimai

#### Nuostata

Įvairiais metodais tyrinėti biologinius reiškinius ir procesus.

#### Esminis gebėjimas

Analizuoti mokslinius metodus ir biologijos atradimų reikšmę.

| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
|--|---|
| 1.3. Taikyti matematikos ir informacijos paieškos žinias ir gebėjimus tyrimų rezultatams apdoroti ir problemoms spręsti. | 1.3.1. Tiksliai atlikti matavimus, apibendrinti ir pateikti gautus rezultatus. Apskaičiuoti procentus, vidurkius, santykius. Užrašyti gautus rezultatus, apdoroti juos statistiškai ir pavaizduoti naudojantis kompiuterinėmis technologijomis. |

### 2. Ląstelė – gyvybės pagrindas

#### Nuostata

Suvokti ląstelę kaip mažiausią organizmo dalelę, kurioje vyksta gyvybiniai procesai.

#### Esminis gebėjimas

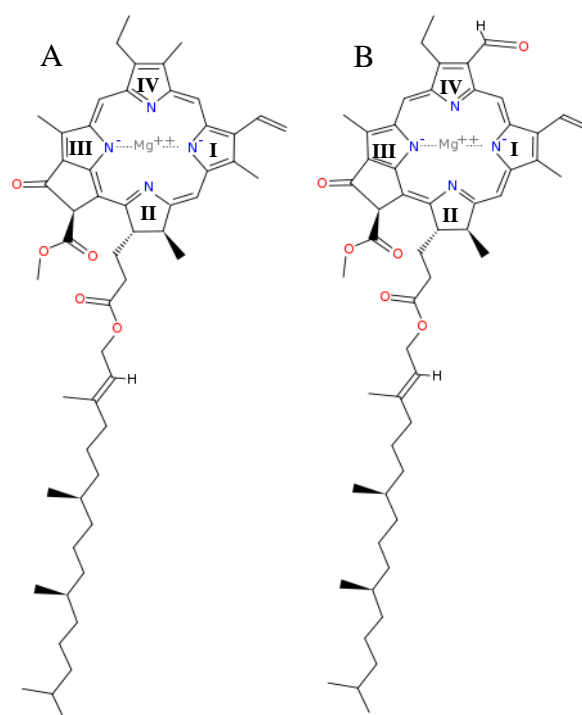
Suprasti, kad visi organizmai sudaryti iš ląstelių, paaiškinti ląstelėse vykstančių procesų reikšmę gyvybinei organizmo veiklai.

| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
|--|---|
| 2.1. Apibūdinti organinius junginius, įeinančius į ląstelių sudėtį. Paaiškinti šių organinių junginių ir vandens reikšmę organizmo gyvybinėms funkcijoms.<br>2.5. Paaiškinti energijos ir medžiagų virsmus ląstelėje ir organizme. | 2.1.2. Atlikti įvairių augalinės kilmės maisto produktų tyrimus pasirinktai organinei medžiagai nustatyti.<br>2.5.7. Apibūdinti fotosintezę kaip augalų ląstelėse vykstančią procesą, kurio metu šviesos energija vartojama organinėms molekulėms sintetinti. |

## LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Chlorofilas yra žalias pigmentas, randamas augalų ir dumblių chloroplastuose bei cianobakterijose. Fotosintezės metu chlorofilas sugeria saulės spindulių energiją ir paverčia ją chemine energija. Tokiu būdu iš anglies dioksido ir vandens gaminami angliavandeniliai, pvz., cukrus. Kaip šalutinis produktas, sukuriama deguonis. Augalų lapuose yra dviejų tipų chlorofilo: chlorofilas *a*  $C_{55}H_{72}MgN_4O_5$  (žaliai melsvo atspalvio), kurio struktūrinė formulė parodyta 1 a paveiksle, ir chlorofilas *b*  $C_{55}H_{70}MgN_4O_6$  (žaliai gelsvo atspalvio), kurio struktūrinė formulė parodyta 1 b paveiksle.

Nors chlorofilų struktūra yra labai sudėtinga, vis dėlto nesunku pastebėti, kad pagrindinis jų struktūrinis vienetas yra pirolas. Tarpusavyje sujungti keturi pirolo žiedai (I, II, III, IV) ir magnio atomas sudaro kiekvienos chlorofilo molekulės branduolį – porfirino



1 pav. Chlorofilo *a* (A) ir chlorofilo *b* (B) struktūrinės formulės.

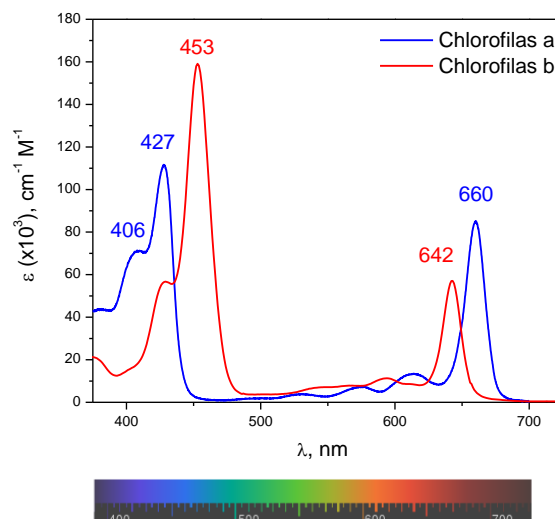
žiedą.

Pagrindinis biologiniu požiūriu yra chlorofilas *a*, kurio turi visi fotosintezę vykstantys organizmai, o pagalbinio chlorofilo *b* augaluose yra 3–5 kartus mažiau.

Chlorofilo molekulės geriausiai sugeria mėlyną ( $\lambda = 400\text{--}470\text{ nm}$ ) bei raudoną ( $\lambda = 620\text{--}700\text{ nm}$ ) šviesą (2 pav.). Žalios šviesos chlorofilas nesugeria, todėl augalai mums atrodo žali.

Iš sugerties spektrų galima kokybiškai nustatyti, kurio tipo chlorofilas vyrauja augale. Raudonuosius spindulius šiek tiek intensyviau sugeria chlorofilas *a*, mėlynuosius – chlorofilas *b*. Mėlynojoje spektro srityje chlorofilų sugerties spektrai persikloja su kitų augalinių pigmentų, pvz., karotenoidų, sugerties spektru, todėl chlorofilų *a* ir *b* atskyrimui patogiau naudoti raudonąją spektro sritį. Kaip matyti iš 2 paveiksle pateiktų spektrų, dietileteryje ištirpinto chlorofilo *a* sugerties maksimumas raudonojoje spektro srityje yra ties 660 nm, o chlorofilo *b* – ties 642 nm.

Chlorofilas vandenyje netirpsta, o veikiamas šarmais ar rūgštimis greitai suyra, todėl chlorofilo išskyrimui iš augalų geriausia naudoti organinius tirpiklius, pvz., acetoną, metanolį, etanolį, dietilerį, chloroformą (trichlormetaną). Priklausomai nuo naudojamo tirpiklio, keičiasi chlorofilo *a* ir *b* sugerties juostų maksimumų padėtys ( $\lambda_{\max}$ ) bei moliniai sugerties koeficientai, kai  $\lambda_{\max}$  (1 lentelė).



**2 pav.** Chlorofilo *a* ir chlorofilo *b* tirpalų dietileteryje sugerties spektrai.  $\epsilon$  – molinis sugerties koeficientas, parodantis chlorofilo molekulės gebėjimą sugerti skirtingų bangos ilgių ( $\lambda$ ) šviesą. Paveikslo apačioje pateiktas elektromagnetinių bangų spalvų spektras.

1 lentelė

#### Tirpiklio įtaka chlorofilo *a* ir *b* sugerčiai ilgabangėje spektrinėje srityje.

| Tirpiklis  | Chlorofilas <i>a</i> , |   |                         | Chlorofilas <i>b</i>  |   |                         |
|------------|------------------------|---|-------------------------|-----------------------|---|-------------------------|
|            | $\lambda_{\max 1}$ nm  | $\epsilon \times 10^{-3}, M^{-1} cm^{-1}$ |                         | $\lambda_{\max 2}$ nm | $\epsilon \times 10^{-3}, M^{-1} cm^{-1}$ |                         |
| Metanolis  | 665                    | $\epsilon_{665} = 71,4$                   | $\epsilon_{652} = 31,7$ | 652                   | $\epsilon_{652} = 38,6$                   | $\epsilon_{665} = 20,2$ |
| Dietileris | 660                    | $\epsilon_{660} = 85,3$                   | $\epsilon_{642} = 14,8$ | 642                   | $\epsilon_{642} = 57,0$                   | $\epsilon_{660} = 5,1$  |
| Acetonas   | 663                    | $\epsilon_{663} = 73,3$                   | $\epsilon_{645} = 15,0$ | 645                   | $\epsilon_{645} = 41,4$                   | $\epsilon_{663} = 8,4$  |

Chlorofilui augalų lapų ekstraktuose nustatyti naudojamas fizikinis metodas – sugerties spektroskopija. Šviesai sklindant nevysiškai skaidria medžiaga, mažėja jos intensyvumas ir keičiasi spektrinė sudėtis. Jei visų bangos ilgių šviesa sugerama vienodai, tai tokia sugertis vadinama *paprastąja*. Paprastoji sugertis nekeičia šviesos spektrinės sudėties, tačiau keičia jos intensyvumą, kuris, sklindant medžiaga, palaispsniui mažėja. Jei skirtingo bangos ilgio šviesa sugerama skirtingai, tada sugertis vadinama *atrankiąja*. Atrankioji sugertis keičia šviesos spektrinę sudėtį. Taip yra todėl, kad medžiagos atomai ir molekulės nevienodai sugeria skirtingo bangos ilgio šviesą. Dėl atrankiosios sugerties balta šviesa, praėjusi per medžiagos sluoksnį, tampa spalvota. Ištyrę per medžiagą praėjusios šviesos spektrinę sudėtį, galime nustatyti, kokie atomai ir molekulės sudaro medžiagą, kokie procesai vyksta medžiagoje. Toks tyrimo metodas vadinamas *optine spektroskopija*.

Pagrindinį šviesos sugertį aprašantį dėsnį 1729 m. eksperimentiškai nustatė prancūzų mokslininkas P. Būgeras, o teoriškai 1760 m. pagrindė vokiečių mokslininkas J. Lambertas. Pagal šį dėsnį šviesos intensyvumo sumažėjimas, perėjus jai per be galo ploną medžiagos sluoksnį, yra tiesiog proporcingas to sluoksnio storiui ir kritusios į šį sluoksnį šviesos intensyvumui. Kai medžiagos sluoksnio storis  $l$  nėra be galo plonas, tada pagal Bugero ir Lamberto dėsnį praėjusios per medžiagos sluoksnį šviesos intensyvumas yra:

$$I = I_0 e^{-K_\lambda l}; \quad (1)$$

čia  $I$  yra praėjusios per medžiagą šviesos intensyvumas, kai kritusios šviesos intensyvumas buvo  $I_0$ ,  $e$  yra natūrinio logaritmo pagrindas,  $\lambda$  – šviesos bangos ilgis. Proporciningumo koeficientas  $K_\lambda$  yra vadinamas *monochromatiniu sugerties koeficientu*. Jo matavimo vienetas  $m^{-1}$  arba  $cm^{-1}$ .  $K_\lambda$  priklauso nuo šviesos bangos ilgio, medžiagos sudėties ir sugeriančių šviesą atomų ir molekulių koncentracijos. Kadangi šis koeficientas priklauso nuo šviesos bangos ilgio, skirtingų bangos ilgių šviesa sugeriama nevienodai. Grafiškai pateikiama ši priklausomybė vadinama sugerties spektru, kuris suteikia informaciją apie medžiagos sandarą ir būseną.

Mokslininkas A. Beras 1852 m. tyrinėdamas šviesos sugertį tirpaluose pastebėjo, kad silpnųjų elektrolitų tirpalų monochromatinės šviesos sugerties koeficientas yra tiesiog proporcingas tirpalo koncentracijai:

$$K_\lambda = k_\lambda \cdot c; \quad (2)$$

čia  $c$  yra tirpalo koncentracija,  $k_\lambda$  – *molekulinis sugerties koeficientas*. Sujungę formules (1) ir (2), gauname jungtinį Bugero, Lamberto ir Bero dėsnį:

$$I = I_0 e^{-K_\lambda \cdot c \cdot l}; \quad (3)$$

Sugerties koeficientas  $K_\lambda$  nustatomas iš formulės (1), išmatavus medžiagos sluoksnio storį  $l$  ir per medžiagą praėjusios ir kritusios šviesos intensyvumų santykį, vadinamą medžiagos sluoksnio *pralaidumo faktoriumi*:

$$T_\lambda = \frac{I}{I_0} = e^{-K_\lambda \cdot l}. \quad (4)$$

Dažniausiai pralaidumo faktorius išreiškiamas procentais. Atvirkščio dydžio pralaidumo faktoriumi dešimtainis logaritmas yra vadinamas medžiagos sluoksnio *optiniu tankiu*:

$$A_\lambda = \lg \frac{1}{T_\lambda} = 0,4343 \cdot K_\lambda \cdot l. \quad (5)$$

Matyti, kad optinis tankis yra tiesiog proporcingas sugerties koeficientui.

5 lygtį yra nepatogu naudoti kokybiniais koncentracijos skaičiavimams, todėl, atlikę matematinius pertvarkymus ir koncentracijos matavimo vienetais pasirinkę mol/l (M), gausime lygtį optiniam tankiui  $A$  skaičiuoti:

$$\lg \frac{1}{T_\lambda} = -\lg T = \varepsilon \cdot c \cdot l = A; \quad (6)$$

čia  $\varepsilon$  – molinis sugerties koeficientas [ $l / (\text{mol} \cdot \text{cm})$ ] arba [ $M^{-1} \text{cm}^{-1}$ ].

Optinis tankis yra adityvus dydis: dviejų tirpalų mišinio optinis tankis lygus kiekvieno tirpalo optinių tankių sumai:

$$A_{1+2} = A_1 + A_2. \quad (7)$$

Kadangi chlorofilų sugerties spektrai skiriasi savo forma ir sugerties maksimumų padėtimis, naudojant (6) ir (7) formules galima kiekybiškai nustatyti chlorofilo  $a$  ir chlorofilo  $b$  koncentracijas

augalų lapų ekstraktuose. Įvertinę chlorofilų mišinio optinį tankį  $A$  ties dviem skirtingais bangų ilgiais  $\lambda_1$  ir  $\lambda_2$ , galime užrašyti lygčių sistemą:

$$A_{\lambda_1} = \varepsilon_{1,\lambda_1} \cdot c_1 \cdot l + \varepsilon_{2,\lambda_1} \cdot c_2 \cdot l, \quad (8)$$

$$A_{\lambda_2} = \varepsilon_{1,\lambda_2} \cdot c_1 \cdot l + \varepsilon_{2,\lambda_2} \cdot c_2 \cdot l.$$

Išsprendę lygčių sistemą (8), sudarome lygtis (9 ir 10) tirpalo sudėtyje esančių komponentų koncentracijų  $c_1$  ir  $c_2$  skaičiavimui.

$$c_1 = \frac{A_{\lambda_1} - \varepsilon_{2,\lambda_1} \cdot c_2 \cdot l}{\varepsilon_{1,\lambda_1} \cdot l} \quad (9)$$

$$c_2 = \frac{A_{\lambda_1} \cdot \frac{\varepsilon_{1,\lambda_2}}{\varepsilon_{1,\lambda_1}} - A_{\lambda_2}}{\frac{\varepsilon_{1,\lambda_2} \cdot \varepsilon_{2,\lambda_1}}{\varepsilon_{1,\lambda_1}} \cdot l - \varepsilon_{2,\lambda_2} \cdot l} \quad (10)$$

Norėdami užtikrinti didesnę tikslumą  $\lambda_1$  ir  $\lambda_2$  turėtume parinkti tokius, kuriems esant chlorofilų  $a$  ir  $b$  mišinį sudarančių molekulių sugertis skirtųsi labiausiai.

Kitaip, paprasčiau chlorofilo koncentraciją  $c$  [ $\mu\text{g/ml}$ ] galima apskaičiuoti naudojantis Lichtentaler ir Wellburn formulėmis, pateiktomis 2 lentelėje:

2 lentelė

**Formulės, naudojamos chlorofilo a ir chlorofilo b koncentracijoms skaičiuoti.**

| Tirpiklis  | Chlorofilas $a$                                  | Chlorofilas $b$                                  |
|------------|--|--|
| Metanolis  | $c_a = 15,65 A_{666} - 7,340 A_{653} \quad (11)$ | $c_b = 27,05 A_{653} - 11,21 A_{666} \quad (12)$ |
| Dietileris | $c_a = 10,05 A_{662} - 0,766 A_{644} \quad (13)$ | $c_b = 16,37 A_{644} - 3,140 A_{662} \quad (14)$ |
| Acetonas   | $c_a = 11,75 A_{662} - 2,350 A_{645} \quad (15)$ | $c_b = 18,61 A_{645} - 3,960 A_{662} \quad (16)$ |

Prietaisas, skirtas šviesos spektrams registruoti, vadinamas *spektrometru*. Standartinio spektrometro, skirto pralaidumo spektrams tirti, optinė schema pavaizduota 3 paveiksle. Pagrindiniai tokio spektrometro komponentai yra šie: plataus spektro šviesos šaltinis, monochromatorius, kiuvetė su tiriamu tirpalu ir šviesos intensyvumo detektorius. Monochromatorius yra skirtas iš plataus šviesos šaltinio spektro išskirti reikiamo bangos ilgio šviesą, kuri per galinį plyšį nukreipiama į tiriamą bandinį. Pagrindinis monochromatoriaus elementas yra prizmė arba difrakcinė gardelė, kuri išskleidžia baltą šviesą į spektrą. Sukant prizmę (difrakcinę gardelę) galima į išėjimo plyšį nukreipti reikiamo bangos ilgio baltos šviesos spektro dalį. Krintančios į kiuvetę ir praėjusios per kiuvetę šviesos intensyvumas, kurio vertė rodoma prietaiso ekrane arba su prietaisu sujungtame kompiuteryje, registruojamas detektoriumi. 3 paveiksle parodytu spektrometru kiekvienu laiko momentu registruojamas tik vieno bangos ilgio šviesos intensyvumas. Norint užregistruoti visą praėjusios šviesos spektrą, reikia keisti iš monochromatoriaus išeinančios šviesos bangos ilgį ir atlikti matavimus iš eilės keletui bangos ilgių. Spektrometruose, kuriuose detektorius yra fotodiodų liniuotė, visas spektras registruojamas iš karto, kadangi į detektoriaus atskirus elementus patenka tiriamos šviesos spektro skirtingo bangos ilgio šviesa. Spektrometro su diodų liniuote optinė schema pavaizduota 4 paveiksle.

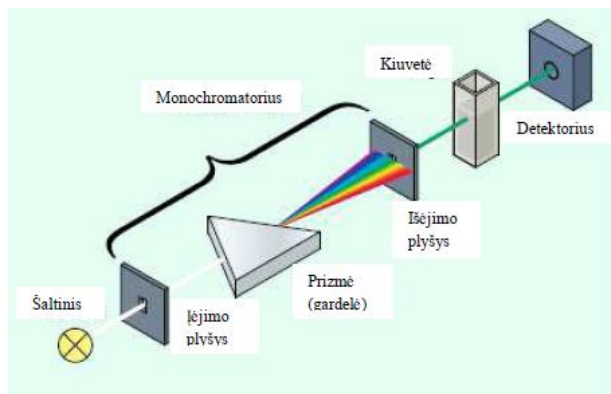
## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip struktūruotas tyrinėjimas. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai susipažįsta su spektroskopo veikimo principu ir jo naudojimu, geba paruošti augalinės žaliavos ekstraktą bei spektroskopu gali eksperimentiškai nustatyti chlorofilo kiekį augaluose, patikrina suformuluotą hipotezę.

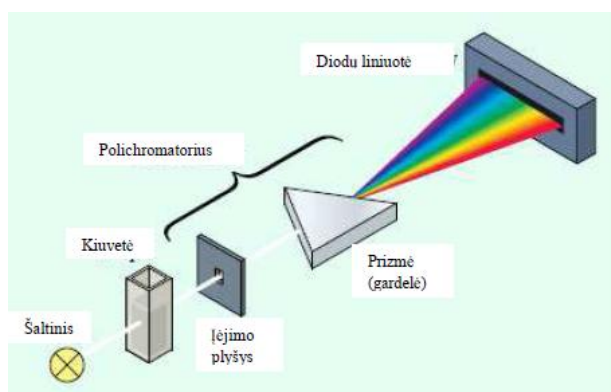
Eksperimentas atliekamas naudojant kompiuterinę mokymo sistemą Explorer GLX bei spektroskopą, kuriuo nustatoma chlorofilo koncentracija augaluose.

Kadangi eksperimento rezultatai mokiniams nėra iš anksto žinomi, atsiranda galimybė diskusijai grupėse. Rezultatų analizė ir aptarimas gali būti atliekami grupelėmis po 3–5 mokinius. Siūloma kiekvienai grupei tirti skirtingus augalus, o darbo rezultatus aptarti ir apibendrinti bei suformuluoti išvadas kartu.

Šį laboratorinį darbą galima atlikti kaip IV lygmens tyrinėjimą. Jį galima siūlyti kaip baigiamąjį tiriamąjį darbą arba kaip projekcinį darbą suformuluojant tyrimo problemą.



3 pav. Standartinio spektrometro optinė schema.



4 pav. Spektrometro su diodų liniuote optinė schema

## EKSPERIMENTAS

**Tyrimo problema.** Naudojant sugerties spektroskopijos metodiką atlikti augalų ekstraktų kiekybinę ir kokybinę spektrometrinę analizę.

**Eksperimento tikslas** – nustatyti chlorofilo (*a* ir *b*) koncentraciją augalų ekstraktuose.

### Tyrimo hipotezės:

- Chlorofilo koncentracija skirtinguose augalų ekstraktuose yra nevienoda.
- Chlorofilo koncentracija tos pačios rūšies augalo ekstraktuose, kai augalas žalias ir kai sudžiūvęs / pageltęs / nuvytęs, yra nevienoda.
- Kuo lapas žalesnis, tuo jame daugiau chlorofilo.
- Chlorofilo koncentracija tos pačios rūšies augalo ekstraktuose priklauso nuo augalo auginimo sąlygų (apšvietimo, laistymo, tręšimo, oro temperatūros ir kt.).

### Laukiami rezultatai:

- Žinos spektrometro veikimo principą.
- Supras sugerties spektroskopijos metodiką.
- Išmoks spektrometrinį chlorofilo koncentracijos nustatymo augalų ekstraktuose metodą;
- Gebės pasiruošti augalų ekstraktus.
- Sužinos, kurie augalai turi daugiausia chlorofilo.
- Žinos chlorofilo naudą gamtoje.

### **Eksperimento medžiagos ir priemonės:**

- Xplorer GLX;
- UV-VIS spektrofotometras „Ocean Optics Red Tide USB 650“;
- 1 cm optinio kelio ilgio kiuvetės (jei dirbama su acetoniniais augalų ekstraktais naudojamos stiklinės kiuvetės, jei su etanoliniais – plastikinės);
- Žali augalai;
- Smulkintuvas arba peilis;
- Analizinės svarstyklės
- 70% etanolio tirpalas;
- Grūstuvė;
- 25 ml stiklinės ar kiti indai tirpalui laikyti (jei dirbama su acetoniniais augalų ekstraktais naudojami stikliniai indai, jei su etanoliniais – plastikiniai);
- Matavimo cilindras;
- Piltuvėliai;
- Filtravimo popierius;
- Maistinė plėvelė arba *parafilmas*.

### **Darbo eiga:**

#### **1. Chlorofilo mėginių paruošimas.**

- 1.1. Įsigyti žalių augalų / surinkti žalius augalus, kuriuos tirsime. Tai gali būti medžių lapai ar spygliai, kambarinių gėlių lapai, džiovinti lapai, arbatžolės ir pan.
- 1.2. Augalų masę susmulkinti smulkintuvu ar smulkiai supjaustyti peiliu.
- 1.3. Pasverti 2 g smulkintos augalų masės (5 pav.).



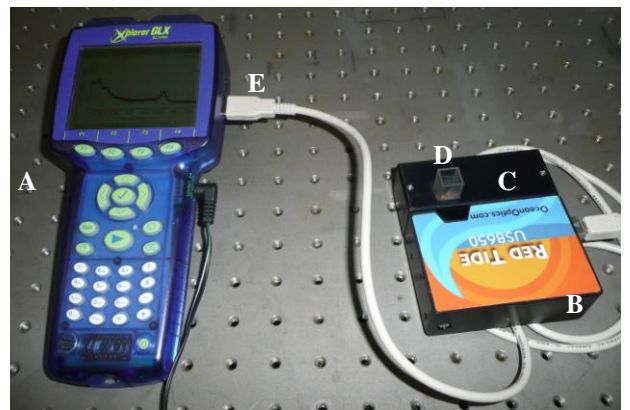
**5 pav.** Susmulkinti džiovinti augalai.



**6 pav.** Tirpalo filtravimas.

- 1.4. Mėginį perkelti į grūstuvę ir dar kartą sutrinti, kol pasidarys vienalytė žalia masė. Kad lengviau susitrintų, galima naudoti švarų smėlį (5–10 % mėginio tūrio).
- 1.5. Mėginį supilti į 25 ml stiklinę, kurioje bandinį ekstrahuosime 70 % etanoliumi. Galima naudoti ir kitus tirpiklius. Naudojant acetoną, reikia imti stiklinį indą, nes acetonas tirpdo kai kuriuos plastikus.


- 1.6. Matavimo cilindru pamatuoti 20 ml etanolio ir jį pilti į stiklinę ant susmulkintos augalinės žaliavos.
- 1.7. Supurtyti ir palaikyti vieną parą (kartais papurtant), kad etanolis ekstrahuotų (ištrauktų) chlorofilą iš augalinės žaliavos.
- 1.8. Po paros atliekamas filtravimas, t. y. augalinė žaliava atskiriama nuo tirpalo. Filtravimui paruošiama kita stiklinė, į kurią įstatomas piltuvėlis su filtriniu popieriumi (6 pav.), sudrėkintu ekstrahavimui naudotu tirpikliu. Į paruoštą filtravimui stiklinę su piltuvėliu pilamas tirpalas su augaline žaliava. Norint darbą pagreitinti, stiklinę su ekstrahuojama augaline žaliava galima laikyti 3 val. inde su vandeniu, kurio temperatūra yra 40 °C.
- 1.9. Gautą skaidrų tirpalą praskiesti 5 kartus etanoliu: į kitą indą įpilti 1 ml tirpalo ir 4 ml acetono. Skiesti reikia tiek, kad spektrometru pamatuoto optinio tankio *A* vertės būtų tarp 0,1 ir 1,2. Kuo žalesnė tirpalo spalva, tuo daugiau reikia skiesti. Tirpalą skiedžiant 10 kartų, pilama 1 ml tirpalo ir 9 ml tirpiklio (etanolio): 10 ml / 1 ml = 10 kartų. Skiedžiant 20 kartų, sumaišomas 1 ml tirpalo ir 19 ml tirpiklio: 20 ml / 1 ml = 20 kartų. Skiedžiant 7 kartus, maišoma 1 ml tirpalo ir 6 ml tirpiklio: 7 ml / 1 ml = 7 kartai. Taupant reagentus, tirpalo ir tirpiklio tūrį galima sumažinti 2 kartus, skiedimas išlieka toks pat, pvz., skiedžiant 20 kartų, maišoma 0,5 ml tirpalo ir 9,5 ml tirpiklio: 10 ml / 0,5 ml = 20 kartų.

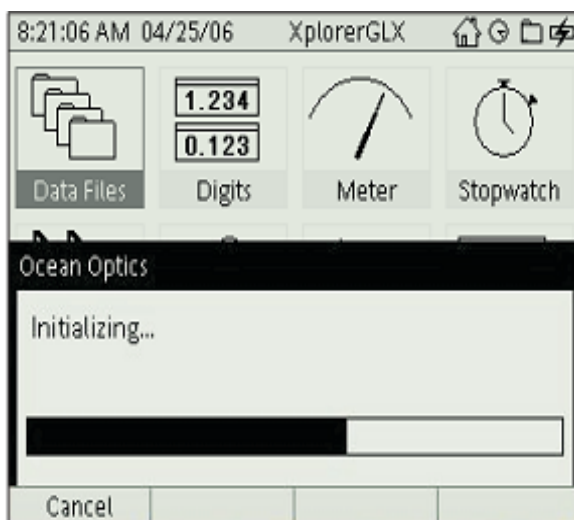


7 pav. Sugerties spektro matavimo aparatūros schema. A) Xplorer GLX; B) spektrometras Ocean Optics Red Tide USB 650; C) integruotas šviesos šaltinis; D) plastikinė kuivetė; E) USB laidas spektrometro prijungimui prie GLX.

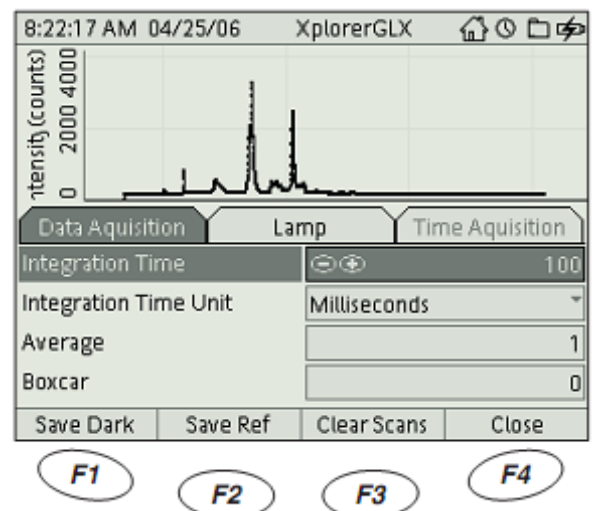
## 2. Aparatūros sujungimas ir testavimas

2.1. Sujunkite aparatūrą, kaip

pavaizduota 7 paveiksle: įjunkite GLX paspausdami  mygtuką prietaiso dešinėje, apačioje. USB laidu prijunkite spektrometrą prie GLX. Prijunkite maitinimo bloką, kai GLX programa aptinka Ocean Optics spektrometrą.




8 pav. Spektrometro instaliavimo langas.





9 pav. Spektrometro *Analysis Configuration* režimas.





3.2. Du kartus paspauskite varnelę  ir rodyklių pagalba nustatykite, kad y ašyje rodytų absorbciją (*Absorbance*) (Pav. 11).

3.3. Spauskite , ir bus matuojamas spektras.

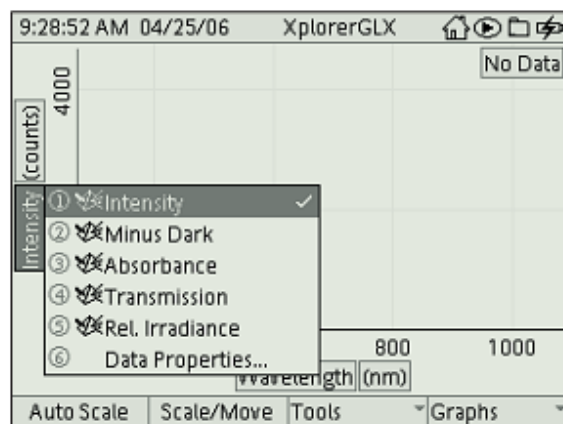
3.4. Dar kartą spauskite , kad sustabdytumėte matavimą.

3.5. Norėdami išdidinti dominančią spektro dalį (400–700 nm), spauskite *F2* (*Scale/Move*).



Rodyklėmis  spektrą išdidinkite.

3.6. Norėdami reikiamą spektro dalį pastumti į ekrano vidurį, antrą kartą spauskite *F2* ir rodyklėmis spektrą pastumkite, kur reikia.

3.7. Paspauskite *F3* (*Tools*) ir išsirinkę *Smart tools*, paspauskite varnelę



11 pav. Matavimų režimo grafinis langas.

 . Atsirias rutuliukas, rodantis x ir y vertes. Rodyklėmis  nueikite ant dominančio spektro smailės (tarkime, 660 nm), ir ekrane matysite optinio tankio vertę (šiuo atveju chlorofilo A absorbcija).

3.8. Rodyklėmis nueikite ant kitos smailės (tarkime, 550 nm) ir taip pat matysite absorbcijos vertę (šiuo atveju chlorofilo B absorbcija).

3.9. Vertes surašykite į lentelę (3 lentelė).

3.10. Išmatuota sugertis A (matuojama optinio tankio vienetais) turi neviršyti 1.2. Jei yra daugiau, mėginį reikia skiesti. Tarkime, gavome kad A yra 3. Mėginį reikės skiesti 3 kartus: paimti 1 dalį turimo mėginio ir į jį įpilti 2 dalis tirpiklio (etanolio).

3 lentelė

Matavimų duomenys

| Augalai   | Skiedimas [kartais] | Sugerties spektro maksimumai, [nm] |                    | A (660–665 nm), [opt.t.vn t.] | A (642–652 nm), [opt.t.vn t.] | Chlorofilo koncentracija, µg/ml |      |
|-----------|---------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------|
|           |                     | 400–500 nm srityje                 | 600–700 nm srityje |                               |                               | a                               | b    |
| Klevas    | 100                 | 406; 429; 452                      | 660                | 0,146                         | 0,148                         | 3,58                            | 1,43 |
| Beržas    | 100                 | 408                                | 662                | 0,071                         | 0,056                         | 1,55                            | 0,48 |
| Eglė      | 100                 | 406; 429; 452                      | 660                | 0,162                         | 0,023                         | 0,69                            | 0,18 |
| Liepa     | 100                 | 406; 429; 452                      | 659                | 0,343                         | 0,106                         | 2,53                            | 1,03 |
| Dracena   | 100                 | 406; 429; 452                      | 660                | 0,252                         | 0,075                         | 1,72                            | 0,75 |
| Pipirmėtė | 100                 | 429; 452                           | 668                |                               |                               |                                 |      |
| Ugniažolė | 100                 | 406; 429; 452                      | 660                | 0,133                         | 0,011                         | 0,22                            | 0,13 |
| Melisa    | 100                 | 429; 452                           | 667                |                               |                               |                                 |      |

Duomenys kokybinei mišinio analizei.

Duomenys kiekybinei mišinio analizei.

3.11. Pagal 2 lentelėje pateiktas formules raskite chlorofilo *a* ir *b* koncentracijas. Jei naudojote etanolį, naudokite formules su metanolium:

| Tirpiklis | Chlorofilas <i>a</i>                       | Chlorofilas <i>b</i>                       |
|-----------|--|--|
| Metanolis | $c_a = 15,65 A_{666} - 7,340 A_{653}$ (11) | $c_b = 27,05 A_{653} - 11,21 A_{666}$ (12) |

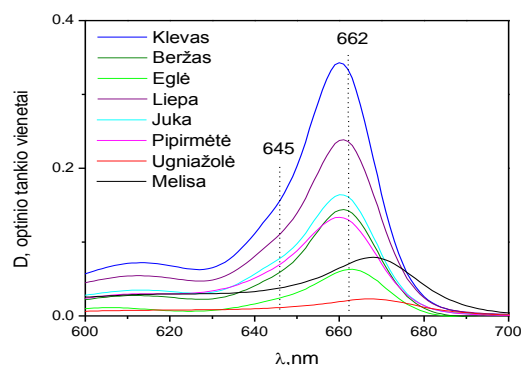
3.12. Gautas chlorofilo koncentracijos vertes dauginkite iš skiedimų skaičiaus. Gavote chlorofilo A ir B koncentracijas.

#### 4. *Rezultatų analizė*

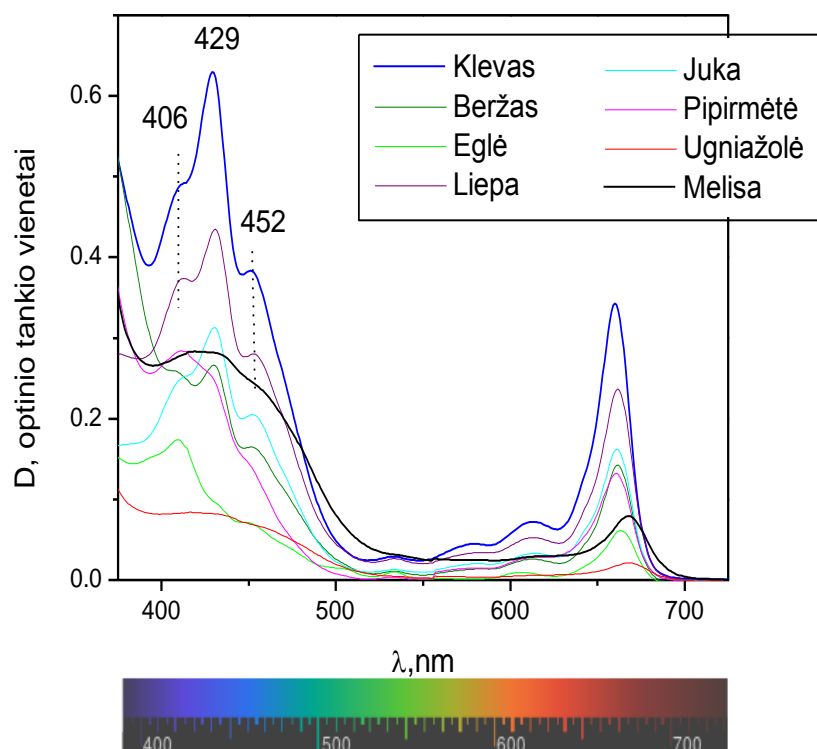
Augalų ekstraktų spektrai pasižymėjo plačiomis sugerties juostomis mėlynojoje ir raudonojoje spektrinėje srityje. Visų ištirtų augalų ekstraktų spektruose galima išskirti sugerties juostas būdingas chlorofilui *a* ir chlorofilui *b*. Chlorofilas *a* ir chlorofilas *b* intensyviausiai sugėrė šviesos spindulius mėlynojoje spektrinėje srityje, sugerties maksimumai lokalizuoti ties 429 nm ir 452 nm (12 pav.).

Mėlynojoje ir UV (200–500 nm) spektrinėje srityje esanti chlorofilų sugertis persikloja su kitų augaluose esančių pigmentų, pvz., karotinoidų, taip pat baltymų, kai kurių vitaminų sugertimi. Tai apsunkina spektrinių duomenų interpretavimą, todėl toliau darbe tirsime augalų ekstraktų sugertį tik raudonojoje spektrinėje srityje (13 pav.). Priklausomai nuo panaudoto tirpiklio, chlorofilo *a* ir chlorofilo *b* koncentracijoms nustatyti reikia pritaikyti 11–16 formules.

Iš sugerties spektrų nustatėme, kad daugumos tirtų mėginių sugerties spektro maksimumas yra ties  $660 \pm 2$  nm. Tai reiškia, kad minėtuose augaluose yra žymiai daugiau chlorofilo *a* nei chlorofilo *b*, kurio sugerties maksimumas yra ties 642 nm.



12 pav. Augalų ekstraktų sugerties spektrai.



**13 pav.** Chlorofilo *a* ir *b* koncentracijos nustatymas iš augalų ekstraktų sugerties spektrų.

Iš sugerties spektrų įvertinome augalų ekstraktų optinio tankio vertes ties 662 ir 645 nm. Kadangi pipirmėtės ir melisos sugerties maksimumas buvo ties 667–668 nm, todėl šių duomenų kiekybinei chlorofilų mišinio analizei nenaudojome. Priklausomai nuo panaudoto tirpiklio, chlorofilo koncentracijos skaičiavimams galima naudoti 1 lentelėje pateiktas  $\lambda_{\max 1}$ , ir  $\lambda_{\max 2}$  vertes bei jas atitinkančius  $\epsilon$  duomenis.

Nustatėme, kad daugiausiai chlorofilo *a* ir *b* buvo klevo mėginyje.

#### Mokiniai padaro išvadas:

- kurie tirti augalai turi daugiausia chlorofilo, o kurie mažiausia;
- kaip priklauso chlorofilo kiekis nuo augalo augimo sąlygų?

#### KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai                                       | Atsakymai   |
|---|---|
| 1. Kodėl lapas žalias?                          | 1. Augalų lapuose esantis chlorofilas geriausiai sugeria mėlyną bei raudoną šviesą. Žalią šviesą chlorofilas atspindi, atspindėta šviesa patenka į mūsų akis, todėl augalai mums atrodo žali.   |
| 2. Kodėl rudenį lapai keičia spalvą?            | 2. Rudenį, kai pažemėja aplinkos temperatūra, sulėtėja chlorofilo sintezė, o vėliau jis visai nesintetinamas ir lapuose išnyksta. Tada pamatome kitus pigmentus – karotenoidus, kurie lapams suteikia geltoną – oranžinę spalvas. Karotenoidai lape buvo visą laiką, tačiau chlorofilui būdinga žalia spalva juos užgožė, ir jų nesimatė. Tuo tarpu raudoną – purpurinę spalvą lemia kiti pigmentai – antocianinai, kurie pradedami sintetinti tik atėjus rudeniui. |
| 3. Kodėl morka yra geltona, o braškė – raudona? | 3. Morkose, moliūguose ir kituose oranžinės spalvos augaluose vyrauja pigmentas karotenoidas,   |

|  |   |
|--|---|
|  | kuris suteikia būdingą oranžinę spalvą, braškėse, pomidoruose pagrindinis pigmentas yra raudoną spalvą lemiantis antocianinas.  |
| 4. Nuo ko priklauso chlorofilo kiekis augale?                              | 4. Chlorofilo kiekis augale priklauso tiek nuo augalo rūšies, tiek nuo aplinkos sąlygų. Tos pačios rūšies augalas, kai jo augimo aplinkos sąlygos (temperatūra, vandens, trąšų ar šviesos kiekis) skiriasi, turės skirtingą kiekį chlorofilo arba skirtingą chlorofilo <i>a</i> ir <i>b</i> kiekių santykį.   |
| 5. Kas galėjo lemti chlorofilo koncentracijos nustatymą eksperimento metu? | 5. Eksperimento metu chlorofilo kiekį labiausiai galėjo įtakoti chlorofilo ekstrakcija. Jei augalas buvo nepilnai susmulkintas arba per trumpai palaikytas acetone, ne visas chlorofilas pateko į tirpalą. Jei pamatuotas optinis tankis yra daugiau nei 1,2, tai taip pat duos didesnes paklaidas.   |
| 6. Ar gyvūnams augalai taip pat žali?                                      | 6. Ne. Žalia spalva yra ne augalų savybė, o mūsų smegenų savybė suvokti elektromagnetines bangas. Todėl vieni gyvūnai pasaulį mato nespaltvotą, kiti dar mato raudoną spalvą ir panašiai.   |
| 7. Ar gyvūnai gali turėti chlorofilo?                                      | 7. Taip. Nors dažniausiai gyvūnai chlorofilo neturi, tačiau yra išimčių. Kai kurie jūriniai šliužai, besimaitinantys dumbliais, sudaro simbiozę su dumblių plastidėmis. Kai šliužai praryja dumblius, visą dumblių turinį suvirškina, išskyrus chloroplastus, kurie turi chlorofilo, ir laikinai gamina deguonį. Šis reiškinys vadinamas kleptoplastija (angl. <i>kleptoplasty</i> ) ir simbiozė gali trukti nuo kelių dienų iki kelių mėnesių. Pavyzdžiui, kai šliužas <i>Elysia chlorotica</i> praryja dumblių <i>Vaucheria litorea</i> , simbiozė trunka iki 10 mėnesių, ir jos metu gaminamas deguonis. |

## 4.9. TRANSPIRACIJA

### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Biologija. Bendrasis ir išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 4. Medžiagų apykaita ir pernaša   |  |
|---|--|
| <b>Nuostata</b><br>Suvokiant įvairių organizmų prisitaikymo unikalumą, saugoti gyvybę.                  |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Apibūdinti organizmų dujų apykaitą ir medžiagų pernašą.                     |  |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas   |
| 4.3. Paaiškinti, kaip įvairūs augalo organai – šaknis, stiebas ir lapas – prisitaikę medžiagų pernašai. | 4.3.3. Atliekant transpiracijos tyrimą išsiaiškinti lapo paviršiaus ploto ir aplinkos sąlygų, pavyzdžiui, temperatūros, vėjo ar drėgmės, įtaką augalų vandens pernašai.<br>4.3.1. Susieti augaluose vykstančią dujų ir vandens pernašą su fotosinteze. |

### Bendrosios programos:

Vidurinis ugdymas. Fizika. Bendrasis ir išplėstinis kursas. 11–12 klasės.

| 3. Makrosistemų fizika  |  |
|---|--|
| <b>Nuostata</b><br>Efektyviai vartoti energijos išteklius siekiant saugoti gamtą.   |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Taikyti makrosistemose vykstančius procesus apibūdinančius dėsnius analizuojant buityje ir technikoje matomus reiškinius. |  |
| Gebėjimai   | Žinios ir supratimas                                       |
| 3.3. Palyginti dujų ir garų savybes.<...> oro drėgmę.   | 3.3.4. Nusakyti oro drėgmės reikšmę žmogui ir jo aplinkai. |

### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Transpiracija yra vandens garinimas pro lapo žioteles. Garindami vandenį augalai naudoja Saulės energiją. Garinamas vanduo vėsina lapų paviršių ir padeda augalo stiebui nenutrūkstama srove judėti ištirpusioms medžiagoms. Skirtingi augalai turi skirtingus vandens indus ir skirtingai garina vandenį. Transpiracijai įtakos turi aplinkos veiksniai: šviesos stiprumas, oro judėjimas ir drėgmė, paros laikas.

Moksleiviai sumontuos įrenginį, kaip (1 pav.). Augalui siurbiant vandenį ir garinant jį per lapus, vandens kiekis mėgintuvėlyje mažės, oro tūris didės. Jeigu sistema bus sumontuota sandariai, oro slėgis turi kristi.

### LABORATORINIO DARBO METODIKA

Moksleiviai tyrimui atlikti pasirinks vieną ar kelis augalus, juos tinkamai paruoš tyrimui, sumontuos įrenginį, kaip 1, 2 ar 3 pav. Slėgio jutikliu matuos oro slėgio kitimą mėgintuvėlyje virš vandens, esant skirtingam augalo apšviestumui. Apšviestumą matuos apšviestumo jutikliu. Pageidautina, kad tyrimo metu būtų matuojama ir temperatūra. Matavimų duomenis rinks, kaups ir saugos vienu iš turimų grafinių sąsajų. Vaizduos ir analizuos grafiniame displėjuje. Įvertins transpiracijos greičio priklausomybę nuo įvairių faktorių, tokių kaip lapų paviršiaus plotas, jų skaičius, skirtingas blizgis (vaškinės kutikulės) ar skirtingas plaukuotumas ir t. t., pagal turimas gamtos mokslų laboratorijos galimybes bei tyrimo tikslus. Padarys išvadas ir sugalvos tokio tipo įrenginio pritaikymą.

Kadangi aparatūra leidžia fiksuoti ir saugoti duomenis ilgą laiko tarpą, tyrimą, kaip projektinį darbą, galima atlikti skirtingu paros ir skirtingu metų laiku, esant skirtingai apšvietai, temperatūrai, oro drėgmei ir t. t.

## EKSPERIMENTAS

### II lygmuo Struktūruotas tyrinėjimas

**Tyrimo problema.** Kaip aptikti ir ištirti transpiracijos reiškinį? Kaip priklauso transpiracijos greitis nuo augalo lapų paviršiaus ploto, nuo aplinkos srovių judėjimo (vėjo), temperatūros, apšviestumo ir kt.

**Tyrimo hipotezė.** Kai kitos sąlygos vienodos, augalo transpiracijos greitis priklauso nuo augalo lapų paviršiaus ploto, jų paviršiaus savybių (blizgio, plaukuotumo,...), aplinkos srovių judėjimo (vėjo), temperatūros, apšviestumo.

**Eksperimento tikslas** – gauti slėgio grafikus, iliustruojančius augalų transpiraciją. Aptarti slėgio kritimo priežastis.

**Užduotis.** Sumontavus įrenginį, surinkti oro slėgio mėgintuvėlyje su įmerktu augalu kitimo duomenis keliais atvejais: esant mažai augalo apšvietai ir esant didelei augalo apšvietai; arba be vėjo ir pučiant vėjui; išsiaiškinti lapo paviršiaus ploto ir kitų aplinkos sąlygų įtaką augalų vandens pernašai. Duomenis pateikti grafiškai ir, analizuojant grafikus, įvertinti transpiracijos greitį bent dviem atvejais. Padaryti išvadas ir sugalvoti galimą praktinį pritaikymą. Atsakyti į klausimus, pateiktus laboratorinio darbo aprašymo gale.

#### Laukiami rezultatai:

Mokiniai geriau supras:

- Transpiracijos reiškinį, jo reikšmę aplinkai.
- Vandens ir druskų pernašą.
- Vėjo, temperatūros, drėgmės ir kitų aplinkos sąlygų įtaką augalų vandens pernašai.
- Lapų tipų ir lapų paviršiaus ploto įtaką transpiracijai.

#### Eksperimento priemonės:

- GLX'as ar kitas interfeisas;
- Slėgio-temperatūros jutiklis;
- Apšviestumo jutiklis;
- 12–15 cm aukščio augalas arba jo dalis;
- Peilis arba skutimosi peiliukas, platus indas su šaltu vandeniu, aliejus, tirštas, želės pavidalo tepalas;
- Stovas su dviem gnybtais, glicerolis, elektrinis pūtiklis;
- Kompiuteris (nebūtinai).

#### Darbo eiga

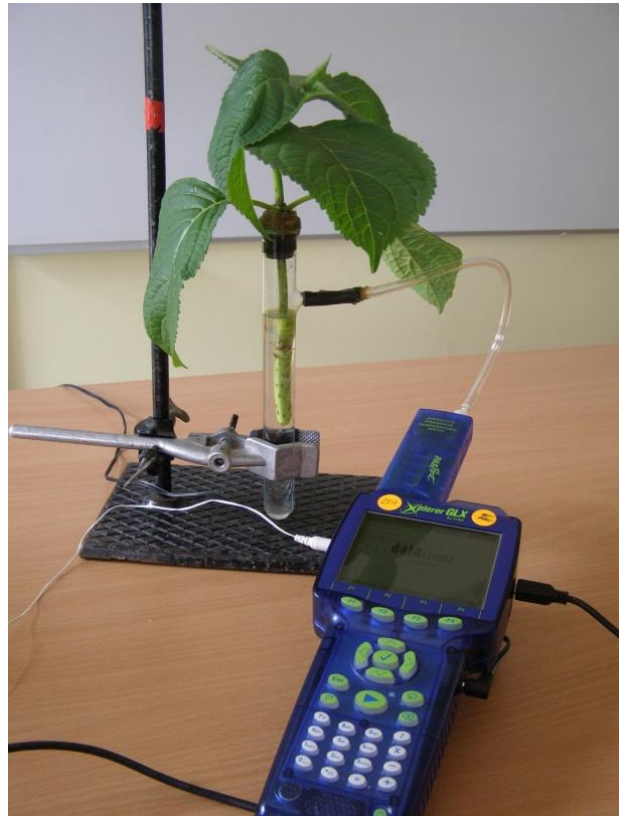
##### 1. Priemonių parengimas darbui:

- 1.1. 2–3 cm atstumu nuo dirvožemio paviršiaus nupjaukite augalą arba nukirpkite augalo dalį su stiebu ir tuoj pat pamerkite į platų indą su kambario temperatūros vandeniu. Laikydami augalą vandenyje, aštrių peiliuku, 45° kampu nupjaukite stiebo galą.
- 1.2. Į mėgintuvėlį su atšaka pripilkite vandens.
- 1.3. Nedelsdami prakiškite augalo stiebą pro skylę kamštyje, ant vandens paviršiaus užpilkite nedidelį kielį aliejaus ar glicerino ir užkimškite mėgintuvėlį. Augalo stiebas

turi būti įmerktas į vandenį, o vanduo šiek tiek nusileidęs žemiau mėgintuvėlio atšakos.

**! Dėmesio: saugokite slėgio jutiklį, kad vanduo (aliejus) vamzdeliu pro atšaką nepribėgtų į jį!**

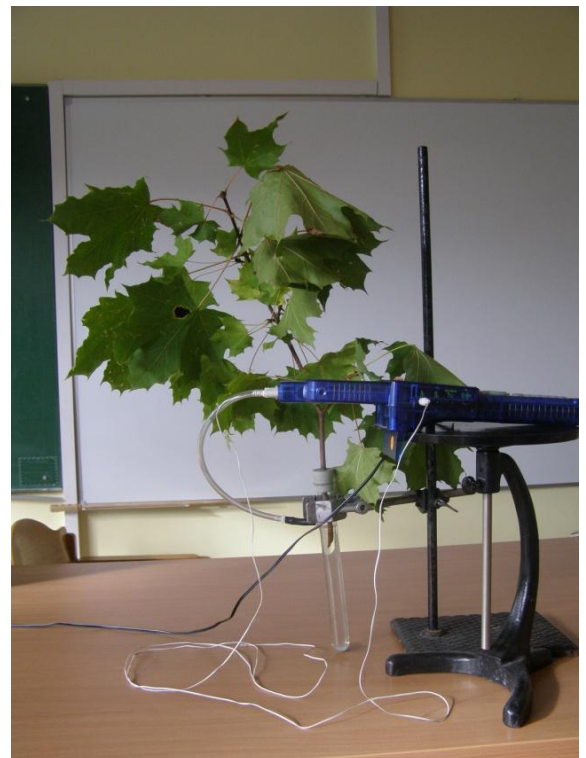
- 1.4. Hermetizuokite kamštį ir atšaką, užtepdami juos stangriu želės pavidalo tepalu.
- 1.5. Prijunkite prie GLX'o slėgio, apšviestumo bei temperatūros jutiklius. Nuspauskite ☀ „Saulute“ paženklintą apšviestumo jutiklio mygtuką: maksimali registruojama vertė bus 150 000 liuksų (150 k lx).
- 1.6. Įjunkite GLX skaitmeninį displejų ir peržiūrėkite pradinius slėgio, apšviestumo ir temperatūros parametrus (2 pav.). Juos pasižymėkite.
- 1.7. Mėgintuvėlio atšaką vamzdeliu su greito prijungimo – atjungimo jungtimi sujunkite su slėgio jutikliu.



**1 pav.** Augalo šakelė prakišta pro guminį kamštį ir įmerkta į mėgintuvėlį su atšaka. Ant vandens paviršiaus užpiltas plonas aliejaus sluoksnis. Kamštis sandariai užkimštas ir hermetizuotas. Atšaka skaidraus plastiko vamzdeliu greito prijungimo-atjungimo jungtimi sujungta su slėgio jutikliu. Pastarasis prijungtas prie GLX'o.



**2 pav.** Skaitmeniniame GLX displejuje galite tuo pat metu matyti slėgio, apšviestumo ir temperatūrų vertes.

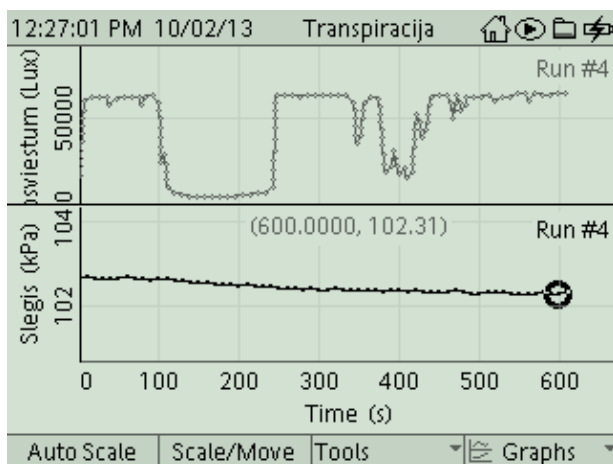


**3 pav.** GLX'as pakeltas į tokią padėtį, kad apšviestumo jutiklis registruotų apšviestumą šviesos kritimo į augalo lapus vietoje.

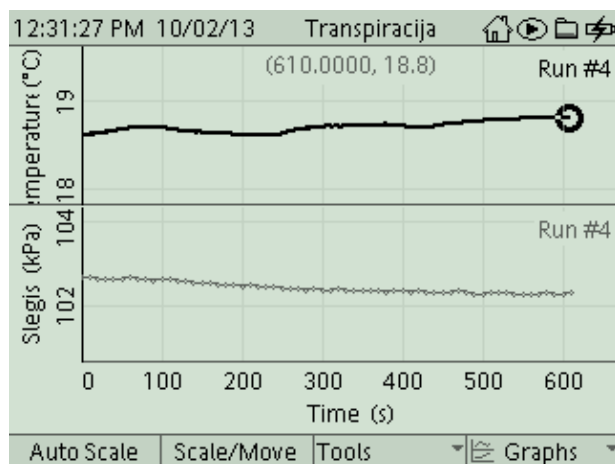
- 1.8. Atsidarykite *GLX Home, Sensors* ir pasirinkite matavimų registravimą sekundėmis, kas 10 arba kas 15 sekundžių.
- 1.9. Grįžkite į grafinį displeją. Jei prijungėte du jutiklius, duomenis galite vaizdinti dviem grafikais: (*F4, Two Graphs*).

## 2. **Matavimų procedūros:**

- 2.1. Dar kartą patikrinkite, ar įrenginys sandariai sumontuotas, ar tinkamoje vietoje yra apšviestumo jutiklis (3 pav.) ir spustelėkite *Start*.
- 2.2. Tyrimo sąlygų nekeiskite. Duomenis rinkite 10 minučių. Spustelkite *Stop* ir baikite matavimą. Ekране gausite grafikus, kaip 4 pav. (a, b).



**4 a pav.** Tyrimą atlikdami su trimis jutikliais: slėgio, apšviestumo ir temperatūros, GLX ekrane galime stebėti po du grafikus: viršutinis – apšviestumo, apatinis – slėgio.



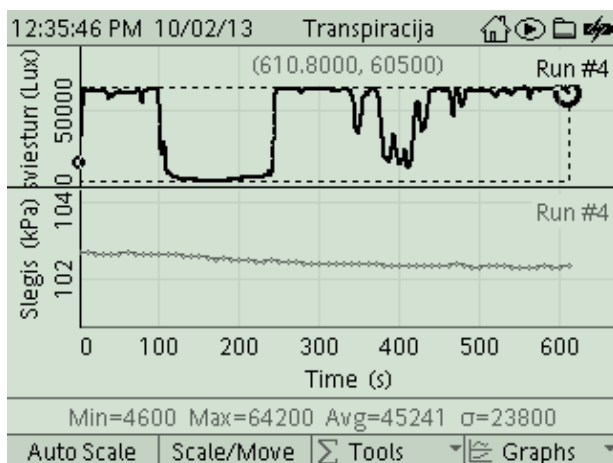
**4 b pav.** Tyrimą atlikdami su trimis jutikliais: slėgio, apšviestumo ir temperatūros, GLX ekrane galime stebėti po du grafikus: viršutinis – temperatūros, apatinis – slėgio.

**Pastaba.** Jeigu slėgis nekinta arba pradeda didėti, tai rodo, kad, greičiausiai, sistema nesandari ir kažkur praleidžia. Pabandykite iš naujo prispausti augalą vamzdelyje ir, pridėdami daugiau tepalo želės aplink vamzdelio galą, geriau izoliuokite.

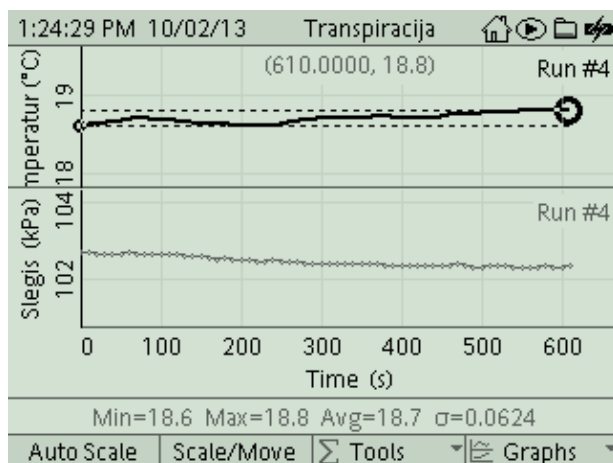
## 3. **Ekspimento rezultatai ir jų analizė:**

- 3.1. Pasinaudodami statistikos įrankiu (*Statistics*) iš įrankių (*Tools*) meniu raskite augalo lapų vidutinę apšviestą per visą tyrimo laiką (5 a pav.). Matavimų duomenis surašykite į lentelę.
- 3.2. Pasinaudodami statistikos įrankiu (*Statistics*) iš įrankių (*Tools*) meniu raskite vidutinę aplinkos temperatūrą ( $T, ^\circ\text{C}$ ) per visą tyrimo laiką (5 b pav.).
- 3.3. Raskite oro, esančio mėgintuvėlyje su atšaka, slėgio pokytį ( $\Delta p, \text{kPa}$ ) per visą tyrimo laiką (5 c pav.).
- 3.4. Raskite oro, esančio mėgintuvėlyje su atšaka, slėgio kitimo greitį ( $\Delta p / \Delta t, \text{kPa/s}$ ) (5 d pav.). Visus matavimų duomenis surašykite į lentelę.
- 3.5. Pakeiskite tyrimo sąlygas: sumažinkite apšviestumą (užtemdykite laboratoriją), pakeiskite oro drėgmę (augalą apgaubkite polietileno maišeliu), sukelti švelnų vėjelį, paimkite augalą su didesniais ar daugiau lapų ir t. t. ir matavimą, remdamiesi aukščiau aprašyta eiga, pakartokite naujomis sąlygomis.

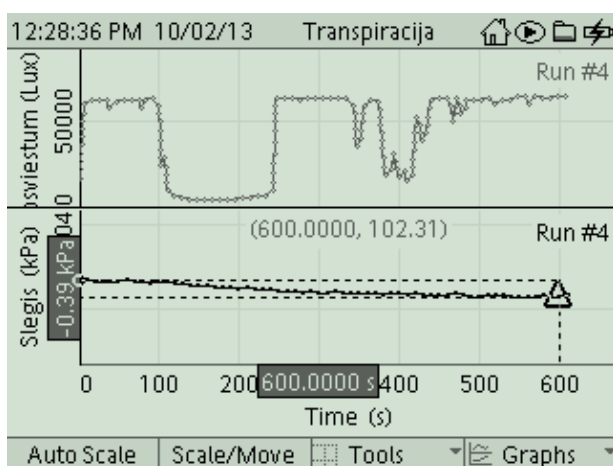




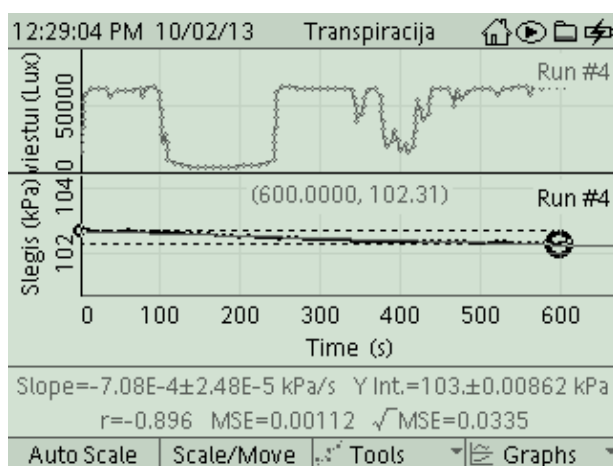
**5 a pav.** Vidutinis augalo lapų apšvieta ( $E$ ) per visą tyrimo laiką:  $E = 45241 \text{ lx}$ .



**5 b pav.** Vidutinė aplinkos temperatūra ( $T$ , °C) per visą tyrimo laiką:  $T = 18,7 \text{ }^\circ\text{C}$ .



**5 c pav.** Oro, esančio mėgintuvėlyje su atšaka, slėgio pokytis, ( $\Delta p$ , kPa),  $\Delta p = -0,39 \text{ kPa}$



**5 d pav.** Oro, esančio mėgintuvėlyje su atšaka, slėgio kitimo greitis, ( $\Delta p / \Delta t$ , kPa/s),

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = -7,08^E - 4 \pm 2,48^E - 5 \text{ kPa/s}$$

3.6. Atlikite duomenų analizę, kaip aprašyta aukščiau. Sukurkite GLX arba Excel lentelę ir ją užpildykite.

**Lentelė**

| Tyrimo sąlygos                | Apšvieta, ( $E$ ), lx | Temperatūra, ( $T$ ), °C | Oro slėgio pokytis, ( $\Delta p$ ), kPa | Transpiracijos greitis ( $\Delta p / \Delta t$ ), kPa/s |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|---|---|
| Esant dideliame apšviestumui  |                       |                          |   |   |
| Esant mažam apšviestumui      |                       |                          |   |   |
| Nesant vėjo                   |                       |                          |   |   |
| Esant vėjui                   |                       |                          |   |   |
| Kita (pvz.: santykinė drėgmė) |                       |                          |   |   |

**Mokiniai padaro išvadas:**

1. Kokia buvo oro slėgio kitimo tendencija mėgintuvėlyje su pamerktu augalu. Kodėl ?

2. Ar kito oro slėgio kitimo tendencija mėgintuvėlyje su pamerktu augalu, kintant tyrimo sąlygoms? Kaip?
3. Koks buvo oro slėgio kitimo greitis mėgintuvėlyje su augalu? Kaip tai susiję su transpiracija?
4. Kaip, manote, kistų transpiracijos greitis, kintant apšvietai, temperatūrai, oro drėgmei? Kintant oro srovių srautamas ir kt. Bent vieną atsakymą patikrinkite eksperimentuodami. Ar eksperimentas patvirtino jūsų prielaidą?
5. Kokį gamtos reiškinį modeliuoja / imituoja / pūtikas?
6. Pasiūlykite ir aprašykite keletą būdų, kurie, jūsų manymu, leistų sumažinti / minimizuoti / vandens praradimą per augalo lapus.

**Mokytojo pastabos:**

1. Dėmesingai ir atsargiai reikia sujungti slėgio jutiklį su mėgintuvėlio atšaka, kad vanduo nepatektų į jutiklį.

#### 4.10. VAISIŲ SULČIŲ BIOLOGINIŲ, CHEMINIŲ IR FIZINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

##### Bendrosios programos

Vidurinis ugdymas. Išplėstinis kursas. 11–12 klasės

| 5. Žmogaus sveikata                                      |   |
|--|---|
| <b>Nuostata</b><br>Saugoti savo ir kitų žmonių sveikatą  |   |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas  |
| 5.2. Paaiškinti maistinių medžiagų ir energijos poreikį. | 5.2.1. Remiantis supratimu apie organines ir neorganines medžiagas ir cheminius junginius aptarti <...> vitaminų reikšmę kasdienėje mityboje. <...><br>5.2.2. Vainikinių širdies ligų ir jas sukeliančių rizikos faktorių pavyzdžiu aptarti ir diskutuoti apie netaisyklingos mitybos pasekmes. |

##### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

**Vaisių ir daržovių sultys** gaminamos iš prinokusių vaisių, uogų, daržovių jas spaudžiant ar ekstrahuojant. Vertingiausios yra sultys su minkštimu, nes į jas patenka visa ląsteliena, pavyzdžiui, pomidorų, morkų, šaltalankių, abrikosų, persikų, slyvų. Pagamintos sultys vartojamos šviežios, jų nereikia virti, konservuoti ar pasterizuoti, priešingu atveju sunaikinami visi fermentai ir dalis vitaminų. Ne tokios vertingos yra sultys su cukrumi. Daugelyje sulčių yra vitaminų C, kalio, kalcio jonų bei labai mažais kiekiais organizmui reikalingų geležies, vario, mangano, kobalto, cinko, nikelio jonų.

**Vaisiniai gėrimai** turi iki 30 % vaisių sulčių; pavyzdžiui, vynuogių gėrime sulčių yra 6 %, citrinų – apie 10 % sulčių. Šie gėrimai yra itin paplitę, nes yra pigesni.

Daržovėse ir vaisiuose esanti ląsteliena turi įtakos riebalų apykaita, mažina cholesterolio kiekį kraujyje, padeda pašalinti kenksmingas organizmui medžiagas. **Kalis** – reguliuoja nervinio impulso perdavimą, raumenų veiklą, vandens balansą ląstelėse. Kalio paros dozė – 2000 mg.

**Kalcis** – sudaro pagrindinę kaulų ir dantų masę. Beveik 99 proc. žmogaus organizme esančio kalcio yra kauluose. Kalcis, esantis ne kaulų audinyje, vaidina svarbų vaidmenį perduodant nervinį impulsą griaučių ir širdies raumenų skaiduloms. Ši kalcio dalis svarbi krešėjimo sistemoms, fermentinių reakcijų reguliavimui.

Gausiai tręšiant dirvožemį neorganinėmis ir organinėmis trąšomis augaluose kaupiasi **nitratai**. Dideli jų kiekiai vaisiuose ar daržovėse yra pavojingi sveikatai. Žmogaus organizme tam tikromis sąlygomis jie redukuojasi iki nitritų, kurie gali jungtis su aminais, sudarydami kancerogeninius junginius *nitrozoaminus*. Nitritai taip pat gali jungtis su hemoglobinu ir slopinti deguonies pernašą į organizmo ląsteles

**Vitaminas C**, askorbo rūgštis, vienas nepatvariausių vandenyje tirpių vitaminų. Esant deguoniui jis greitai oksiduojasi, yra nepatvarus temperatūros poveikiui, todėl, termiškai apdorojant sultis, suyra. Beveik visų žinduolių ląstelės gali sintetinti vitaminą C, deja, žmogaus ląstelės šios savybės neturi, todėl jo poreikis tenkinamas valgant augalinės kilmės maistą. Vitamino C yra visuose organizmo skysčiuose ir ląstelėse, tačiau organizme jis nekaupiamas, o perteklius išskiriamas su šlapimu. Vitaminas C svarbus kaip kofermentas ir kaip antioksidantas, dalyvauja kolageno sintezėje, antinksčių žievės steroidinių hormonų ir kitų hormonų sintezėje.

Esant vitamino C trūkimui pasireiškia skorbutas, padidėja kraujagyslių trapumas, vyksta kaulinio audinio pokyčiai, kliba ir iškrenta dantys; gali išsivystyti širdies funkcijų sutrikimas, mažakraujystė. Vitamino C paros dozė – 75–100 mg.

Kalio, kalcio ir nitratų jonų koncentracijai, pH vertėms sultyse nustatyti plačiai taikomas potenciometrinis metodas, kuris patrauklus tuo, kad yra gana spartus, paprastas, o įranga palyginus nebrangi. Tam tikslui sukurti jonų selektyvieji elektrodai. Jonų selektyvusis elektrodas turi membraną, kuri praleidžia tik atitinkamus (selektyvius) jonus (kalio, kalcio, nitrato ar vandenilio

jonus). Potencialo šuolis susidaro tarp abiejų membranos pusių. Šis potencialas pagal Nernsto dėsnį proporcingas selektyvių jonų aktyvumui:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \log a.$$

Čia  $E$  – išmatuotas potencialas,  $E_0$  – etaloninio elektrodo potencialas,  $R$  – universalioji dujų konstanta,  $T$  – temperatūra Kelvino skalėje,  $n$  – jono krūvis,  $F$  – Faradėjaus konstanta,  $a$  – nitrato jonų aktyvumas.

Jeigu tirpalo joninė jėga yra didelė ir pastovi, Nernsto lygtis užrašoma taip:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \log C.$$

Čia  $C$  – jonų koncentracija.

Kad tirpalo joninė jėga būtų pakoreguota iki aukštos ir pastovios vertės, į visus tirpalus įpilama joninę jėgą reguliuojančio tirpalo. Tirpalo joninė jėga yra visų tirpale esančių jonų elektrostatinės sąveikos matas. Ji priklauso ne tik nuo jonų koncentracijos, bet ir nuo jonų krūvio:

$$I = 0,5 \sum_{j=1}^n c_j z_j^2,$$

čia  $I$  – tirpalo joninė jėga;  $c_j$  – atskirų tirpale esančių jonų koncentracija mol · l<sup>-1</sup>;  $z_j$  – jonų krūviai.

Vaisių sulčių krūvininkai yra ne elektronai, o jonai. Jonų koncentracija ir judrumas sąlygoja sulčių elektrinį laidį. Jonų judris priklauso nuo terpės, kurioje juda, klampumo ir tankio. Kadangi kylant temperatūrai mažėja sulčių klampumas ir tankis, jonų judrumas didėja, taigi didėja ir elektrinis laidis. Vaisių sulčių laidis priklauso ne tik nuo vaisių rūšies, bet ir nuo jų išnokimo laipsnio. Nokstant vaisiui, didėja jonų pratekėjimas iš membranų ir atitinkamai didėja elektrinis laidis. Elektrinio laidžio matavimai praktikoje taikomi vaisių nokimui ir senėjimui tirti.

Vitamino C koncentracija sultyse nustatoma jodometrinio titravimo metodu, plačiai taikomu cheminėje analizėje.

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Tai **kompleksinis tyrinėjimas**, sudarytas iš **penkių eksperimentinių dalių**. Kiekvieną dalį galima atlikti ir interpretuoti kaip atskirą laboratorinį darbą. Darbą sudaro penkios eksperimentinės dalys. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi išskeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę bei geba eksperimentiškai nustatyti žmogaus organizmui svarbių kai kurių medžiagų ir nepageidautinų nitratų kiekius skirtingose vaisių sultyse.

Eksperimentas atliekamas naudojant kompiuterinę mokymo sistemą **Nova5000**. Šiame eksperimente nustatoma selektyvių K, Ca ir nitratų elektrodų potencialo priklausomybė nuo jonų koncentracijos. Išmatavus selektyvių elektrodų potencialus skirtingose sultyse ir pasinaudojus nustatyta potencialo priklausomybe nuo koncentracijos, nustatomos jonų koncentracijos tiriamosiose sultyse. Vitamino C koncentracija sultyse nustatoma jodometrinio titravimo metodu. pH ir elektrinio laidžio matavimais įvertinama vandenilio jonų bei bendra jonų koncentracija sultyse. Kadangi šio darbo rezultatai mokiniam nėra iš anksto žinomi, atsiranda galimybė diskusijai grupėse. Rezultatų analizė ir aptarimas efektyvus, kai darbas atliekamas poromis arba grupelėmis po 3–5 mokinius. Taupant pamokos laiką, siūloma kiekvienai grupei skirti atlikti po vieną iš 5 eksperimentinių dalių, o darbo rezultatus aptarti ir apibendrinti bei suformuluoti išvadas kartu.

Šitą darbą galima atlikti kaip **IV lygmens** tyrinėjimą. Jį galima siūlyti kaip baigiamąjį tiriamąjį darbą arba kaip projektinį darbą suformuluojant tyrimo problemą. Analogiškai galima tyrinėti skirtingų daržovių sultis.

## EKSPERIMENTAS

### II lygmuo Struktūruotas tyrinėjimas

**Tyrimo problema.** Kaip žmogaus organizmui svarbių kai kurių medžiagų ir nepageidautinų nitratų kiekiai priklauso nuo vaisių rūšies ir sulčių gamintojų.

**Eksperimento tikslas** – ištirti žmogaus organizmui svarbių kai kurių medžiagų ir nepageidautinų nitratų kiekius skirtingose vaisių sultyse.

#### Tyrimo hipotezė:

- Šviežiai spaustose sultyse K, Ca ir vitamino C yra daugiau nei sultyse iš prekybos tinklo.
- Apelsinų sultyse vitamino C yra daugiau nei obuolių sultyse.

#### Laukiami rezultatai:

- Žinos vaisių sulčių sudėtį bei jų naudą žmogaus organizmui.
- Įvaldys potenciometrinį tyrimo metodą.
- Gebės pagal instrukciją parengti priemonės darbui.
- Mokės gauti K, Ca ir nitratų kalibravimo grafikus.
- Mokės pamatuoti sulčių elektrinį laidį ir vandenilinį rodiklį (pH).
- Mokės iš kalibravimo grafiko nustatyti jonų koncentraciją.
- Gebės praktiškai interpretuoti gautus eksperimento rezultatus.

### I. $K^+$ koncentracijos nustatymas

#### Eksperimento priemonės:

- NOVA5000;
- $K^+$  jutiklis;
- temperatūros jutiklis;
- svarstyklės;
- 150 ml stiklinės;
- 1000 ml matavimo kolba;
- 100 ml matavimo kolbos;
- plovimo indas su distiliuotu vandeniu;
- pipetės.

#### Reagentai:

1000 ppm (0,0256 M  $K^+$ ) standartinis  $K^+$  tirpalas: (1,910 g KCl ištirpinti distiliuotame vandenyje ir praskiesti iki 1000 ml).


1. 1 M NaCl joninę jėgą reguliuojantis tirpalas (58,443 g NaCl ištirpinti distiliuotame vandenyje ir praskiesti iki 1000 ml);
2. Tiriamų sulčių mėginiai.

## Darbo eiga:

### 1. Kalibravimui skirtų $K^+$ standartinių tirpalų paruošimas

Kalibravimui paruošiami keturi standartiniai tirpalai: į keturias 100 ml matavimo kolbas įpilama po 50, 10, 1 ir 0,1 ml 1000 ppm koncentracijos standartinio KCl tirpalo, į kiekvieną kolbą po 2 ml joninę jėgą reguliuojančio 1M NaCl tirpalo ir praskiedžiama distiliuotu vandeniu iki žymos. Gaunami standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos atitinkamai 500, 100, 10 ir 1 ppm.

### 2. Elektrodo paruošimas matavimams

- 2.1. Kalio elektrodo gale sumontuota membrana yra apgaubta apsauginiu buteliuku. Jį reikia nuimti atsukant. Jokiu būdu neliesti PVC membranos.
- 2.2. Elektrodas nuplaunamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas. Jokiu būdu netrinti.
- 2.3. 10 min elektrodas palaikomas įmerktas į distiliuotą vandenį.
- 2.4. Elektrodas apie dvi valandas palaikomas įmerktas į standartinį kalio tirpalą.
- 2.5. Įjungiamas NOVA5000 (1 pav.).
- 2.6. Prie pirmojo duomenų kaupiklio įvado prijungiamas temperatūros jutiklis.
- 2.7. Elektrodas sujungiamas su stiprintuvu ir per jį prijungiamas prie antrojo duomenų kaupiklio įvado.
- 2.8. NOVA5000 įranga automatiškai atpažįsta jutiklius.
- 2.9. Pagrindinėje įrankių juostoje paspaudžiama *Sąranka* . Paspaudus *Norma* nustatomas duomenų rinkimo dažnis (1 matavimas per sekundę), paspaudus *Matavimai* nustatoma matavimų skaičius (pavyzdžiui 1000 matavimų). Tada paspaudžiama *OK*.
- 2.10. Prieš kalibravimą elektrodas vėl kruopščiai nuskalaujamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas.





1 pav. K jonų koncentracijos matavimo įranga

### 3. Elektrodo kalibravimas

Elektrodo kalibravimui išmatuojamas jo potencialas skirtingos koncentracijos standartiniuose tirpaluose. Tada, nustatius elektrodo potencialo priklausomybę nuo tirpalo koncentracijos, pakanka išmatuoti potencialą mėginyje ir remiantis kalibravimo duomenimis apskaičiuoti kalio jonų koncentraciją.

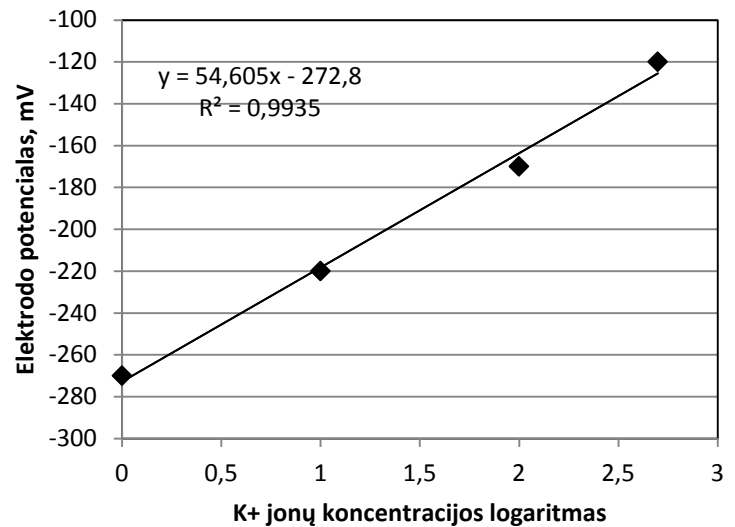
Kalibruojama kiekvieną kartą prieš matavimus.

- 3.1. Į 150 ml stiklinę įpilama 100 ml mažiausios koncentracijos (1 ppm  $K^+$ ) kalibravimui paruošto standartinio tirpalo. Įmerkiama temperatūros jutiklis ir selektyvusis elektrodo. Įjungiamas magnetinė maišyklė (arba maišoma rankomis).
- 3.2. Paspaudus  (*Run*) pradeda matuoti. Nusistovėjus potencialui paspaudžiama  (*Stop*).
- 3.3. Elektrodas nuplaunamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas ir įmerkiama į kitą didesnės koncentracijos (10 ppm  $K^+$  tirpalą). Tokiu pat būdu išmatuojamas šio ir kitų kalibravimui paruoštų tirpalų potencialas. Matavimų rezultatai pateikti 1 lentelėje.

Selektyvaus K<sup>+</sup> elektrodo potencialas standartiniuose tirpaluose

| Eil. Nr. | Tirpalo koncentracija, ppm | Elektrodo potencialas, mV |
|----------|----------------------------|---------------------------|
| 1        | 1                          | -270                      |
| 2        | 10                         | -220                      |
| 3        | 100                        | -170                      |
| 4        | 500                        | -120                      |

3.4. *Plan Maker* arba *Excel* terpėje nubrėžiamas kalibravimo grafikas (elektrodo potencialo priklausomybė nuo koncentracijos logaritmo) (2 pav.). Patikrinamas gautos tiesės polinkis. Tai potencialų skirtumas standartiniuose tirpaluose, kurių koncentracijos skiriasi 10 kartų, pavyzdžiui, 10 ppm ir 100 ppm. Esant 25 °C temperatūrai jis turi būti lygus 56±4 mV. Jei elektrodo polinkis išeina iš nustatytų ribų, jį galima atstatyti dviem valandoms įmerkus į standartinį tirpalą. Po to kalibravimas pakartojamas.

2 pav. Selektivaus K<sup>+</sup> elektrodo kalibravimo grafikas

3.5. Gauta tiesės lygtis  $E = 54,60 \cdot \log C - 272,8$ . Išreiškiama  $\log C$ :  $\log C = \frac{E+272,8}{54,60}$  ir  $C = 10^{\frac{E+272,8}{54,60}}$ . (Matavimai buvo atliekami esant 22°C temperatūrai.)

#### 4. Mėginių matavimas

4.1. Matuojamas K<sup>+</sup> elektrodo potencialas įvairių vaisių sultyse (2 lentelė). Tuo tikslu į 100 ml matavimo kolbą įpilama 50 ml tiriamųjų sulčių, 2 ml 1 M NaCl tirpalo (joninę jėgą reguliuojančio tirpalo) ir praskiedžiama distiliuotu vandeniu iki 100 ml.

Selektyvaus K<sup>+</sup> elektrodo potencialas vaisių sultyse

| Eil. Nr. | Sulčių pavadinimas           | Elektrodo potencialas, mV |
|----------|------------------------------|---------------------------|
| 1        | Šviežiai išspaustos apelsinų | 110                       |
| 2        | CIDO apelsinų                | -120                      |
| 3        | Šviežiai išspaustos obuolių  | -130                      |
| 4        | ELMENDORSTER obuolių         | -145                      |

4.2. Pabaigus matavimus, elektrodas (ir temperatūros jutiklis) kruopščiai nuskalaujamas vandeniu, nusausinamas ir įmerkiamas į praskiestą standartinį tirpalą (pvz., 10 ppm K<sup>+</sup> tirpalą) iki kito matavimo.

4.3. Jeigu artimiausiu metu matavimai nenumatomi, elektrodo membrana uždengiama apsauginiu buteliuku ir laikoma sausa.

- 4.4. Į gautą kalibravimo tiesės lygtį įrašius elektrodo potencialo vertę, apskaičiuojama kalio jonų koncentracija paruoštame tirpale ppm vienetais (nepamirškite, kad visos sultys buvo praskiestos du kartus). 1 ppm koncentracija atitinka 1 mg/l koncentraciją. Kadangi priimta koncentraciją maistinėse medžiagose išreikšti mg/ 100 ml, 1 ppm atitinka 0,1 mg K<sup>+</sup>/ 100 ml sulčių.
- 4.5. Apskaičiuotos kalio jonų koncentracijos ištirtose sultyse pateiktos 3 lentelėje.

3 lentelė

**K<sup>+</sup> koncentracija ištirtose vaisių sultyse**

| Sulčių pavadinimas           | K <sup>+</sup> koncentracija praskiestose sultyse, ppm | K <sup>+</sup> koncentracija sultyse, ppm | K <sup>+</sup> koncentracija sultyse, mg/100 ml |
|------------------------------|--|---|---|
| Šviežiai išspaustos apelsinų | 959  | 1920                                      | 192   |
| CIDO apelsinų                | 629  | 1260                                      | 126   |
| Šviežiai išspaustos obuolių  | 412  | 824                                       | 82,4  |
| ELMENDORSTER obuolių         | 219  | 538                                       | 53,4  |

#### **Mokiniai padaro išvadas:**

- Palyginkite kalio jonų koncentraciją vienos rūšies šviežiai išspaustose ir parduodamose sultyse.
- Įvertinkite, kiek reiktų išgerti vienų ar kitų sulčių, kad jose būtų K<sup>+</sup> dienos norma.

## **II. Ca<sup>2+</sup> koncentracijos nustatymas**

#### **Eksperimento priemonės:**

- NOVA5000;
- Ca<sup>2+</sup> jutiklis;
- temperatūros jutiklis;
- svarstyklės;
- 150 ml stiklinė;
- 1000 ml matavimo kolba;
- 100 ml matavimo kolbos;
- plovimo indas su distiliuotu vandeniu;
- pipetės.

#### **Reagentai:**

1. 1000 ppm (0,0249 M Ca<sup>2+</sup>) standartinis Ca<sup>2+</sup> tirpalas: (3,668 g CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O ištirpinti distiliuotame vandenyje ir praskiesti iki 1000 ml).
2. 4 M KCl joninę jėgą reguliuojantis tirpalas (300 g KCl ištirpinti distiliuotame vandenyje ir praskiesti iki 1000 ml).
3. Tiriamų sulčių mėginiai.


#### **Darbo eiga:**

##### **1. Kalibravimui skirtų Ca<sup>2+</sup> standartinių tirpalų paruošimas**

Paruošiami trys standartiniai tirpalai: į tris 100 ml matavimo kolbas įpilama po 10, 5 ir 1 ml 1000 ppm koncentracijos standartinio CaCl<sub>2</sub> tirpalo, į kiekvieną kolbą po 2 ml joninę jėgą reguliuojančio 4M KCl tirpalo ir praskiedžiama distiliuotu vandeniu iki žymos. Gaunami standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos atitinkamai 100, 50 ir 10 ppm.

##### **2. Elektrodo paruošimas matavimams**





- 2.1. Kalcio elektrodo gale sumontuota membrana yra apgaubta apsauginiu buteliuku. Jį reikia nuimti atsukant. Jokiu būdu neliesti PVC membranos.
- 2.2. Elektrodas nuplaunamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas. Jokiu būdu netrinti.
- 2.3. 10 min elektrodas palaikomas įmerktas į distiliuotą vandenį.
- 2.4. Elektrodas apie dvi valandas palaikomas įmerktas į 10 ppm standartinį tirpalą.
- 2.5. Įjungiami NOVA5000.
- 2.6. Prie pirmojo duomenų kaupiklio įvado prijungiamas temperatūros jutiklis.
- 2.7. Elektrodas sujungiamas su stiprintuvu ir per jį prijungiamas prie antrojo duomenų kaupiklio įvado.
- 2.8. NOVA5000 įranga automatiškai atpažįsta jutiklius.
- 2.9. Pagrindinėje įrankių juostoje paspaudžiamas mygtukas  (*Sąranka*) ir paspaudus *Norma* nustatomas duomenų rinkimo dažnis (10 matavimų per sekundę), o paspaudus *Matavimų skaičius* nustatomas matavimų skaičius (pavyzdžiui, 1000 matavimų). Galima pasirinkti didesnę matavimų skaičių, o nusistovėjus pusiausvyrai matavimus sustabdyti.
- 2.10. Tada paspaudžiama *OK*.
- 2.11. Prieš kalibravimą elektrodas vėl kruopščiai nuskalaujamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas.

### 3. *Elektrodo kalibravimas*

Elektrodo kalibravimui išmatuojamas elektrodo potencialas visuose paruoštuose standartiniuose tirpaluose. Tada, nustatius elektrodo potencialo priklausomybę nuo tirpalo koncentracijos, pakanka išmatuoti mėginio potencialą ir remiantis kalibravimo duomenimis apskaičiuoti kalcio jonų koncentraciją.

#### **Kalibruojama kiekvieną kartą prieš matavimus**

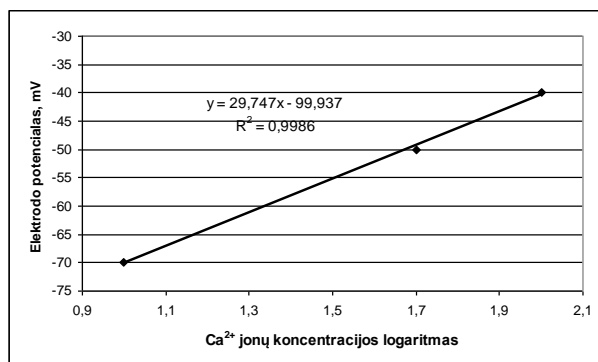
- 3.1. Į 150 ml stiklinę įpilama 100 ml mažiausios koncentracijos (10 ppm  $\text{Ca}^{2+}$ ) kalibravimui paruošto standartinio tirpalo. Įmerkiama temperatūros jutiklis ir selektyvusis elektrodas. Įjungiami magnetinė maišyklė (arba maišoma rankomis).
- 3.2. Paspaudus  (*Run*) pradeda matuoti. Nusistovėjus potencialui paspaudžiama  (*Stop*).
- 3.3. Elektrodas ir temperatūros jutiklis nuplaunamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas ir įmerkiamas į kitą didesnės koncentracijos (50 ppm) tirpalą. Tokiu pat būdu išmatuojamas šio ir trečiojo 100 ppm kalibravimui paruošto tirpalo potencialas. Matavimų rezultatai pateikti 4 lentelėje.

4 lentelė

**Standartinių tirpalų selektyvaus  $\text{Ca}^{2+}$  elektrodo potencialas**

| Eil. Nr. | Tirpalo koncentracija, ppm | Elektrodo potencialas, mV |
|----------|----------------------------|---------------------------|
| 1        | 10                         | -70                       |
| 2        | 50                         | -50                       |
| 3        | 100                        | -40                       |

3.4. *Plan Maker* arba *Excel* terpėje nubrėžiamas kalibravimo grafikas (elektrodo potencialo priklausomybė nuo koncentracijos logaritmo) (3 pav.). Patikrinamas gautos tiesės polinkis. Tai standartinių tirpalų, kurių koncentracijos skiriasi 10 kartų, potencialų skirtumas, pavyzdžiui, 10 ppm ir 100 ppm. Esant 25 °C temperatūrai jis turi būti lygus  $28 \pm 2$  mV.



3 pav. Selektivaus  $\text{Ca}^{2+}$  elektrodo kalibravimo grafikas

3.5. Jei elektrodo polinkis išeina iš nustatytų ribų, jį galima atstatyti dviem valandoms įmerkus į standartinį tirpalą. Po to kalibravimas pakartojamas.

3.6. Gauta tiesės lygtis  $E = 29,76 \cdot \log C - 99,94$ . Išreiškiame  $\log C$ :  $\log C = \frac{E+99,94}{29,76}$  ir  $C = 10^{\frac{E+99,94}{29,76}}$ .

#### 4. Mėginių matavimai

4.1. Matuojamas  $\text{Ca}^{2+}$  elektrodo potencialas įvairiose vaisių sultyse (5 lentelė). Tuo tikslu į 100 ml matavimo kolbą įpilama 50 ml tiriamųjų sulčių, 2 ml 1 M NaCl tirpalo (joninę jėgą reguliuojantis tirpalas) ir praskiedžiama distiliuotu vandeniu iki 100 ml.

5 lentelė

Selektivaus  $\text{Ca}^{2+}$  elektrodo potencialas vaisių sultyse

| Eil. Nr. | Sulčių pavadinimas           | Elektrodo potencialas, mV |
|----------|------------------------------|---------------------------|
| 1        | Šviežiai išspaustos apelsinų | -60                       |
| 2        | CIDO apelsinų                | -63                       |
| 3        | Šviežiai išspaustos obuolių  | -68                       |
| 4        | ELMENDORSTER obuolių         | -69                       |

4.2. Pabaigus matavimus elektrodas (ir temperatūros jutiklis) kruopščiai nuskalaujamas vandeniu, nusausinamas ir įmerkiamas į praskiestą standartinį tirpalą (pvz., 10 ppm  $\text{Ca}^{2+}$ ) iki kito matavimo. Jeigu artimiausiu metu matavimai nenumatomi, elektrodo membrana uždengiama apsauginiu buteliuku ir laikoma sausa.

4.3. Į gautą kalibravimo tiesės lygtį įrašius elektrodo potencialo vertę, apskaičiuojama kalcio jonų koncentracija ppm vienetais paruoštame sulčių tirpale (nepamirškite, kad sultys praskiestos du kartus). Koncentracija 1 ppm atitinka koncentraciją 1 mg/l. Kadangi koncentraciją maistinėse medžiagose priimta išreikšti mg/ 100 ml, 1 ppm atitinka 0,1 mg  $\text{Ca}^{2+}$ / 100 ml.

4.4. Apskaičiuotos kalcio jonų koncentracijos ištirtose sultyse pateiktos 6 lentelėje.

6 lentelė

$\text{Ca}^{2+}$  koncentracija ištirtose vaisių sultyse

| Sulčių pavadinimas           | $\text{Ca}^{2+}$ koncentracija praskiestose sultyse, ppm | $\text{Ca}^{2+}$ koncentracija sultyse, ppm | $\text{Ca}^{2+}$ koncentracija sultyse, mg/100 ml |
|------------------------------|--|---|---|
| Šviežiai išspaustos apelsinų | 22   | 44  | 4,4   |
| CIDO apelsinų                | 17,4   | 34,8  | 3,5   |
| Šviežiai spaustos obuolių    | 11,8   | 23,6  | 2,4   |
| ELMENDORSTER obuolių         | 11,0   | 22,0  | 2,2   |

## Mokiniai padaro išvadas

- Palyginkite kalcio jonų koncentraciją vienos rūšies šviežiai išspaustose ir parduodamose sultyse.
- Padarykite išvadą, kuri  $\text{Ca}^{2+}$  dienos normos dalis yra ištirtų sulčių 100 ml.

## III. $\text{NO}_3^-$ jonų koncentracijos nustatymas

### Eksperto priemonės:

- NOVA5000;
- $\text{NO}_3^-$  jutiklis;
- temperatūros jutiklis;
- svarstyklės;
- 150 ml stiklinės;
- 1000 ml matavimo kolba;
- 100 ml matavimo kolbos;
- plovimo indas su distiliuotu vandeniu;
- pipetės.

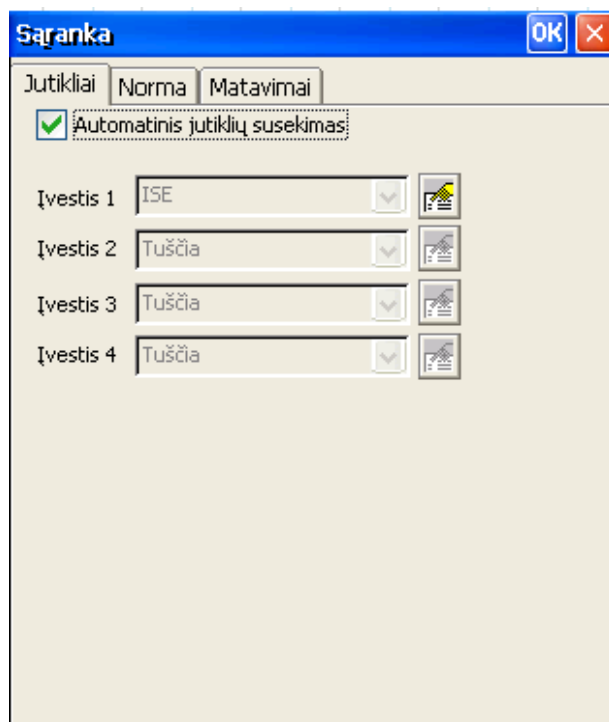
### Reagentai:

- 1000 ppm (0,0161 M  $\text{NO}_3^-$ ) standartinis  $\text{NO}_3^-$  tirpalas: (1,631 g  $\text{KNO}_3$  ištirpinti distiliuotame vandenyje ir praskiesti iki 1000 ml).
- 2 M  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  joninę jėgą reguliuojantis tirpalas (264,3 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ištirpinti distiliuotame vandenyje ir praskiesti iki 1000 ml).
- Tiriamų sulčių mėginiai.


### Darbo eiga:

#### 1. Elektrodo paruošimas matavimams

- 1.1. Nitrato elektrodo gale sumontuota membrana yra apgaubta apsauginiu buteliuku. Jį reikia nuimti atsukant. Jokiu būdu pirštais neliesi PVC membranos.
- 1.2. Elektrodas nuplaunamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas. Jokiu būdu netrinti.
- 1.3. 10 min elektrodo palaikomas įmerktas į vandenį. Tada prieš kalibravimą elektrodo dvi valandas laikomas įmerktas į praskiestą standartinį nitrato tirpalą (pvz., 0,1 mg  $\text{NO}_3^-$ -N/l).
- 1.4. Elektrodo vėl kruopščiai nuskalaujamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas.
- 1.5. Įjungiamas NOVA5000.
- 1.6. Prie pirmojo duomenų kaupiklio įvado prijungiamas temperatūros jutiklis.
- 1.7. Elektrodo sujungiamas su stiprintuvu ir per jį prijungiamas prie antrojo duomenų kaupiklio įvado.
- 1.8. NOVA5000 programinė įranga automatiškai atpažįsta jutiklius.





4 pav. Sąrankos langas

- 1.9. Pagrindinėje įrankių juostoje paspaudžiamas mygtukas  (*Sąranka*) ir paspaudus *Norma* nustatomas duomenų rinkimo dažnis (1 matavimas per sekundę), paspaudus *Matavimai* nustatomas matavimų skaičius (pavyzdžiui, 5000 matavimų) (4 pav.). Tada paspaudžiama *OK*.
- 1.10. Prieš kalibravimą elektrodas vėl kruopščiai nuskalaujamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas.

## 2. Elektrodo kalibravimas

Elektrodo kalibravimui paruošiami trys standartiniai tirpalai: į tris 100 ml matavimo kolbas įpilama po 10, 5 ir 1 ml 1000 ppm koncentracijos standartinio  $\text{KNO}_3$  tirpalo, į kiekvieną kolbą po 2 ml joninę jėgą reguliuojančio 2 M  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  tirpalo ir praskiedžiama distiliuotu vandeniu iki žymos. Gaunami standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos atitinkamai 100, 50 ir 10 ppm. Išmatuojamas kiekvieno skirtingos koncentracijos standartinio tirpalo potencialas ir nustatoma elektrodo potencialo priklausomybė nuo tirpalo koncentracijos. Tuomet pakanka išmatuoti mėginio potencialą ir remiantis kalibravimo duomenimis apskaičiuoti nitrato jonų koncentraciją.

Kalibruojama kiekvieną kartą prieš matavimus.

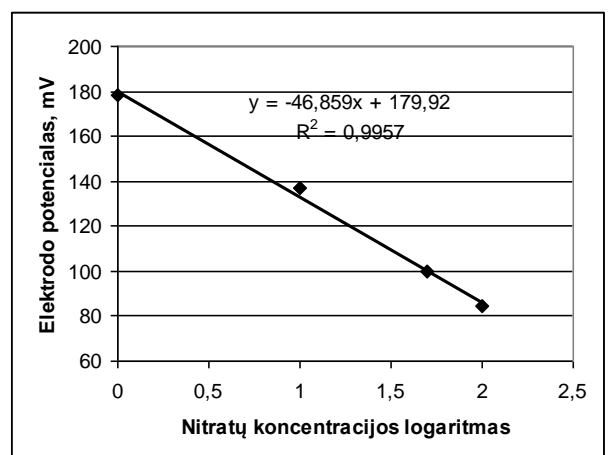
- 2.1. Į 150 ml stiklinę įpilamas mažiausios koncentracijos (10 ppm) kalibravimui paruoštas standartinis tirpalas. Įmerkiama temperatūros jutiklis ir selektyvusis elektrodas. Įjungiami magnetinė maišyklė (arba maišoma rankomis).
- 2.2. Paspaudus  (*Run*) pradeda matuoti. Nusistovėjus potencialui paspaudžiama  (*Stop*).
- 2.3. Elektrodas nuplaunamas distiliuotu vandeniu, nusausinamas ir įmerkiama į kitą didesnės koncentracijos (50 ppm) tirpalą. Išmatuojamas šio ir trečiojo kalibravimui paruošto tirpalo potencialas. Gauti rezultatai 7 lentelėje.

7 lentelė

Standartinių tirpalų selektyvaus  $\text{NO}_3^-$  elektrodo potencialas

| Eil. Nr. | Tirpalo koncentracija, ppm | Elektrodo potencialas, mV |
|----------|----------------------------|---------------------------|
| 1        | 1                          | 178                       |
| 2        | 10                         | 137                       |
| 3        | 50                         | 100                       |
| 4        | 100                        | 84,5                      |




- 2.4. *Plan Maker* (arba *Excel*) terpėje nubrėžiamas kalibravimo grafikas (elektrodo potencialo priklausomybė nuo koncentracijos logaritmo) (5 pav.). Patikrinamas gautos tiesės polinkis. Tai standartinių tirpalų, kurių koncentracijos skiriasi 10 kartų, pavyzdžiui, 4 mg  $\text{NO}_3^-$ -N/l ir 40 mg  $\text{NO}_3^-$ -N/l, potencialų skirtumas. Esant 25 °C temperatūrai jis turi būti lygus  $56 \pm 4$  mV.



- 2.5. Jei elektrodo polinkis išeina iš nustatytų ribų, jį galima atstatyti dviem valandoms įmerkus į praskiestą standartinį tirpalą. Po to kalibravimas pakartojamas.
- 2.6. Gauta tiesės lygtis  $E = -46,86 \cdot \log C + 179,9$ .

$$2.7. \text{ Išreiškiame } \log C: \log C = \frac{179,9-E}{46,86} \text{ ir } C = 10^{\frac{179,9-E}{46,86}}.$$

### 3. Mėginių matavimas

- 3.1. Į 150 ml stiklinę įpilama 50 ml tiriamųjų sulčių, 2 ml 2 M (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tirpalo (joninę jėgą reguliuojantis tirpalas) ir praskiedžiama distiliuotu vandeniu iki 100 ml.
- 3.2. Temperatūros jutiklis ir selektyvusis elektrodas nuplaunami distiliuotu vandeniu, nusausinami ir įmerkiami į mėginį.
- 3.3. Paspaudus  (Run) pradeda matuoti. Nusistovėjęs potencialui paspaudžiama  (Stop).
- 3.4. Taip išmatuojami paruoštų mėginių potencialai. Prieš kiekvieną matavimą elektrodas kruopščiai nuplaunamas ir nusausinamas. Matavimo metu mėginys maišomas magnetine maišykle arba rankomis.
- 3.5. Matavimo duomenys išsaugomi paspaudus  (Save).
- 3.6. Pabaigus matavimus, elektrodas (ir temperatūros jutiklis) kruopščiai nuskalaujamas vandeniu, nusausinamas ir įmerkiamas į praskiestą standartinį tirpalą (pvz., 0,1 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/l) iki kito matavimo. Jeigu artimiausiu metu matavimai nenumatomi, elektrodo membrana uždengiama apsauginiu buteliuku ir laikoma sausa.

### 4. Duomenų analizė

- 4.1. Išmatuotas NO<sub>3</sub><sup>-</sup> elektrodo potencialas įvairiose vaisių sultyse pateiktas 8 lentelėje.

8 lentelė

Selektyvaus NO<sub>3</sub><sup>-</sup> elektrodo potencialas vaisių sultyse

| Eil. Nr. | Sulčių pavadinimas           | Elektrodo potencialas, mV |
|----------|------------------------------|---------------------------|
| 1        | Šviežiai išspausťos apelsinų | 126                       |
| 2        | CIDO apelsinų                | 131                       |
| 3        | Šviežiai išspausťos obuolių  | 122                       |
| 4        | ELMENHORSTER obuolių         | 125                       |

- 4.2. Į gautą kalibravimo tiesės lygtį įrašius elektrodo potencialo vertę, apskaičiuojama kalcio jonų koncentracija ppm vienetais paruoštame tirpale (nepamirškite, kad sultys praskiestos du kartus, koncentracija 1 ppm atitinka koncentraciją 1 mg/l. Kadangi priimta maistinėse medžiagose koncentraciją išreikšti mg/ 100 ml, 1 ppm atitinka 0,1 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ 100 ml.

9 lentelė

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> koncentracija ištirtose vaisių sultyse

| Sulčių pavadinimas           | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> koncentracija praskiestose sultyse, ppm | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> koncentracija sultyse, ppm | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> koncentracija sultyse, mg/100 ml |
|------------------------------|--|---|---|
| Šviežiai išspausťos apelsinų | 14,1   | 28,2  | 2,82  |
| CIDO apelsinų                | 11,0   | 22,0  | 2,20  |
| Šviežiai spaustos obuolių    | 17,2   | 34,4  | 3,44  |
| ELMENHORSTER obuolių         | 14,8   | 29,6  | 2,96  |

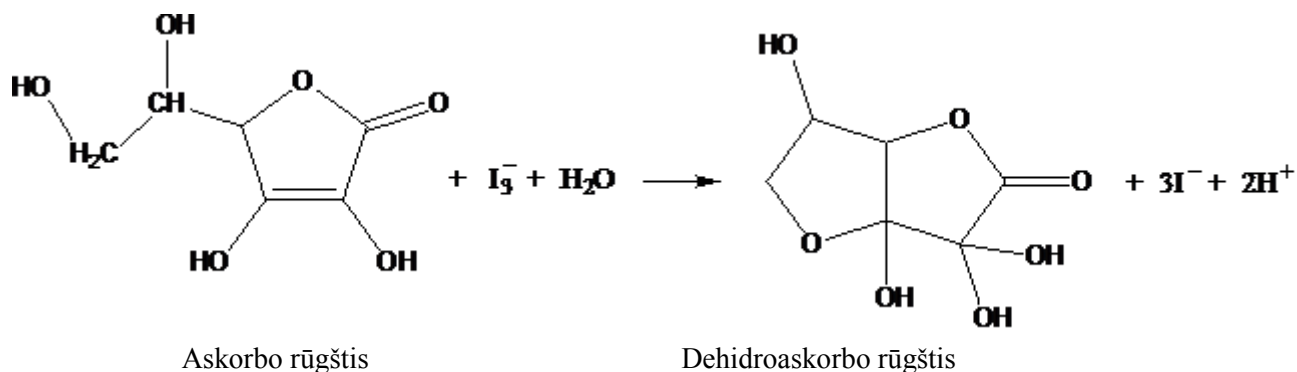
### Mokiniai padaro išvadas

- Palyginkite nitratų jonų koncentraciją vienos rūšies šviežiai išspausťose ir parduodamose sultyse.
- Nustatykite, ar nitratų koncentracija ištirtose sultyse viršija leidžiamas normas

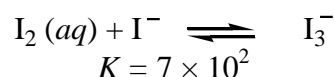
## IV. Vitamino C koncentracijos nustatymas

Vitaminas C, askorbo rūgštis ( $C_6H_8O_6$ ), yra žmogaus organizmui svarbus antioksidantas. Kadangi žmogaus organizmas nesintetina vitamino C, jis turi jį gauti su maistu iš daržovių, vaisių ar uogų.

Vitamino C koncentracija gali būti nustatoma jodometrinio titravimo metodu, vykdant jo oksidaciją jodo tirpalu:



Molekulinis jodas labai silpnai tirpsta vandenyje (tik  $1,3 \times 10^{-3}$  M 20°C temperatūroje), tačiau susijungęs su jodido jonu į kompleksinį junginį tirpsta žymiai geriau.



0,05 M  $I_3^-$  tirpalas dažniausiai ruošiamas tirpinant 0,12 mol KI ir 0,05 mol  $I_2$  viename litre vandens.

Titruojant jodo tirpalu kaip indikatorius naudojamas krakmolo kleisteris. Jei jodo tirpale nėra kitų spalvotų junginių, jodo spalvą dar galima matyti esant mažiausiai  $\sim 5 \mu\text{M}$  koncentracijai. Su krakmolo kleisteriu nustatymo riba prasiplečia maždaug dešimt kartų.

Titruojant su  $I_3^-$  krakmolo kleisterio įlašinama titravimo pradžioje. Pasiėkus ekvivalentinį tašką pirmas perteklinis  $I_3^-$  lašas nudažo tirpalą tamsiai mėlyna spalva. Jodo ir krakmolo komplekso susidarymo grįžtamoji reakcija priklauso nuo temperatūros. Pakėlus tirpalo temperatūrą nuo 25 °C iki 50 °C, spalvos intensyvumas sumažėja dešimt kartų. Jei norima pasiekti didžiausią jautrumą, rekomenduojama titruojamąjį tirpalą atšaldyti lediniame vandenyje.

Standartiniam tirpalui paruošti tinka sublimuotas  $I_2$ . Kadangi svėrimo metu jodas šiek tiek nugaruoja, jį reikia standartizuoti  $Na_2S_2O_3$  tirpalu.

### Eksperimento priemonės:

- svarstyklės;
- biuretė su laikikliu;
- 250 ml matavimo kolba;
- kūginės kolbos titravimui;
- cheminės stiklinės;
- pipetės;
- plovimo indas su distiliuotu vandeniu.

### Reagentai:

- 0,01 M  $I_3^-$  tirpalas (0,63 g  $I_2$  ir 1,00 g KJ ištirpinama maždaug 200 ml distiliuoto vandens, supilama į 250 ml matavimo kolbą ir praskiedžiama iki žymės);
- 1 % krakmolo kleisteris;

- vaisių sultys, išspaustos rankiniu būdu arba iš prekybos.

### Darbo eiga

- Biuretė du kartus praplaunama jodo tirpalu ir vėl užpildoma iki 25 ml tūrio. 20 ml paruoštų sulčių pipete supilama į kūginę kolbutę, pipete įpilama 20 ml distiliuoto vandens, 5 lašai 3 M HCl ir įlašinama 10 lašų krakmolo tirpalo. Iš biuretės lašinamas jodo tirpalas tol, kol atsiranda mėlyna spalva, neišnykstanti mažiausiai per 20 sekundžių. Titravimo metu tirpalas maišomas magnetine maišykle arba ranka (6 pav.). Išmatuojamas nutitruoto jodo tirpalo tūris. Titravimas kartojamas tris kartus.



6 pav. Vitamino C nustatymas titravimo metodu

- Vitamino C koncentracija apskaičiuojama pagal ekvivalentų dėsnį:

$$V_1(\text{I}_3^-) \times C_1(\text{I}_3^-) = V_2(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) \times C_2(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6).$$

Čia:

$V_1$  – nutitruoto jodo tirpalo tūris,

$V_2$  – titravimui paimtų sulčių tūris,

$C_1$  – jodo tirpalo molinė koncentracija,

$C_2$  – vitamino C molinė koncentracija sultyse.

Iš čia

$$C_2 = \frac{V_1 \times C_1}{V_2}.$$

### Matavimo duomenys:

Titravimo rezultatai pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė

#### Vaisių sulčių titravimo duomenys (nutitruoto jodo tirpalo tūris)

| Sulčių pavadinimas           | I titravimas, ml | II titravimas, ml | III titravimas, ml | Vidutinė kvadratinė paklaida, ml | Gauta vertė, ml |
|------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|
| Šviežiai išspaustos apelsinų | 7,2              | 7,4               | 7,3                | 0,1                              | $7,3 \pm 0,1$   |
| CIDO apelsinų                | 5,5              | 5,5               | 5,4                | 0,08                             | $5,5 \pm 0,1$   |
| Šviežiai išspaustos obuolių  | 3,0              | 3,1               | 3,0                | 0,09                             | $3,0 \pm 0,1$   |
| CIDO obuolių                 | 1,0              | 0,85              | 1,0                | 0,1                              | $1,0 \pm 0,1$   |

Titravimo, kaip tiesioginio matavimo, vidutinė kvadratinė paklaida apskaičiuojama:

$$S(V_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{V} - V_i)^2}{n-1}}$$

Titravimas buvo atliekamas biurete, kurios sisteminė paklaida  $P(\text{sist}) = 0,1$  ml. Titravimo paklaida apskaičiuojama sudėjus sisteminės ir standartinės paklaidos kvadratus ir iš gauto rezultato ištraukus kvadratinę šaknį:

$$\Delta V_1 = \sqrt{S^2(V_1) + P^2(\text{sist})}$$

Atlikus atitinkamus skaičiavimus gaunama, kad titravimo paklaida visais atvejais lygi 0,1 ml.

Vitamins C koncentracija, apskaičiuota pagal ekvivalentų dėsnį, reiškia mol/l. Ji perskaičiuojama į maisto pramonėje priimtus vienetus mg/100 ml sulčių. Koncentracijos paklaida apskaičiuojama pagal pateiktą formulę:

$$\Delta C_2 = \frac{C_1}{V_2} \Delta(V_1)$$

Skaičiavimų rezultatai pateikti 11 lentelėje.

11 lentelė

**Vitamins C koncentracija vaisių sultyse**

| Vaisių sultys                | Vitamins C koncentracija, mg/100 ml |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Šviežiai išspaustos apelsinų | 64,3 ± 0,9                          |
| CIDO apelsinų                | 48 ± 0,9                            |
| Šviežiai išspaustos obuolių  | 26,4 ± 0,9                          |
| CIDO obuolių                 | 8,8 ± 0,9                           |

### Mokiniai padaro išvadas

- Palyginkite vitamins C koncentraciją šviežiai išspaustose sultyse ir iš prekybos tinklo.
- Palyginkite vitamins C koncentraciją skirtingų vaisių sultyse.
- Įvertinkite, kokiame vieny ar kitų sulčių tūryje yra vitamins C dienos norma.

## V. Vaisių sulčių pH ir elektrinio laidumo nustatymas

### Eksperimento priemonės:

- NOVA5000;
- temperatūros jutiklis;
- elektrinio laidumo jutiklis;
- pH jutiklis;
- matavimo kolba;
- 200 ml stiklinės;
- plovimo indas su distiliuotu vandeniu;
- pipetės.

### Reagentai:

- 0,01 M KCl standartinis tirpalas
- vaisių sultys, išspaustos rankiniu būdu arba iš prekybos.




Vandenilinis rodiklis ir elektrinis laidis nustatomi selektyviais jutikliais. Matavimo duomenys surenkami NOVA5000 duomenų kaupiklyje.

Elektrinio laidžio jutikliu galima išmatuoti tirpalų savitąjį elektrinį laidį 0–20 mS/cm intervale. Jei kiti elektrocheminio tipo jutikliai (deguonies, pH) prijungti prie to paties duomenų registravimo įrenginio ir įmerkti į tą patį tirpalą, jų signalai gali vienas kitam trukdyti, todėl jutiklius reikia laikyti kiek įmanoma toliau vienas nuo kito.

Nors elektrinio laidžio jutiklis, kaip ir pH jutiklis, vartotojui pateikiamas sukalibruotas, atliekant tikslius matavimus rekomenduojama atlikti kalibravimą. Tuo tikslu jutiklio stiprintuvo užpakalinėje sienelėje yra kalibravimo varžtas.

## Darbo eiga

### 1. Elektrinio laidumo jutiklio kalibravimas

- 1.1. Patikrinkite, ar laidžio jutiklis švarus.
- 1.2. Prie pirmojo kaupiklio įvado prijunkite temperatūros jutiklį, prie antrojo – elektrinio laidžio jutiklį.
- 1.3. Įmerkite jutiklius į 0,01 M KCl tirpalą, ar kitą tirpalą, kurio elektrinio laidžio priklausomybė nuo temperatūros žinoma.
- 1.4. Gerai išmaišykite, kad nesusidarytų oro burbuliukų ant laidžio jutiklio elektrodo, ir pradėkite matuoti, paspaudę  (Run).
- 1.5. Atsuktuvu atsargiai sukite kalibravimo varžtą, kol rodmenys atitiks 12 lentelėje nurodytas vertes (atitinkančias tirpalo temperatūrą).

12 lentelė

0,01 M KCl tirpalo standartinis elektrinis laidumas

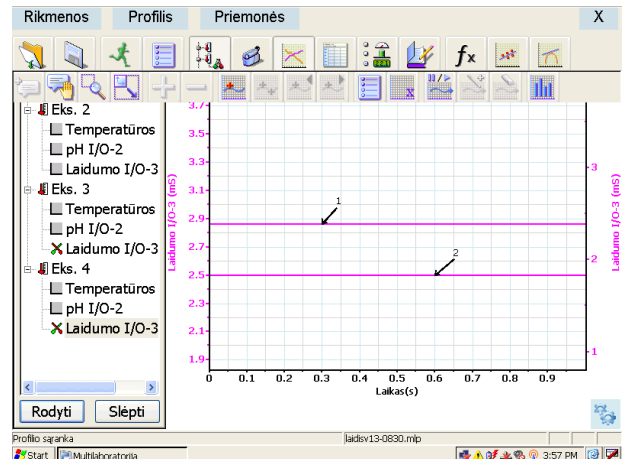
| Temperatūra, °C | Standartinis laidumas, μS/cm |
|-----------------|------------------------------|
| 0               | 776                          |
| 5               | 896                          |
| 10              | 1020                         |
| 15              | 1147                         |
| 16              | 1173                         |
| 17              | 1199                         |
| 18              | 1225                         |
| 19              | 1351                         |
| 20              | 1278                         |
| 21              | 1305                         |
| 22              | 1332                         |
| 23              | 1359                         |
| 24              | 1386                         |
| 25              | 1413                         |

### 2. Mėginių matavimas

- 2.1. Laboratoriniame stove įtvirtinami pH ir elektrinio laidžio jutikliai.
- 2.2. Įjungiami NOVA5000.
- 2.3. Prie duomenų kaupiklio pirmojo įvado prijungiamas temperatūros jutiklis.
- 2.4. pH elektrodas sujungiamas su stiprintuvu ir per jį prijungiamas prie antrojo įvado.
- 2.5. Elektrinio laidžio elektrodas per stiprintuvą prijungiamas prie trečiojo kaupiklio įvado.
- 2.6. Visi jutikliai nuplaunami distiliuotu vandeniu, atsargiai nusausinami ir įmerkami į pastatytą ant magnetinės maišyklės stiklinę su paruoštomis sultimis (100 ml) (7 pav.).





7 pav. Sulčių pH ir elektrinio laidumo matavimo stendas



8 pav. Natūralių apelsinų (1) ir obuolių (2) sulčių elektrinio laidumo matavimas.

2.7. NOVA5000 programinė įranga automatiškai atpažįsta jutiklius.

2.8. Pagrindinėje įrankių juostoje spaudžiamas mygtukas  (*Sąranka*) ir atsivėrusiame lange paspaudus *Norma* nustatomas duomenų rinkimo dažnis (10 matavimų per sekundę), o paspaudus *Matavimai* nustatomas matavimų skaičius (pvz., 2000; jei rodmenys nusistovi anksčiau, matavimus galima sustabdyti paspaudus  (*Stop*)).

2.9. Elektrodai iškeliami iš mėginio, kruopščiai nuplaunami vandeniu ir nusausinami.

2.10. Galima pradėti kito mėginio matavimus (8 pav.).

2.11. Pabaigus visus matavimus duomenys išsaugomi paspaudus  (*Save*).

### 3. *Matavimų duomenys*

Ištirtų apelsinų ir obuolių sulčių duomenys pateikti 13 lentelėje.

13 lentelė

**Apelsinų ir obuolių sulčių pH ir savitojo laidumo matavimų duomenys. Tirpalų temperatūra 22 °C.**

| Sulčių pavadinimas           | pH   | Savitasis laidumas, mS/cm |
|------------------------------|------|---------------------------|
| Šviežiai išspaustos apelsinų | 3,82 | 2,89                      |
| CIDO apelsinų                | 4,05 | 3,41                      |
| Šviežiai išspaustos obuolių  | 4,09 | 1,96                      |
| CIDO obuolių                 | 3,77 | 2,04                      |

### Mokiniai padaro išvadas:

- Palyginkite vienos rūšies šviežiai išspaustų ir parduodamų sulčių pH vertes. Kas sąlygoja pH vertę sultyse?
- Palyginkite vienos rūšies šviežiai išspaustų ir parduodamų sulčių savitojo laidžio vertes.
- Kokie junginiai sąlygoja sulčių laidį?
- Palyginkite ištirtų apelsinų ir obuolių sulčių pH ir savitojo laidžio vertes.
- Ar priklauso sulčių pH ir laidis nuo jų rūšies? Auginimo ir klimatinių sąlygų? Vaisiaus veislės? Suprojektuokite eksperimentą taip, kad gautumėte atsakymą į vieną iš klausimų.

## KONTROLINIAI KLAUSIMAI IR ATSAKYMAI

| Klausimai  | Atsakymai  |
|--|--|
| <p>1. Paaiškinkite, kaip priklauso selektyvaus elektrodo potencialas nuo atitinkamų jonų koncentracijos.</p> | <p>1. Elektrodo potencialas yra proporcingas jonų koncentracijos logaritmui (jeigu tirpalo joninė jėga yra didelė ir pastovi):</p> $E = E_0 + \frac{RT}{nF} \log C,$ <p>čia <math>E</math> – išmatuotas potencialas, <math>E_0</math> – etaloninio elektrodo potencialas, <math>R</math> – universalioji dujų konstanta, <math>T</math> – temperatūra Kelvino skalėje, <math>n</math> – jono krūvis, <math>F</math> – Faradėjaus konstanta, <math>C</math> – jonų koncentracija.</p> |
| <p>2. Ką vadiname tirpalo jonine jėga?</p>   | <p>2. Visų tirpale esančių jonų elektrostatinės sąveikos matas yra tirpalo joninė jėga. Ji priklauso ne tik nuo jonų koncentracijos, bet ir nuo jonų krūvio:</p> $I = 0,5 \sum_{j=1}^n c_j z_j^2,$ <p>čia <math>I</math> – tirpalo joninė jėga; <math>c_j</math> – atskirų tirpale esančių jonų koncentracija mol · l<sup>-1</sup>; <math>z_j</math> – jonų krūviai.</p>   |
| <p>3. Kodėl nitratų perteklius sultyse yra neigiamas reiškinys?</p>  | <p>3. Didelės nitratų dozės, gaunamos su sultimis, gali būti toksiškos: organizme tam tikromis sąlygomis redukuojasi iki nitritų, kurie gali jungtis su aminais, sudarydami kancerogeninius junginius <i>nitrozoaminus</i>. Nitritai taip pat gali jungtis su hemoglobinu ir slopinti deguonies pernašą į organizmo ląsteles.</p>  |

#### 4.11. VANDENS, ESANČIO MOLINIAME AŠOTYJE, ŠILUMOS KITIMO TYRIMAS

##### Bendrosios programos

Vidurinis ugdymas. Integruotas gamtos mokslų kursas

| 1. Metodologiniai klausimai  |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Gamtos reiškinius, gamtos mokslų raidą, vaidmenį ir reikšmę vertinti remiantis mokslo žiniomis.     |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Analizuoti mokslinių atradimų reikšmę, gamtos mokslų žinių santykinumo ir kaitos aspektus. |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 1.1. Taisyklingai vartoti gamtos mokslų terminus.  | 1.1.1. Nusakyti gamtos mokslų terminus: <i>mokslinis faktas, sąvoka, modelis, hipotezė, dėsnis ir principas, teorija, vienetai, teoriniai ir eksperimentiniai tyrimai.</i>   |
| 1.2. Susiplanuoti ir atlikti nesudėtingus tyrimus.   | 1.2.1. Apibūdinti tyrimo eigą: problema, hipotezė, stebėjimas ar bandymas, rezultatai, išvados.  |
| 8. Energija ir fizikiniai procesai   |  |
| <b>Nuostata</b><br>Efektyviai vartoti energijos išteklius siekiant saugoti gamtą.                                      |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Taikyti gamtos mokslų žinias analizuojant gamtos reiškinius.                               |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 8.1. Analizuoti reiškinius, remiantis pagrindiniais molekulinės kinetinės teorijos teiginiais.                         | 8.1.2. Apibūdinti fazinius virsmus: lydymąsi ir kristalizaciją, garavimą ir kondensaciją, virimą, pateikti jų pavyzdžių.<br>8.1.3. Nusakyti oro drėgmės reikšmę žmogui ir jo aplinkai.   |
| 8.2. Taikyti energijos tvermės dėsnį įvairių fizikinių energijos virsmų atveju.  | 8.2.1. Nusakyti temperatūrą kaip vidinės kūno energijos matą.<br>8.2.2. Apibūdinti parametrus, nusakančius fazinius virsmus (virsmų temperatūras, savitąsias šilumas).<br>8.2.3. Apibūdinti vidinę energiją ir jos kitimo būdus (mechaninis darbas, šilumos kiekis). |

##### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Šilumos perdavimo būdas, kai šiluma sklinda iš vieno besiliečiančio kūno į kitą kūną arba kūno viduje, vadinamas šiluminiu laidumu. Medžiagos, kurios šilumą praleidžia labai gerai, vadinamos šilumos laidininkais (pvz.: sidabras, varis, auksas ir kt. metalai). Medžiagos, kuriomis šiluma beveik nesklinda, vadinamos šilumos izoliatoriais (pvz.: plastikai, mediena, stiklas, oras ir kt.).

Kūnų temperatūra matuojama įvairių tipų termometrais. Matavimo taisyklė paprasta: termometras tam tikrą laiką turi būti sąlytyje su kūnu, kad kūno ir termometro temperatūra susilygintų, kol nusistovi *šiluminė pusiausvyra*. Tada termometro rodmenys nekinta. Kūną pašildžius, tarp jo ir termometro susidaro kita šiluminė pusiausvyra, termometras rodo kitą temperatūrą. Vadinasi, *temperatūra apibūdina kūnų šiluminės pusiausvyros būseną*. Kalbant apie šiluminę būseną, sumaišius skirtingos temperatūros dujas, molekulių netvarkingo slenkamojo judėjimo vidutinė kinetinė energija susilygina, nusistovi bendra temperatūra. Sakoma, kad *temperatūra yra molekulių netvarkingo judėjimo vidutinės kinetinės energijos matas*.

Skysčio molekulių greitis toje pačioje temperatūroje nevienodas. Didžiausių greičių molekulės nugali kitų molekulių trauką, išlekia iš skysčio, sakome, *skystis garuoja*. Netekęs molekulių su didesne kinetine energija, garuodamas *skystis aušta*. Iš skysčio išlėkusios molekulės juda netvarkingai, susitelkia prie skysčio paviršiaus. Kai kurios grįžta atgal į skystį, *garai*

*kondensuojasi*. Uždarame inde gali susidaryti sąlygos – kiek skysčio molekulių išlekia, tiek garų molekulių per tą patį laiką atgal grįžta į skystį. Tokie garai, kurie yra dinaminėje pusiausvyroje su skysčiu, vadinami *sočiaisiais garais*.

Žemė vienintelė planeta, kurios paviršiuje daug vandens. Atmosferoje yra vandens garų, kurie turi įtakos procesams, vykstantiems Žemės paviršiuje. Vandens garų kiekis atmosferoje vadinamas *oro drėgme*, kuri nuolat kinta. Drėgmė svarbi augmenijai, turi įtakos gyvūnams. Nuo oro drėgmės priklauso žmogaus savijauta. Oro drėgmė veikia pastatus, meno kūrinius. Svarbu tinkamą drėgmę palaikyti gyvenamosiose patalpose, ypač saugant vaisius, daržoves, maisto produktus.

Ore esantieji vandens garai paprastai yra *nesotieji*, jų slėgis mažesnis už sočiųjų garų slėgį duotoje temperatūroje. Palyginus esančių ore vandens garų slėgį su sočiųjų garų slėgiu toje pat temperatūroje, sprendžiama apie oro drėgmę. Tam pagelbsti oro absoliutinės drėgmės ir santykinės drėgmės sąvokos. Galima lyginti garų tankius.

Oro santykinė drėgmė parodo, ar vandens garai ore dar toli iki sočiųjų. Santykinė drėgmė  $\varphi$  vadinamas *procentais išreikštas absoliutinės drėgmės slėgio  $p_a$  ir vandens sočiųjų garų oro tam tikroje temperatūroje slėgio  $p_s$  santykis*:

$$\varphi = \frac{p_a}{p_s} \cdot 100\%.$$

Santykinę drėgmę galima apskaičiuoti absoliutinės drėgmės garų tankio  $\rho_a$  ir sočiųjų vandens garų tam tikroje temperatūroje tankio  $\rho_s$  santykiu:

$$\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_s} \cdot 100\%.$$

Gerai savijautai reikalinga santykinė drėgmė nuo 40% iki 60%. Žiemą šildomose gyvenamosiose patalpose santykinė drėgmė nesiekia 20%. Greitai išdžiūsta nosies, gerklės gleivinės, plaučiai, lauke galima peršalti ir susirgti. Žiemą gyvenamąsias patalpas reikia drėkinti.

Antikos laikotarpiu klajojančios gentys, gyvenusios karštosiose ir sausose vietovėse, vandenį laikydavo moliniuose ąsočiuose. Nepaisant aplinkos karščio vanduo išlikdavo šaltas. Molis yra poringa medžiaga, todėl vanduo gali prasiskverbti per jį. Kaip ši savybė susijusi su vandens šaldymu? Koks šio fenomeno mechanizmas?

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškeltu tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t.y. žinodami iš fizikos ir biologijos, kas yra temperatūra, drėgmė, kaip vyksta šiluminė apykaita, atlieka matavimus, nubraižo temperatūros ir drėgmės grafikus ir nustato vandens šilumos kitimą moliniame ąsotyje

Eksperimentas atliekamas naudojant kompiuterinę gamtos mokslų laboratoriją **Nova5000**.

Darbą siūloma atlikti praėjus fizikos ir biologijos atitinkamas temas. Kadangi šio darbo rezultatai mokiniams nėra iš anksto žinomi, atsiranda galimybė diskusijai grupėse. Rezultatų analizė ir aptarimas efektyvus, kai darbas atliekamas poromis arba grupelėmis po 3–5 mokinius. Šiuo eksperimentu išmokstama praktiškai matuoti drėgmę ir temperatūrą, formuojami eksperimentavimo, grafikų braižymo ir jų analizės įgūdžiai.

Gilesni šio integruoto mokymo tyrimai gali būti atliekami **III lygmeniu**, kaip **koordinuotas tyrinėjimas**. Jį atliekant mokiniams žinoma tyrimo tema, tačiau tyrimo eiga nėra pateikiama. Mokiniam pateikiamos reikalingos priemonės darbui atlikti ir suformuluojama problema. Mokiniai formuluoja hipotezę ir patys planuoja darbo eigą. Efektyvus darbas grupėse, kadangi ugdomi komunikaciniai gebėjimai, ieškant teisingo darbo eigos būdo.

## EKSPERIMENTAS

### II lygmuo

#### Struktūruotas tyrinėjimas

**Tyrimo problema.** Kaip vyksta vandens, esančio moliniame ąsočiuje, šilumos kitimas.

**Tyrimo hipotezė.** Išsiskiriant šilumai iš molinio ąsočio į aplinką vandens temperatūra mažėja, o aplinkos drėgmė didėja

**Eksperimento tikslas** – ištirti vandens temperatūros ir aplinkos drėgmės kitimą šilumai išsiskiriant iš molinio ąsočio į aplinką.

#### Laukiami rezultatai:

- Žinos kas yra temperatūra, drėgmė, šiluminis laidis.
- Žinos, kaip vyksta šilumos apykaita.
- Gebės pagal instrukciją parengti priemonės darbu.
- Mokės gauti temperatūros priklausomybės nuo laiko  $T = f(t)$ \* grafiką.
- Mokės gauti drėgmės priklausomybės nuo laiko  $\varphi = f(t)$  grafiką.
- Gebės paaiškinti temperatūros ir drėgmės grafikų pokyčius.


\*čia  $T$  – žymima temperatūra, o  $t$  – laikas

#### Eksperimento priemonės:

- NOVA5000;
- 2 temperatūros jutikliai (nuo  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  iki  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- 2 drėgmės jutikliai;
- 2 moliniai ąsočiai;
- 2 dangteliai ąsočiams uždengti. Dangteliai su skylėmis temperatūros jutikliams įdėti;
- Plastikinis maišelis;
- Karštas vanduo (apie  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- Raištelis plastikiniam maišeliui užrišti.

#### Darbo eiga:

##### 1. Priemonių parengimas darbui:

- 1.1. Prijunkite 2 drėgmės jutiklius prie Nova5000 (Įvestis1 (Input1), Įvestis2 (Input2)).
- 1.2. Prijunkite 2 temperatūros jutiklius prie Nova5000 (Įvestis3 (Input3), Įvestis4 (Input4)).
- 1.3. Prieš pradėdami eksperimentą dar kartą patikrinkite, kuris temperatūros jutiklis prijungtas prie 3, kuris prie 4 įvesties.
- 1.4. Įjunkite Nova5000 ir atidarykite programą MultiLab.
- 1.5. Paspauskite mygtuką  (Setup) ir nustatykite duomenų kaupiklio parametrus, kaip parodyta 1 lentelėje ir paspauskite OK.

1 lentelė

#### Duomenų kaupiklio nustatymas

| JUTIKLIAI    |                   |   |
|--------------|-------------------|---|
| Drėgmės      | Įvestis 1/Input 1 |   |
| Drėgmės      | Įvestis 2/Input 2 |   |
| Temperatūros | Įvestis 3/Input 3 | nuo $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| Temperatūros | Įvestis 4/Input 4 | nuo $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| NORMA        |                   |   |
|              | Kas sekundę       |   |
| MATAVIMAI    |                   |   |
|              | 2000 matavimų     |   |

## 2. **Matavimų procedūros:**

2.1. Parenkite priemones taip, kaip parodyta 1 paveiksle:

- Į ąsočius įpilkite vienodą kiekį vienodos temperatūros vandens (maždaug 2/3 ąsočio tūrio).
- Įdėkite 1 molinį ąsotį į plastikinį maišelį. Temperatūros jutiklius įkiškite į kiekvieno dangtelio skylę. Vieną drėgmės jutiklį įdėkite į plastikinį maišelį, antrąjį – palikite prie 2 ąsočio.
- Plastmasinį maišelį, kuriame yra ąsotis, užriškite.



1 pav. Eksperimento parengimas

- 2.2. Paspauskite mygtuką (*Run*) ir pradėkite matavimus.
- 2.3. Fiksuokite drėgmės pokyčius aplinkoje ir plastikiniame maišelyje apie 10 minučių.
- 2.4. Fiksuokite temperatūros pokyčius abiejuose ąsočiuose.
- 2.5. Po 10 min. išimkite ąsotį iš maišelio.
- 2.6. Stebėkite drėgmės ir temperatūros pokyčius dar 10–15 minučių.
- 2.7. Pokyčius galite stebėti ir ilgiau, palikę NOVA5000 veikti dar keletą valandų. Nepamirškite nustatyti duomenų skaičių atitinkamam laikui.
- 2.8. Paspauskite mygtuką (*Save*) ir išsaugokite duomenis.

## 3. **Eksperimento rezultatai ir jų analizė:**

3.1. Atidarykite gautus temperatūros grafikus (2 pav.): duomenų medyje pažymėkite grafiko piktogramą ir apatinėje įrankių juostoje paspauskite mygtuką *Rodyti* (*Show*).

3.2. Naudodami žymeklius nustatykite temperatūros pradines ir galines vertes bei šių verčių pokyčius:

- 1 ąsotis yra plastikiniame maišelyje:

$$T_1 =$$

$$T_2 =$$

$$\Delta T =$$

- ąsotis kambaryje:

$$T_1 =$$

$$T_2 =$$

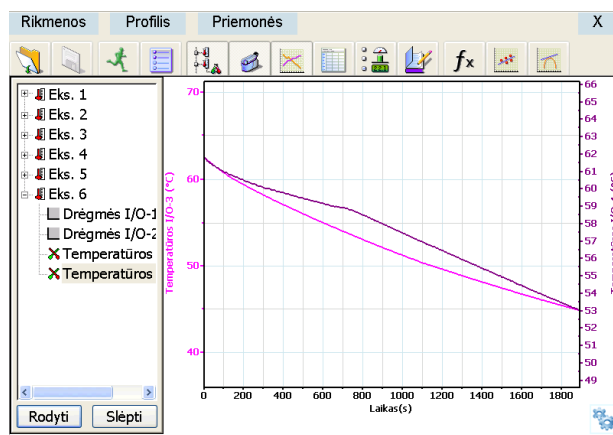
$$\Delta T =$$

- 1 ąsotis ištrauktas iš plastikinio maišelio:

$$T_1 =$$

$$T_2 =$$

$$\Delta T =$$



2 pav.  $T = f(t)$  grafikai (Violetinė spalva žymi 1 ąsotį maišelyje, rožinė – 2 ąsotį).

3.3. Atidarykite gautus drėgmės grafikus (3 pav.): duomenų medyje pažymėkite grafiko piktogramą ir apatinėje įrankių juostoje paspauskite mygtuką *Rodyti* (*Show*).

3.4. Naudodami žymeklius nustatykite drėgmės pradines ir galines vertes bei šių verčių pokyčius, kai drėgmės jutiklis yra:

- 1 ąsočio plastikiniame maišelyje:

$$\rho_1 =$$

$$\rho_2 =$$

$$\Delta\rho =$$

- Ištraukus 1 ąsotį iš plastikinio maišelio:

$$\rho_1 =$$

$$\rho_2 =$$

$$\Delta\rho =$$

- Šalia 2 ąsočio kambaryje:

$$\rho_1 =$$

$$\rho_2 =$$

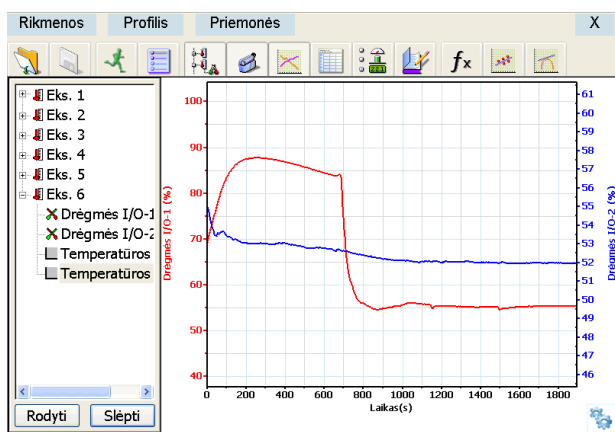
$$\Delta\rho =$$

3.5. Į vieną paveikslą sudėkite 1 ąsočio temperatūros ir drėgmės grafikus (4 pav.).

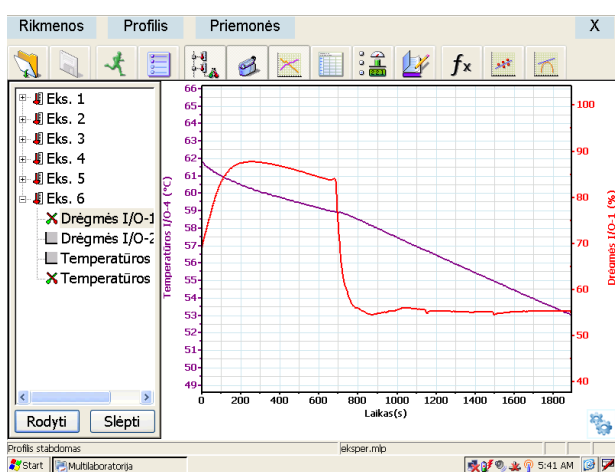
3.6. Į vieną paveikslą sudėkite 2 ąsočio temperatūros ir drėgmės grafikus (5 pav.).

3.7. Atsakykite į klausimus ir paaiškinkite:

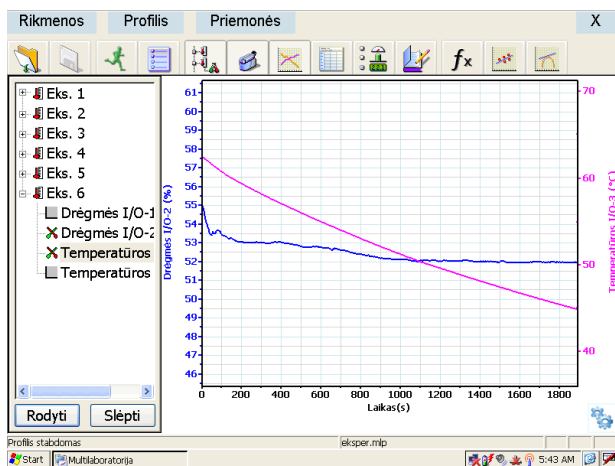
- Kokia plastikinio maišelio įtaka:
  - Drėgmei maišelio viduje?
  - Vandens temperatūros pokyčiui ąsotyje?
- Palyginkite temperatūros pokyčius abiejuose ąsočiuose: ar jie tokie patys? Paaiškinkite skirtumus.
- Kodėl eksperimento metu ąsočio sienelės buvo drėgnos?
- Kodėl drėgmė maišelyje sumažėjo tuoj pat išėmus ąsotį?
- Kas atsitiko plastikiniame maišelyje susikaupusiam vandeniui?



3 pav.  $\rho = f(t)$  grafikas (Raudona spalva žymi 1 ąsotį maišelyje, mėlyna – 2 ąsotį).



4 pav. 1 ąsočio temperatūros (violetinė) ir drėgmės (raudona) grafikai



5 pav. 2 ąsočio temperatūros (rožinė) ir drėgmės (mėlyna) grafikai

### Mokiniai padaro išvadas:

- apie šilumos kitimą ąsočiuose;
- apie molinio ąsočio ir žmogaus kūno prakaitavimo analogą.





## Žymeklių naudojimas



Žymeklius galima naudoti atskirai po vieną arba abu vienu metu.

Pirmasis žymeklis naudojamas atskiroms matavimo reikšmėms parodyti, kreivei pasirinkti ar paslėptai Y ašiai atskleisti.

Antrasis žymeklis naudojamas skirtumui tarp dviejų koordinacių verčių parodyti ar duomenų taškams pažymėti.


**Pirmojo žymeklio (First cursor) naudojimas:** du kartus spragtelėkite ant matavimo taško arba First cursor grafiko įrankių juostoje. Pele galite nutempti žymeklį ant kito taško ar ant kito grafiko lauko. Patogesniam naudojimui rinkitės žymeklius Forward  ir Backward .

Pažymėto taško koordinacių reikšmes matysite informacinėje juostoje grafiko lango apačioje.

**Antrojo žymeklio (Second cursor) naudojimas:** du kartus spragtelėkite bet kurioje grafiko vietoje arba Second cursor. Informacinėje juostoje matysite skirtumą tarp dviejų koordinacių verčių.

Žymeklių panaikinimas:

spragtelėkite  antrajam žymekliui panaikinti

ir  – pirmajam žymekliui panaikinti.

## KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:

| Klausimai                    | Atsakymai  |
|------------------------------|--|
| 1. Ką apibūdina temperatūra? | 1. Temperatūra apibūdina kūnų šiluminės pusiausvyros būseną.                           |
| 2. Kas yra temperatūra?      | 2. Temperatūra yra molekulių netvarkingo judėjimo vidutinės kinetinės energijos matas. |
| 3. Kas yra oro drėgmė?       | 3. Vandens garų kiekis atmosferoje vadinamas oro drėgme.                               |

## III lygmuo Koordinuotas tyrinėjimas

### EKSPERIMENTAS

1. Prijunkite papildomą temperatūros jutiklį ir įdėkite jį į plastikinį maišelį. Stebėkite temperatūros pokyčius maišelyje ir ąsočio viduje.
2. Sukurkite oro srautą (pvz., oro kondicionieriumi) aplink ąsočius ir stebėkite jo poveikį šilumos praradimui.
3. Pradėkite eksperimentą su skirtingų temperatūrų vandeniu ir palyginkite šilumos praradimą kiekvienu atveju.
4. Padidinkite aplinkos drėgmę ir išmatuokite jos įtaką šilumos praradimui.

## 4.12. ŽMOGAUS KŪNO IR APLINKOS ŠILUMOS APYKAITOS TYRIMAS ŽMOGUI PRAKAITUOJANT

### Bendrosios programos

Vidurinis ugdymas. Integruotas gamtos mokslų kursas

| <b>1. Metodologiniai klausimai</b>   |  |
|--|--|
| <b>Nuostata</b><br>Gamtos reiškinius, gamtos mokslų raidą, vaidmenį ir reikšmę vertinti remiantis mokslo žiniomis.     |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Analizuoti mokslinių atradimų reikšmę, gamtos mokslų žinių santykinumo ir kaitos aspektus. |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 1.1. Taisyklingai vartoti gamtos mokslų terminus.  | 1.1.1. Nusakyti gamtos mokslų terminus: <i>mokslinis faktas, sąvoka, modelis, hipotezė, dėsnis ir principas, teorija, vienetai, teoriniai ir eksperimentiniai tyrimai.</i>   |
| 1.2. Susiplanuoti ir atlikti nesudėtingus tyrimus.   | 1.2.1. Apibūdinti tyrimo eigą: problema, hipotezė, stebėjimas ar bandymas, rezultatai, išvados.  |
| <b>8. Energija ir fizikiniai procesai</b>  |  |
| <b>Nuostata</b><br>Efektyviai vartoti energijos išteklius siekiant saugoti gamtą.                                      |  |
| <b>Esminis gebėjimas</b><br>Taikyti gamtos mokslų žinias analizuojant gamtos reiškinius.                               |  |
| Gebėjimai  | Žinios ir supratimas   |
| 8.1. Analizuoti reiškinius, remiantis pagrindiniais molekulinės kinetinės teorijos teiginiais.                         | 8.1.2. Apibūdinti fazinius virsmus: lydymąsi ir kristalizaciją, garavimą ir kondensaciją, virimą, pateikti jų pavyzdžių.<br>8.1.3. Nusakyti oro drėgmės reikšmę žmogui ir jo aplinkai.   |
| 8.2. Taikyti energijos tvermės dėsnį įvairių fizikinių energijos virsmų atveju.  | 8.2.1. Nusakyti temperatūrą kaip vidinės kūno energijos matą.<br>8.2.2. Apibūdinti parametrus, nusakančius fazinius virsmus (virsmų temperatūras, savitąsias šilumas).<br>8.2.3. Apibūdinti vidinę energiją ir jos kitimo būdus (mechaninis darbas, šilumos kiekis). |

### LABORATORINIO DARBO TEORINIS PAGRINDIMAS

Kūnų temperatūra matuojama įvairių tipų termometrais. Matavimo taisyklė paprasta: termometras tam tikrą laiką turi būti sąlytyje su kūnu, kad kūno ir termometro temperatūra susilygintų, kol nusistovi *šiluminė pusiausvyra*. Tada termometro rodmenys nekinta. Kūną pašildžius, tarp jo ir termometro susidaro kita šiluminė pusiausvyra, termometras rodo kitą temperatūrą. Vadinasi, *temperatūra apibūdina kūnų šiluminės pusiausvyros būseną*. Kalbant apie šiluminę būseną, sumaišius skirtingos temperatūros dujas, molekulių netvarkingo slenkamojo judėjimo vidutinė kinetinė energija susilygina, nusistovi bendra temperatūra. Sakoma, kad *temperatūra yra molekulių netvarkingo judėjimo vidutinės kinetinės energijos matas*.

Skysčio molekulių greitis toje pačioje temperatūroje nevienodas. Didžiausių greičių molekulės nugali kitų molekulių trauką, išlekia iš skysčio, sakome, *skystis garuoja*. Netekęs molekulių su didesne kinetine energija, garuodamas *skystis aušta*.

Iš skysčio išlėkusios molekulės juda netvarkingai, susitelkia prie skysčio paviršiaus. Kai kurios grįžta atgal į skystį, *garai kondensuojasi*. Uždareme inde gali susidaryti sąlygos – kiek skysčio molekulių išlekia, tiek garų molekulių per tą patį laiką atgal grįžta į skystį. Tokie garai, kurie yra dinaminėje pusiausvyroje su skysčiu, vadinami *sočiaisiais garais*.

Žemė vienintelė planeta, kurios paviršiuje daug vandens. Atmosferoje yra vandens garų, kurie turi įtakos procesams, vykstantiems Žemės paviršiuje. Vandens garų kiekis atmosferoje vadinamas *oro drėgme*, kuri nuolat kinta. Drėgmė svarbi augmenijai, turi įtakos gyvūnams. Nuo oro drėgmės priklauso žmogaus savijauta. Oro drėgmė veikia pastatus, meno kūrinius. Svarbu tinkamą drėgmę palaikyti gyvenamosiose patalpose, ypač saugant vaisius, daržoves, maisto produktus.

Ore esantieji vandens garai paprastai yra *nesotieji*, jų slėgis mažesnis už sočiųjų garų slėgį duotoje temperatūroje. Palyginus esančių ore vandens garų slėgį su sočiųjų garų slėgiu toje pat temperatūroje, sprendžiama apie oro drėgmę. Tam pagelbsti oro absoliutinės drėgmės ir santykinės drėgmės sąvokos. Galima lyginti garų tankius. Oro santykinė drėgmė parodo, ar vandens garai ore dar negreit virstų sočiaisiais. Santykinė drėgmė  $\varphi$  vadinamas procentais išreikštas absoliutinės drėgmės slėgio  $p_a$  ir vandens sočiųjų garų oro tam tikroje temperatūroje slėgio  $p_s$  santykis:

$$\varphi = \frac{p_a}{p_s} \cdot 100\%.$$

Santykinę drėgmę galima apskaičiuoti absoliutinės drėgmės garų tankio  $\rho_a$  ir sočiųjų vandens garų tam tikroje temperatūroje tankio  $\rho_s$  santykiu:

$$\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_s} \cdot 100\%.$$

Gerai savijautai reikalinga santykinė drėgmė nuo 40% iki 60%. Žiemą šildomose gyvenamosiose patalpose santykinė drėgmė nesiekia 20%. Greitai išdžiūsta nosies, gerklės gleivinės, plaučiai, lauke galima peršalti ir susirgti. Žiemą gyvenamąsias patalpas reikia drėkinti.

Aukšta aplinkos temperatūra gali pakelti žmogaus kūno temperatūrą. Nors oda jaučia ir išorės temperatūros pokytį, tačiau temperatūros valdymo centras, esantis tarpinėse smegenyse, jautrus tik kraujo temperatūros pokyčiams. Kai kūno temperatūra yra aukštesnė už normalią, valdymo centras siunčia signalus, kurie priverčia odos paviršiuje esančias arterioles išsiplėsti, į jas priteka daugiau šilto kraujo, oda įrausta. Taip pat suaktyvinamos prakaito liaukos, kurios padidina gaminamo prakaito kiekį. Prakaitui išsiliejus į odos paviršių vyksta garavimo procesas. Garai sumažina šilumos kiekį odos paviršiuje, nes vanduo virsdamas garais šilumą naudoja vandeniliniams ryšiams nutraukti. Odos paviršius vėsta atvėsindamas tekančią kraują. Mažėjant aplinkos temperatūrai valdymo centras įjungia šilumos taupymo mechanizmą. Tuomet odos paviršinės arteriolės susitraukia, o giluminės išsiplėčia. Taip išsaugoma normali kūno temperatūra.

## LABORATORINIO DARBO METODIKA

Laboratorinis darbas atliekamas **II lygmeniu**, kaip **struktūruotas tyrinėjimas**. Mokiniam pateikiama nuosekli darbo eiga bei tyrimui atlikti skirtų priemonių sąrašas. Remdamiesi iškelto tikslu bei dirbdami pagal pateiktą darbo aprašą, mokiniai patikrina suformuluotą hipotezę, t.y. žinodami iš fizikos, kas yra temperatūra, drėgmė, šilumos apykaita, iš biologijos – kaip organizmas palaiko pastovią vandens koncentraciją kraujyje ir kaip oda padeda palaikyti pastovią kūno temperatūrą, atlieka matavimus, nubraižo temperatūros ir drėgmės grafikus ir nustato kokia žmogaus temperatūra ir aplinkos temperatūra bei drėgmė žmogui prakaituojant.

Ekspertas atliekamas naudojant kompiuterinę gamtos mokslų laboratoriją **Nova5000**.

Darbą siūloma atlikti praėjus fizikos ir biologijos atitinkamas temas. Kadangi šio darbo rezultatai mokiniams nėra iš anksto žinomi, atsiranda galimybė diskusijai grupėse. Rezultatų analizė ir aptarimas efektyvus, kai darbas atliekamas poromis arba grupelėmis po 3–5 mokinius. Šiuo eksperimentu išmokstama praktiškai matuoti drėgmę ir temperatūrą, formuojami eksperimentavimo, grafikų braižymo ir jų analizės įgūdžiai.

Gilesni šio integruoto mokymo tyrimai gali būti atliekami **III lygmeniu**, kaip **koordinuotas tyrinėjimas**. Jį atliekant mokiniais žinoma tyrimo tema, tačiau tyrimo eiga nėra pateikiama. Mokiniais pateikiamos reikalingos priemonės darbui atlikti ir suformuluojama problema. Mokiniai formuluoja hipotezę ir patys planuoja darbo eigą. Efektyvus darbas grupėse, kadangi ugdomi komunikaciniai gebėjimai, ieškant teisingo darbo eigos būdo.

## EKSPERIMENTAS

### II lygmuo Struktūruotas tyrinėjimas

**Tyrimo problema.** Kokia yra kūno temperatūra ir aplinkos temperatūra bei drėgmė žmogui prakaituojant.

**Tyrimo hipotezė.** Žmogaus kūnui prakaituojant jo aplinkoje yra aukštesnė temperatūra ir išsiskiria didesnė drėgmė.

**Eksperimento tikslas** – nustatyti žmogaus kūno temperatūrą ir aplinkos temperatūrą bei drėgmę žmogui prakaituojant.

#### Laukiami rezultatai:

- Žinos kas yra temperatūra, drėgmė, šiluminė apykaitą.
- Žinos, kaip organizmas palaiko pastovią vandens koncentraciją kraujyje ir kaip oda padeda palaikyti pastovią kūno temperatūrą.
- Gebės pagal instrukciją parengti priemonės darbu.
- Mokės gauti temperatūros priklausomybės nuo laiko  $T = f(t)$ \* grafiką.
- Mokės gauti drėgmės priklausomybės nuo laiko  $\rho = f(t)$  grafiką.
- Gebės paaiškinti temperatūros ir drėgmės grafikų pokyčius.
- Mokės paaiškinti, kokiomis sąlygomis kinta temperatūra ir drėgmė.

\*čia  $T$  – žymima temperatūra, o  $t$  – laikas

#### Eksperimento priemonės:

- NOVA5000;
- 2 temperatūros jutikliai ( nuo -25 °C iki 110 °C);
- Drėgmės jutiklis;
- Plastikinis maišelis;
- Siūlai.

#### Darbo eiga:


##### 1. Priemonių parengimas darbui:

- 1.1. Prijunkite temperatūros (*Ivestis1 (Input1)*, *Ivestis2 (Input2)*) ir drėgmės (*Ivestis3 (Input3)*) jutiklius prie Nova5000.
- 1.2. Įjunkite Nova5000 ir atidarykite programą *MultiLab*.



1 lentelė

#### Duomenų kaupiklio nustatymas

|              |                     |                       |
|--------------|---------------------|-----------------------|
| JUTIKLIAI    |                     |                       |
| Temperatūros | Ivestis 1 / Input 1 | nuo -25 °C iki 110 °C |
| Temperatūros | Ivestis 2 / Input 2 | nuo -25 °C iki 110 °C |
| Drėgmės      | Ivestis3 / Input3   |                       |
| NORMA        |                     |                       |
|              | Kas sekundę         |                       |
| MATAVIMAI    |                     |                       |
|              | 2000 matavimų       |                       |

- 1.3. Paspauskite mygtuką  (*Setup*) ir nustatykite duomenų kaupiklio parametrus, kaip parodyta 1 lentelėje, paspauskite *OK*.

## 2. *Matavimų procedūros:*

- 2.1. Į ranką pirštais paimkite temperatūros jutiklį, kaip parodyta 1 paveiksle.
- 2.2. Paspauskite mygtuką  (*Run*) ir pradėkite matavimus.
- 2.3. Stebėkite (apie 2–3 minutes) pirštų galiukų temperatūros pokyčius, kol temperatūra nusistovės.
- 2.4. Ranką su temperatūros jutikliu įkiškite į plastikinį maišelį. Į maišelį įdėkite drėgmės jutiklį ir antrą temperatūros jutiklį (2 pav.).
- 2.5. Maišelį užriškite taip, kad oras iš aplinkos nepatektų į maišelį ir atvirkščiai.
- 2.6. Fiksuokite drėgmės ir temperatūros pokyčius apie 10 minučių.
- 2.7. Ištraukite ranką iš maišelio.
- 2.8. Fiksuokite pirštų galiukų temperatūrą ir drėgmės bei temperatūros pokyčius dar 10 minučių.
- 2.9. Paspauskite mygtuką  (*Save*) ir išsaugokite duomenis.



1 pav. Temperatūros jutiklio prijungimas



2 pav. Eksperimento parengimas

## 3. *Eksperimento rezultatai ir jų analizė:*

- 3.1. Gaukite rankos pirštų galiukų ir aplinkos temperatūrų bei aplinkos drėgmės grafikus (3 pav).
- 3.2. Atidarykite gautus temperatūros grafikus (4 pav.): duomenų medyje pažymėkite grafikų piktogramas ir apatinėje įrankių juostoje paspauskite mygtuką *Rodyti* (*Show*).
- 3.3. Naudodami žymeklius nustatykite temperatūros pradines ir galines vertes bei šių verčių pokyčius, kai:
  - ranka yra plastikiniame maišelyje:

Pirštų galiukų temperatūra:

$$T_{1P} =$$

$$T_{2P} =$$

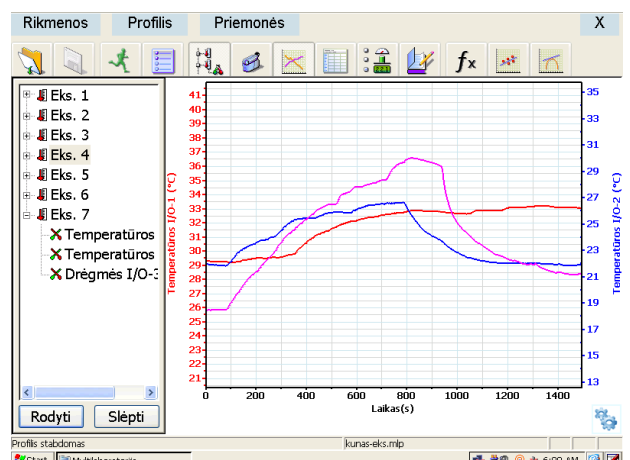
$$\Delta T_P =$$

Aplinkos temperatūra:

$$T_{1A} =$$

$$T_{2A} =$$

$$\Delta T_A =$$



3 pav. Eksperimento grafikai

- ranka ištraukta iš maišelio:

Pirštų galiukų temperatūra:

$$T_{1P} =$$

$$T_{2P} =$$

$$\Delta T_P =$$

Aplinkos temperatūra:

$$T_{1A} =$$

$$T_{2A} =$$

$$\Delta T_A =$$

3.4. Atidarykite gautą drėgmės ir aplinkos temperatūros grafikus (5 pav.): duomenų medyje pažymėkite grafiko piktogramą ir apatinėje įrankių juostoje paspauskite mygtuką *Rodyti (Show)*.

3.5. Naudodami žymeklius nustatykite drėgmės ir aplinkos temperatūros pradines ir galines vertes bei šių verčių pokyčius, kai:

- ranka yra plastikiniame maišelyje:

$$\varphi_1 = T_{1A} =$$

$$\varphi_2 = T_{2A} =$$

$$\Delta\varphi = \Delta T_A =$$

- ranka ištraukta iš maišelio:

$$\varphi_1 = T_{1A} =$$

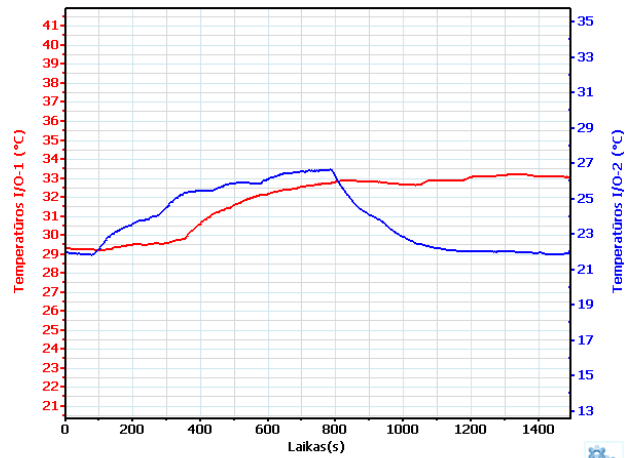
$$\varphi_2 = T_{2A} =$$

$$\Delta\varphi = \Delta T_A =$$

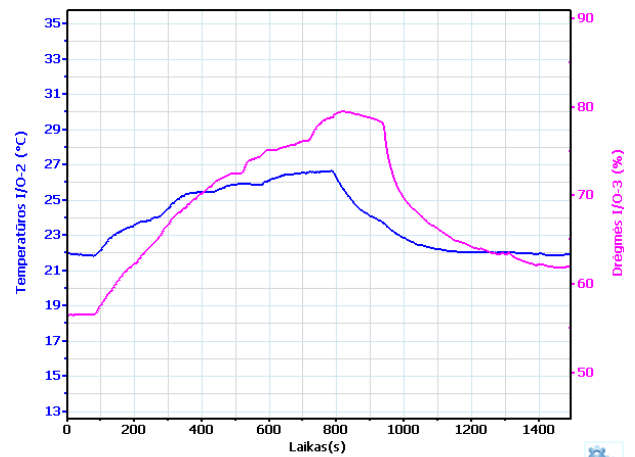
3.6. Apžiūrėkite ranką iš karto ištraukę ją iš maišelio. Ar ji drėgna, ar sausa?

3.7. Atsakykite į klausimus ir paaiškinkite:

- Koks buvo poveikis, kai ranką įkišote į plastikinį maišelį:
  - drėgmės lygiui maišelio viduje?
  - temperatūrai pirštų galiukuose?
  - temperatūrai maišelio viduje?
- Kas sukelia pirštų galiukų temperatūros pokyčius eksperimento metu?
- Ar pastebėjote odos drėgnumo pokyčius eksperimento metu?
- Kodėl drėgmė maišelyje greitai sumažėjo, ištraukus ranką iš maišelio?
- Kas yra sukaupto maišelyje vandens šaltinis?
- Kas atsitinka su maišelyje sukauptu vandeniu, kai ištraukiate ranką iš maišelio?



4 pav. Pirštų galiukų (raudona) ir aplinkos (mėlyna) temperatūrų grafikai



5 pav. Aplinkos temperatūros (mėlyna) ir drėgmės (rožinė) grafikai

### Mokiniai padaro išvadas:

- apie rankos ir aplinkos temperatūras bei drėgmę, kai ranka yra plastikiniame maišelyje;
- apie rankos ir aplinkos temperatūras bei drėgmę ištraukus ranką iš maišelio.

## KONTROLINĖS UŽDUOTYS IR ATSAKYMAI:



| Klausimai                    | Atsakymai  |
|------------------------------|--|
| 1. Ką apibūdina temperatūra? | 1. Temperatūra apibūdina kūnų šiluminės pusiausvyros būseną.                           |
| 2. Kas yra temperatūra?      | 2. Temperatūra yra molekulių netvarkingo judėjimo vidutinės kinetinės energijos matas. |
| 3. Kas yra oro drėgmė?       | 3. Vandens garų kiekis atmosferoje vadinamas oro drėgme.                               |

### Žymeklių naudojimas

Žymeklius galima naudoti atskirai po vieną arba abu vienu metu.

Pirmasis žymeklis naudojamas atskiroms matavimo reikšmėms parodyti, kreivei pasirinkti ar paslėptai Y ašiai atskleisti.

Antrasis žymeklis naudojamas skirtumui tarp dviejų koordinacių verčių parodyti ar duomenų taškams pažymėti.


**Pirmojo žymeklio (First cursor) naudojimas:** du kartus spragtelėkite ant matavimo taško arba First cursor grafiko įrankių juostoje. Pele galite nutempti žymeklį ant kito taško ar ant kito grafiko lauko. Patogesniai naudojimui rinkitės žymeklius Forward  Backward .

Pažymėto taško koordinacių reikšmes matysite informacinėje juostoje grafiko lango apačioje.

**Antrojo žymeklio (Second cursor) naudojimas:** du kartus spragtelėkite bet kurioje grafiko vietoje arba Second cursor. Informacinėje juostoje matysite skirtumą tarp dviejų koordinacių verčių.

Žymeklių panaikinimas:

spragtelėkite  antrajam žymekliui panaikinti

ir  pirmajam žymekliui panaikinti.

## III lygmuo Koordinuotas tyrinėjimas

### EKSPERIMENTAS

1. Prijunkite papildomą temperatūros jutiklį prie kitos rankos pirštų galiukų. Palyginkite temperatūros pokyčius, kai viena ranka yra maišelyje, o kita – ne.

2. Atlikite sporto pratimus, laikydami ranką maišelyje, ir matuokite jų įtaką rankos temperatūrai ir drėgmei.

3. Padidinkite aplinkos drėgmę ir pamatuokite jos įtaką šilumos nuostoliams.

4. Sukurkite oro srautą prie rankos. Nuimkite maišelį ir tuoj pat išmatuokite temperatūrą ir drėgmę.

Mo 53 Irina Barabanova, Vykintas Baublys, Regina Čekianienė, Valdas Girdauskas, Kęstutis Grinkevičius, Arvydas Kanapickas, Asta Klimienė, Ramutis Klimas, Nerijus Lamanuskas, Palmira Pečiuliauskienė, Lina Ragelienė, Loreta Ragulienė, Jūratė Sitonytė, Violeta Šlekienė, Mindaugas Tamošiūnas, Raimundas Žaltauskas, Judita Žukauskienė. Mokyklinių biologijos eksperimentų teorija ir praktika. Mokytojo knyga. –Vilnius : 2014. 296 p.

Metodinė priemonė parengta įgyvendinant ESF projektą „Gamtos mokslų mokytojų eksperimentinės veiklos kompetencijos tobulinimas atnaujintų mokymo priemonių ir 9–12 klasių bendrųjų programų pagrindu (VP1-2.2–ŠMM-03-V-01-002)“. Jis atitinka projekto tikslą ir uždavinius bei Gamtamokslinės kompetencijos ugdymo koncepcijos nuostatas.

Metodinėje priemonėje „Mokyklinių biologijos eksperimentų teorija ir praktika. Mokytojo knyga“ aprašomi laboratoriniai darbai, kuriuos galima atlikti pasinaudojus šiuolaikiškais mokymo priemonėmis, tokiomis kaip GLX Explorer, Nova 5000 ir pan. Metodinė priemonė skirta mokytojui dirbti su mokiniais, taip pat studentams, besiruošiantiems tapti gamtos mokslų mokytojais. Kadangi aprašomos metodikos skiriasi turiniu ir sudėtingumu, todėl kiekvienas mokytojas, žinodamas savo mokinių lygį, galės parinkti tinkamiausias metodikas, sudominti mokinius gamtos mokslais, skatins juos tapti aktyviais tyrėjais, pažįstančiais mus supantį pasaulį.

UDK 57(072)

ISBN 978-609-95371-7-7

Ekspertavo *Giedrė Kmitienė*  
Redagavo *Regina Rinkauskienė*  
Recenzavo *Margarita Purlienė*  
Maketavo *Andrius Alkauskas*  
Viršelio dizainerė *Vilmantė Matuliauskienė*





