

ŠIAULIŲ UNIVERSITETO  
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETO  
FIZIKOS KATEDRA

**Simona Kemerytė**  
Fizikos magistrantūros II kurso studentė

FIZIKOS DEMONSTRACINIAI BANDYMAI IR JŲ  
PANAUDOJIMO GALIMYBĖS FIZIKOS PAMOKOSE

DEMONSTRATIONAL PHYSICS EXPERIMENTS AND THEIR  
USAGE IN PHYSICS LESSONS

PEDAGOGINIŲ STUDIJŲ BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovė:  
doc. dr. L. Ragulienė

Šiauliai, 2013

*„Tvirtinu, jog darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota ir paruošta naudojant literatūros sąraše pateiktus informacinius šaltinius bei savo tyrimų duomenis“.*

Darbo autorė \_\_\_\_\_  
(vardas, pavardė, parašas)

## ANOTACIJA

Pedagoginių studijų baigiamasis darbas „Fizikos demonstraciniai bandymai ir jų panaudojimo galimybės fizikos pamokose“ yra sudarytas iš įvado, 3 skyrių, išvadų bei 19 literatūros šaltinių. Darbo apimtis yra 44 puslapiai ir 25 paveikslai.

Darbe išanalizuoti ir pateikti fizikos demonstracinių bandymų būdai ir jų panaudojimo galimybės.

Pirmajame skyriuje yra aprašoma demonstracinių bandymų samprata. Demonstracija (lot. demonstro – parodyti) – mokymo(si) būdas, kai objektai ar jų vaizdai tampa informacijos šaltiniu. Išskiriami trys demonstracinių bandymų būdai: realūs, virtualūs ir realūs kompiuterizuoti demonstraciniai bandymai.

Antrajame skyriuje supažindinama su duomenų kaupiklio „Xplorer GLX“ paskirtimi. „Xplorer GLX“ yra duomenų kaupimo, pateikimo ir analizės prietaisas. Jis funkcionaliai visiškai savarankiškas portatyvinis kompiuterizuotas prietaisas, skirtas mokomiesiems ir moksliniams darbams.

Trečiajame skyriuje yra pristatoma vienuolika parengtų fizikos demonstracinių bandymų XI – XII klasei. Išanalizuoti ir aprašyti jų atlikimo būdai, atliktas demonstracijų apibendrinimas ir pateiktos išvados.

Darbo pabaigoje pateiktos išvados.

## ANNOTATION

Pedagogical study's work „Demonstrational Physics Experiments and their Usage in Physics Lessons” consists of an introduction, 3 chapters, conclusions and 19 references. The work comprises of 44 pages and 25 pictures as well.

Methods of physics demonstration tests and possibilities of their usage are analysed and presented in this study's work.

The first chapter deals with describing the concept of the demonstrations. Demonstration (lat. demonstro – to show) is a learning method in which objects or their images become a source of information. Three methods of demonstration tests are focused here: real, virtual and real computerised demonstration methods.

The second chapter deals with presenting the data collection „Xplorer GLX” applications. The „Xplorer GLX” is a tool of data collection, graphing, and analysis. It is

functionally completely autonomous handheld computing device for educational and scientific work.

The third chapter deals with presenting eleven prepared physics demonstration tests for XI – XII forms. The ways of their performing are analysed and described, the summary of demonstration is conducted and conclusions are presented.

Conclusions are presented at the end of the work.

## Turinys

Įvadas.....	6
1. Demonstracinių bandymų samprata.....	8
1.1 Reikalavimai demonstraciniams bandymams.....	10
1.2 Realūs demonstraciniai bandymai.....	14
1.3 Virtualūs demonstraciniai bandymai.....	15
1.4 Realūs kompiuterizuoti demonstraciniai bandymai.....	16
2. Duomenų kaupiklio „Xplorer GLX“ paskirtis.....	17
2.1 „Xplorer GLX“ sandara.....	18
2.2 „Xplorer GLX“ pagrindinis meniu.....	20
3. Fizikos demonstraciniai bandymai.....	22
3.1 Trinties ir pasipriešinimo jėgų demonstracijos.....	22
3.1.1 Realios trinties demonstracijos .....	22
3.1.2 Virtualios trinties demonstracijos .....	25
3.1.3 Reali kompiuterizuota trinties demonstracija .....	27
3.2 Dujų dėsnio demonstracijos.....	30
3.2.1 Reali dujų dėsnio demonstracija .....	30
3.2.2 Virtuali dujų dėsnio demonstracija .....	32
3.2.3 Reali kompiuterizuota dujų dėsnio demonstracija.....	33
3.3 Elektromagnetinės indukcijos reiškinių demonstracijos.....	34
3.3.1 Reali elektromagnetinės indukcijos reiškinių demonstracija .....	34
3.3.2 Virtuali elektromagnetinės indukcijos reiškinių demonstracija.....	35
3.3.3 Reali kompiuterizuota elektromagnetinės indukcijos reiškinių demonstracija ..	37
3.4 Demonstracijų apibendrinimas.....	38
Išvados.....	41
Literatūra.....	43

## Įvadas

Visų mokomųjų dalykų tikslas yra kokybiškos žinios ir mokėjimai. Žinių įsisavinimo kokybės rodiklis – žinių ir mokėjimų įsisavinimo tvirtumas gali būti charakterizuojamas sisteminių žinių fiksavimo atmintyje stabilumu ir tų žinių panaudojimu įvairiose situacijose. Žinių įsisavinimo tvirtumas priklauso nuo atminties savybių:

- ✓ įsiminimo (pastebėjimo, nesąmoningo įsiminimo, sąmoningo įsiminimo);
- ✓ atgaminimo (atpažinimo, atkūrimo be valios pastangų, atsiminimo su valios pastangomis);
- ✓ išsaugojimo [1].

Iš praktinių atminties tyrimų žinoma, kad geriausiai įsimenami vaizdiniai, po to grafinės priklausomybės bei vaizdo ir žodžio deriniai [2]. Mokymui svarbiausia yra vaizdumas, nes jo principas yra vienas iš didaktikos metodų. Šiuo metodu vadovaujamosi pedagoginėje veikloje: parenkant lavinimo turinį, mokymo metodus ir organizuojant mokymą. Toks principas yra pagrįstas psichologija, kuri tiria tikrovės pažinimo vyksmą, nes jis prasideda pojūčiais. Taigi, mokymo procese būtina veikti jutimo organus. Tokius kaip:

- ✓ regėjimas,
- ✓ klausa,
- ✓ motorika,
- ✓ uoslė,
- ✓ skonis,
- ✓ lytėjimas.

Tokiu būdu sąmonėje bandoma kurti vaizdinius. O iš jų formuojamos abstrakčios sąvokos. Remiantis vaizdumo principu, kuris reikalauja, kad mokiniai arba studentai visų pirma pažintų patį dėstomą objektą ir tik tada darytų tam tikras išvadas. „Tyrimais įrodyta, kad informacija mūsų smegenis pasiekia tokiais būdais:

- ✓ akimis (87 %),
- ✓ ausimis (9 %),
- ✓ kitomis joslėmis (4 %)“ [3].

Į pažinimo procesą įtrauktas mokinys ar studentas skatinamas stebėti, tyrinėti, analizuoti, apibendrinti. Nes vienas iš pagrindinių fizikos dėstymo uždavinių yra išmokyti mokinius plėsti savo žinias. Todėl, kad fizika yra eksperimentinis mokslas ir laboratorinių

bandymų vaidmuo fizikos mokyme yra atkreipti dėmesį į atliktus bandymus [4]. Dėl to, reikia kelti mokinių aktyvumą bei kūrybingumą, taip vystant jų mąstymą.

Norint pritaikyti vienus ar kitus mokymo metodus ar būdus reikia visada atsižvelgti į turimus mokinių pažintinius sugebėjimus. Tokie uždaviniai kurie, neatitinka mokinių pažintinio išprusimo, ne pagal jų jėgas, yra keliami reikalavimai, kurie gerokai didesni negu esamas jų pasirengimas, negali duoti naudos. Dėl to, kad šitokie uždaviniai sugriauna mokinio pasitikėjimą savo jėgomis bei sugebėjimais. Taigi, būtina atsižvelgti, keliant mokiniams uždavinius, į jų išprusimo lygį. Dėl to, mokytojo darbo sistema, kuri aktyvina mokinių mokomąją veiklą turi būti kuriama laipsniškai, planingai bei kryptingai, taip ugdant mokinių kūrybinius pažintinius sugebėjimus.

Siekiant, kad naujos žinios būtų įsisavintos sąmoningai, reikia nukreipti dėmesį į žodžio ir vaizdo derinimą, esminių požymių išskyrimą, ryšių tarp žinių elementų nustatymą, priežasties – pasekmės ryšių atskleidimą. Taigi, „pagrindiniai pagalbinių vaizdinių priemonių privalumai:

- ✓ sutelkia dėmesį;
- ✓ kuria įvairovę;
- ✓ padeda geriau suvokti;
- ✓ padeda įsiminti“ [3].

„Mokant fizikos tam gerai pasitarnauja demonstraciniai bandymai ir jų loginis įprasminimas. Demonstracijomis iliustruojamas naujo klausimo aiškinimas, ugdomi mokinių stebėjimų ir eksperimentavimo gebėjimai, suteikiama naujų žinių, padedama formuoti fizikos sąvokas, nustatomi jų tarpusavio ryšiai, parodoma įgytų žinių praktinė reikšmė“ [5].

**Darbo objektas.** Fizikos demonstraciniai bandymai.

**Darbo tikslas.** Pateikti fizikos demonstracinių bandymų būdus ir jų panaudojimo galimybes.

**Darbo uždaviniai.**

1. Išanalizuoti pedagoginę, psichologinę, dalykinę literatūrą fizikos demonstracinių bandymų aspektu.
2. Parengti vienuolika fizikos demonstracinių bandymų XI – XII klasei.
3. Išanalizuoti ir aprašyti jų atlikimo būdus.
4. Pateikti demonstracinių bandymų panaudojimo galimybes.

# 1 Demonstracinių bandymų samprata

Vidurinio ugdymo bendrosiose programose yra iškeliami daug tikslų ir uždavinių mokytojui ir mokiniui. Nes „šiuolaikinėje mokykloje šalia mokymo tokią pat svarbią vietą užima mokymasis, aktyvus mokinio veikimas, idėjų kėlimas ir argumentavimas, pasitikrinimas, sąveika su kitais mokiniais ir su mokytoju. Norint ugdyti mokinių gamtamokslinę kompetenciją reikia kuo artimesnių realioms gyvenimo situacijoms užduočių ir veiklų. Tik galimybė praktiškai taikyti įgytas žinias skatina mokinių mokymosi motyvaciją. Ugdant kūrybingumą, svarbu mokyti jaunos žmonės racionaliai derinti naujų, originalių „idėjų generavimą“ su logišku mąstymu, konstruktyviu kritiškumu ir geru darbo organizavimu“ [6]. Mokyme turi būti dirbama su įvairiais šaltiniais. Tarkime, šalia tradicinių mokomųjų priemonių gali būti naudojama garso ir vaizdo medžiaga, periodika, internetas, mokslo darbai, demonstracijos, mokomosios kompiuterių programos ir kt. Mokyme naudojantis šiomis priemonėmis galima stebėti ir tyrinėti fizikinius reiškinius.

Taigi, norint mokyti fizikos yra patogiu naudotis demonstracijomis. Demonstracija (lot. demonstro – parodyti) – mokymosi būdas, kai objektai ar jų vaizdai tampa informacijos šaltiniu. Naudojantis demonstracijomis lengviau yra parodyti naujus problemos aiškinimo būdus, ugdyti gebėjimą atlikti arba stebėti eksperimentus, įgyti naujos informacijos, formuoti naujas fizikines sąvokas ir nustatyti ryšį tarp jų ir įrodyti įgytos informacijos svarbą. Per demonstracijas fizikinių eksperimentų mes galime gauti daugiau informacijos apie dėsnius, sąvokas ir teoriją. Taip pat, galime analizuoti procesus ir gamtos reiškinius [7].

Taigi, jei norima, kad mokiniai arba studentai gerai įsisavintų fizikos pagrindus reikia pasinaudoti, tokiu žinių šaltiniu, kuris yra vadinamas fizikos eksperimentu. Šis eksperimentas yra pagrįstas didaktiniu vaizdumo principu (dažniausiai atlieka tik mokslininkai). O norint pasiremtis didaktiniu prieinamumo principu mokymui yra pritaikytas fizikos eksperimentas, kuris vadinamas mokykliniu fizikos eksperimentu. Toks eksperimentas išskiriamas į šias formas:

- ✓ demonstraciniai bandymai,
- ✓ laboratoriniai darbai,
  - a) frontaliniai bandymai,
  - b) frontaliniai laboratoriniai darbai,
  - c) fizikos praktikumas,
- ✓ stebėjimai ir bandymai namuose ir gamtoje.



Demonstracinių eksperimentų privalumai:

- ✓ didėja pamokos vaizdumas, mokymo(si) formų įvairovė,
- ✓ išauga moksleivių mokymosi motyvacija,
- ✓ gerėja pamokos kokybė [8].

Jeigu norima demonstraciniu fizikos eksperimentu pasiekti kuo didesnio pedagoginio efektyvumo, tai reikia bandymus tinkamai derinti su visu pedagoginiu procesu. Turime padaryti taip, kad kiekvienas bandymas būtų natūraliai įjungtas į naujos medžiagos perteikimą ar kartojimą. Jis turi organiškai derintis su kitais mokymo metodais, tai yra, visa mokytojo ir mokinių veikla. Norint visa tai įgyvendinti reikia laikytis šių pagrindinių reikalavimų.

- ✓ „Bandymo demonstravimas visada organiškai susiejamas su perteikiamąja medžiaga, bandymai turi būti nagrinėjamo klausimo pagrindas, jie turi atsakyti į iškeltąjį klausimą.
- ✓ Kiekvieno bandymo tikslas mokiniams turi būti aiškus, visos bandymo dalys – griežtai motyvuotos. Bandymo pradžioje mokiniai supažindinami su nagrinėjama problema, sužadinamas mokinių dėmesys, aktyvumas. Kartais problemą galima iškelti, remiantis mokinių patirtimi.
- ✓ Demonstruojamas bandymas neturi būti per ilgas, nereikia bandymais perkrauti pamokos, nes tokiu atveju susilpnėja mokinių dėmesys eksperimentui.
- ✓ Jei galimi keli bandymo variantai, parenkamas paprasčiausias ir vaizdingiausias.
- ✓ Reikia siekti, kad mokiniai demonstruojamų reiškinių nesietų vien su demonstruojamais prietaisais. Todėl bandymams reikia panaudoti įvairias priemones.
- ✓ Demonstraciniu bandymu dažniausiai parodoma fizikinio reiškinio kokybinė pusė. Mokykliniai demonstraciniai prietaisai nėra pakankamai tikslūs kiekybinei priklausomybei išryškinti. Dažniausiai pasitenkinama apytikslio proporcingumo tarp nagrinjamų dydžių nustatymu.
- ✓ Turi būti glaudus ryšys tarp demonstruojamo bandymo ir mokytojo pokalbio su mokiniais. Mokytojo vadovaujami, mokiniai, remdamiesi patirtimi arba anksčiau išėitu kursu, stebi demonstruojamą reiškinį ir patys išskiria pagrindines jo savybes, ryšius tarp dydžių. Bandymo metu turi vykti gyvas,

- logiškas pokalbis, pačių mokinių mąstymas turi vesti prie reikalingos išvados, apibendrinto dėsnio.
- ✓ Pasiruošti bandymo demonstravimui, jį atliekant ir vedant pokalbį su mokiniais, lentoje kartais daromi brėžiniai, piešiniai, užrašai.
  - ✓ Bandymui fizikos mokytojas privalo kruopščiai pasiruošti. Mokytojui reikia žinoti prietaisų teigiamąsias ir neigiamąsias savybes, nes, bandymui iš karto nepavykus, sunku bus pamokoje susiorientuoti.
  - ✓ Teisingiausių reiškinų vaizdą mokiniai susidaro, stebėdami juos betarpiškai. Tik neturint kitos išeities, galima naudotis kitomis priemonėmis“ [9].

### ***1.1 Reikalavimai demonstraciniams bandymams***

„Demonstraciniams bandymams gaminami specialūs demonstraciniai fizikos prietaisai. Jais atliekami bandymai yra gerai matomi, akcentuojamos esminės reiškinų savybės, jie padeda įgyvendinti didaktinius mokytojo tikslus. Taip pat naudojami ir kitokie fizikos prietaisai, įvairūs pagalbiniai daiktai bei medžiagos. Demonstraciniam eksperimentui jo atlikimui technikos požiūriu keliami daug reikalavimų, kad įgyvendinti numatytus didaktinius tikslus“ [10].

Iškeliami tokie pagrindiniai reikalavimai demonstraciniam eksperimentui:

1. *Matomumas*. Visus demonstruojamus reiškinius turi pakankamai gerai matyti ir toliausiai sėdintys mokiniai. Tai pasiekti galima naudojant tam tikras bandymų priemones.
  - a) *Prietaiso dalių išryškinimas*. Naudojant demonstravimui nepritaikytus prietaisus, kartais reikia padidinti, paryškinti kai kurias jų dalis: ant rodyklių užmauti stambesnius popierinius antgalius, įvairias dalis nudažyti ryškiomis spalvomis, guminiiais žiedais ar popieriniais žymekliais pažymėti skysčio paviršiaus pradinę ir galinę padėtį, stoveliais (rodyklėmis) – judančių kūnų padėtį ir kt. Jungiant elektrines grandines, patariama naudoti spalvotus laidus.
  - b) *Prietaisų išdėstymas*. Ant demonstracinio stalo turėtų būti išdėstomi tik tie prietaisai, kurie reikalingi demonstruojamam bandymui. Kiti pagalbiniai prietaisai ant suolo šalia stalo, kad neatitrauktų mokinių dėmesio. Atliekant sudėtingą bandymą reikia gerai

apgalvoti, ar tikslinga iš karto sudėti prietaisus ant stalo, ar geriau juos naudoti iš eilės. Prietaisus pakelti galima įvairiomis dėžutėmis, stovais, staleliais. Patogios fanerinės dėžutės, kurių keletą galima pasidaryti. Viena dėžučių pusė yra matinės juodos spalvos, kita baltos. Tokios dėžutės naudojamos prietaisams pakelti, fonui sudaryti. Statikos ir kai kuriems kitiems bandymams naudojami magnetiniai laikikliai. Tam tikslui dalį klasės lentos galima apkalti skarda. Kai kur prietaisai išdėstomi ant stalo arba prie lentos pastatomuose rėmuose. Į juos įdedami prietaisai, sumontuoti ant nedidelių vienodų skydų, įvairiai kombinuojant bandymo įrenginį.

- c) *Fonas ir apšvietimas.* Gerai matyti bandymą trukdo prirašyta lenta, mokytojo apranga. Prietaisai geriau bus matomi už jų pastačius nedidelį fono ekraną. Viena jo pusė nudažyta juodai, kita baltai. Bandymams su skysčiais stikliniuose induose tinka matiniai šviečiantys fono ekranai. Demonstracinių prietaisų skalių įrašai turi būti pakankamo didumo, atitikti maždaug 2 cm aukščio skalių skaičius. Skalių apšvieta turi siekti 150 lx. Bandymo prietaisus patogiau apšviesti prie lubų įtaisytomis lempomis su reflektoriais. Išjungus klasės ir stalo apšvietimą ir palikus tik lentos apšvietimą, paranku demonstruoti bandymus su elektroniniu oscilografu, prietaisu geometrinės optikos dėsniams nagrinėti. Prietaisus galima apšviesti lempa su reflektoriumi, pastatyta ant demonstracinio stalo, bet ji gali trukdyti atliekant bandymą.
- d) *Skysčių dažymas.* Skysčiai, kurie bandymams naudojami kaip indikatoriai dažomi ryškia spalva. Dažymui tinka lengvai išplaunami dažai, pavyzdžiui, fuksinas, fenolftaleinas. Taip pat naudojamos burokėlių sultys, vanduo dažomas pienu, kreidos milteliais. Tiriant pačių skysčių savybes, jie nedažomi.
- e) *Dūmų naudojimas.* Demonstruojant dujų konvekciją. Paskalio dėsnį dujoms, spindulio kelią ore ir panašius bandymus, geriau galima matyti naudojant dūmus.
- f) *Veidrodžio naudojimas.* Mokiniai nemato objektų išdėstytų horizontalioje plokštumoje. Dėl to naudojamas didelis 45° kampu pastatytas veidrodis. Bangas vandens paviršiuje galima demonstruoti

atspindžio šviesą, padėjus veidrodį bangų vonelės dugne. Bangas galima demonstruoti ir praeinančia šviesa, įtaisius po stikline bangų vonele mažą lempuotę.

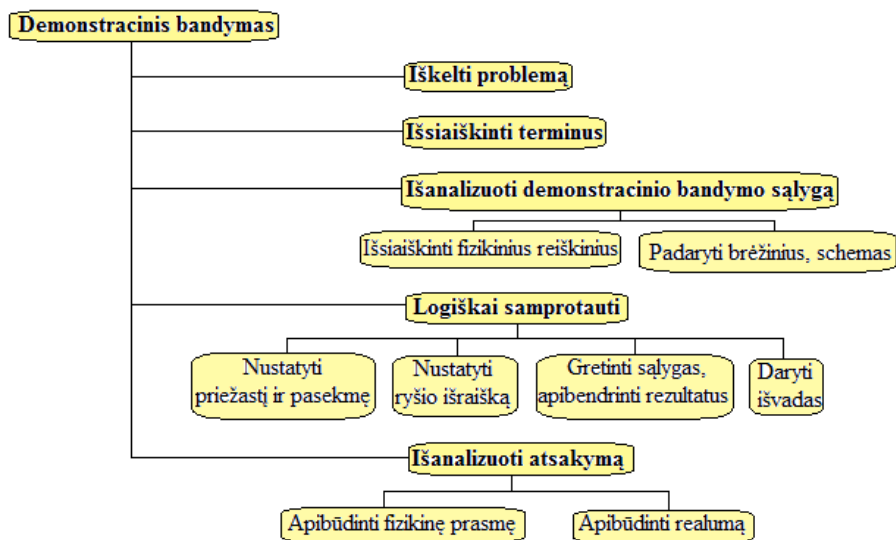
g) *Šešėlinė projekcija.* Šešėlinei projekcijai tinka mažas šviesos šaltinis arba specialus šešėlinis projektorius. Šešėline projekcija galima pademonstruoti karšto oro srautus. Tokia šešėlinė projekcija tinka ir padidintiems kai kurių prietaisų šešėliams ekrane rodyti.

h) *Kitos projekcijos rūšys.* Optiniu suoleliu galima demonstruoti stačius peršviečiamus modelius. Tam panaudojamas objektyvas su apgręžimo prizme, tačiau nukenčia jų atvaizdo ryškumas. Dėl to galima panaudoti ir paprastą objektyvą su veidrodžiu, optinį suolelį pastačius prieš ekraną. Gulstiems objektams rodyti naudojamas specialus optinio suolelio priedas. Taip pat gali būti naudojamas grafoprojektorius.

2. *Bandymo trukmė.* Kadangi svarbi kiekviena pamokos minutė, bandymui reikia kruopščiai pasiruošti. Bandymas turi būti patikrintas, paruoštos visos priemonės, medžiagos. Patartina, rengiantis bandymui, užsirašyti gaunamus duomenis, pasižymėti optimalią prietaisų išdėstymo ant stalo tvarką. Kai kurie šilumos bandymai ilgai trunka, mokytojas turi numatyti kuo užims mokinius. Kartais greitai vykstančius bandymus reikia pakartoti, tuomet reikia numatyti kartojimo nuoseklumą.
3. *Bandymo emocingumas.* Bandymai, kurie mokiniams sukelia stiprias emocijas, sužadina nevalingą dėmesį, domėjimąsi nagrinėjimu klausimu, ilgai išlieka atmintyje. Demonstruojami bandymai turi būti pakankamai įspūdingi, veikti įvairius pojūčius sukelti nuostabą. Mokinių dėmesį patraukia kontrastingai nudažytos prietaisų detalės, indikatorinės lempuotės. Pasigerėjimą bandymu kelia gražūs švelnių spalvų prietaisai.
4. *Bandymo išraiškingumas ir įtikinamumas.* Jeigu, atliekant bandymą, mokiniai lengvai skiria esminius reiškinių požymius, suvokia fizikinę jų prasmę, tai toks bandymas yra išraiškingas. Padeda supaprastinti prietaisai be nereikalingų detalių, atitraukiančių mokinių dėmesį. Mokiniams iš pirmo žvilgsnio turi būti aiški prietaisų sandara, įvairių jų dalių paskirtis. Tokios savybės būdingos daugumai demonstracinių prietaisų. Jeigu bandymas nekelia mokiniams abejonių dėl rezultato teisingumo, tai jis laikomas

- įtikinamu. Rengdamasis bandymui, mokytojas turi išsiaiškinti, ar pasirinktame jo variante yra visi elementai, reikalingi reiškiniui parodyti, ar paprasčiausiu keliu to pasiekta.
5. *Laboratorinė kultūra.* Demonstraciniai bandymai turi ugdyti laboratorinę mokinių kultūrą, mokėjimą elgtis su techniniais prietaisais, laikytis matavimo taisyklių. Bandymams naudojami prietaisai turi būti tvarkingi švarūs, stikliniai indai gerai išplauti. Darbams su skysčiais reikia turėti plačią vonelę. Į ją įstatomi prietaisai, iš kurių gali išsiliėti skystis. Prietaisams paaukštinti negalima naudoti bet kokių daiktų. Tvarkingai ir matomai turi būti išdėstyti grandinių jungiamieji laidai. Kilnojamų prietaisų negalima imti už bet kurios vietos. Pavyzdžiui, elektrinimui naudojamas lazdeles reikia imti tik už pažymėto galo. Negalima svarstyklių imti už stovo, demonstracinį ampermetrą ar voltmetrą – už viršutinės dalies, nes prietaisai bus nešvarūs nustos blizgėti. Reikia laikytis darbo su kiekvienu prietaisu atitinkamų taisyklių, jų mokyti ir mokinius.
  6. *Saugaus darbo reikalavimai.* Fizikos kabinete turi būti gerai sutvarkyta elektros instaliacija. Demonstruojant bandymus, reikia atsargiai naudoti 220 V įtampą, o perjungiant laidus, – ją išjungti. Mokytojas turi žinoti saugaus darbo reikalavimus ir taip pat informuoti mokinius. Kabineto stende gali būti pakabintos mokiniams saugaus elgesio fizikos kabinete taisyklės. Fizikos kabinete turi būti dujinis gesintuvas, vaistinėlė su būtinais vaistais ir tvarsliava. Nuodingas ir degias medžiagas geriau derėtų laikyti chemijos kabinete specialioje spintoje. Ant indų turi būti užrašyta „Nuodinga“, „Atsargiai su ugnimi“ [11].

Taigi, mokant fizikos ir norint vaizdžiai realizuoti aiškinamas temas puikiai tinka demonstraciniai bandymai. „Demonstraciniais bandymais iliustruojamas naujo klausimo aiškinimas, ugdomi mokinių stebėjimų ir eksperimentavimo gebėjimai, suteikiama naujų žinių, padedama formuoti fizikos sąvokas, nustatomi jų tarpusavio ryšiai, parodoma įgytų žinių praktinė reikšmė (1 pav.)“ [12].



1 pav. „Demonstracinio bandymo atlikimo seka“ [12].

## 1.2 Realūs demonstraciniai bandymai

Jau daugelį metų egzistuojantys ir tapę tradiciniais bandymais yra realūs demonstraciniai bandymai. Tokie bandymai yra siejami su akivaizdiniais mokinių ar studentų ir mokytojų arba dėstytojų susitikimais. Tuomet visas bandymas yra pateikiamas tam tikroje vietoje, susitartu laiku ir naudojant reikiamas realias priemones, kuriomis realiu laiku yra atliekamas bandymas. Mokiniai arba studentai remdamiesi papildoma informacija vadovėliuose arba savo pamokų ar paskaitų metu atliktais užrašais stengiasi suvokti matomą demonstraciją.

Realų demonstracinį bandymą galima būtų apibrėžti kaip bandymą, kuris yra susijęs su vieta ir fiksuotu laiku. Bet čia yra didžiausias bandymo realumas. Tokiose laboratorijose yra brangūs įrenginiai, prietaisai bei jų eksploatacija. Realiosios demonstracijos/bandymai – tokios, kurioms atlikti naudojamos realios tikros mokymo priemonės ir prietaisai. Mokykloje paprastai neįmanoma pakartoti tokio pat eksperimento, kokį atliko mokslininkai. Todėl demonstracijos pamokose atliekamos su prietaisais skirtais mokykliniam fizikos eksperimentui.

Lietuvos mokyklose vyrauja realūs demonstraciniai bandymai, kuriais mokytojas arba dėstytojas remiasi parengtos medžiagos aiškinimui pamokoje arba paskaitoje. Šių dienų besimokantieji turi ne tik atgaminti išmoktą informaciją, bet ir aptikti bei suformuluoti problemas, vertinti galimus sprendimų būdus, ieškoti alternatyvių požiūrių ir kritiškai

mąstyti. Nuolat gaunama informacija yra lyginama su jau turimomis žiniomis ir suformuojamas individualus požiūris.

### **1.3 Virtualūs demonstraciniai bandymai**

Šiuo metu daug kalbama apie virtualiuosius demonstracinius bandymus. Žodis „virtualusis“ nusako, kad bandymas vyksta nuotoliniu būdu, kitaip sakant, kompiuterių tinklais, kuomet nebūtina atvykti į mokslo centrą. Trumpai apibendrinant galima teigti, kad virtualūs demonstraciniai bandymai yra tam tikra programa, kuri leidžia suburti mokytojus ar dėstytojus ir besimokančiuosius į virtualią klasę ir aprūpina juos įvairiomis mokymosi galimybėmis. Kita vertus, svarbiausia čia ne pati programa, o tai, kaip ji padeda mokymosi procesui ir jos dalyviams.

Tikslesnis virtualių demonstracinių bandymų apibūdinimas būtų toks: virtualus demonstracinis bandymas tai bandymo objektų pateikimas interaktyvioje dvimatėje plokštumoje ar trimatėje erdvėje. Atliekant tokius bandymus yra galimi įvairūs leistini bandymo scenarijai ir metodai.

*Virtualiosios demonstracijos/bandymai* arba kompiuterinės simuliacijos – realios fizinės sistemos matematinis modelis, sukurtas monitoriaus arba išoriniame ekrane stebėti sistemoje vykstančius procesus. Pakeitus sistemos kintamųjų vertes, keičiasi visa sistema. Tokie kompiuteriniai simulatoriai kuriami įvairia technika: *java applet*, *flash*, *shockwave*, naudojami imituoti fizikinį reiškinį, atlikti virtualius laboratorinius darbus, demonstracijas ir t.t.

Virtualias demonstracijas gali parengti tik specialistas gerai išmanantis informacines technologijas ir matematinį modeliavimą.

Virtuali demonstracinių bandymų laboratorija – tai paskirstyta aplinka, kuri teikia vartotojams tokias galimybes:

- ✓ prieiga prie nutolusių įrenginių ar prietaisų;
- ✓ vartotojas gali individualiai pasirinkti dinaminį matavimų scenarijų;
- ✓ išsaugoti duomenis ir jais manipuliuoti;
- ✓ dirbti grupėje.

Tokie bandymai nepriklauso nei nuo laiko, nei nuo vietos. Be to, čia yra lankstus ir lengvas eksperimentų modifikavimas mažiausiomis sąnaudomis.

## ***1.4 Realūs kompiuterizuoti demonstraciniai bandymai***

Realių kompiuterizuotų demonstracinių bandymų sąvoka yra plati ir talpina: technologijomis, tinklu, internetu, virtualumu, informacinėmis kompiuterinėmis technologijomis ir informacinėmis technologijomis grįstus mokymus. Šiuo atveju akcentuojamas kompiuteris, kuris laikomas vienu iš tokios demonstracijos pagrindu.

*Realios kompiuterizuotos demonstracijos*, tai aktyvus mokymo būdas, kur kompiuterizuotas duomenų gavimas ir vaizdavimas yra naudojamas kartu su realiomis demonstracinėmis priemonėmis.

Tokiame demonstraciniame bandyme gali būti naudojamas vienas ar keletas kompiuterių. Be to, prie kompiuterio galima prijungti:

- ✓ papildomą techninę įrangą (interaktyvią lentą, multimediją, projektorių, garso – vaizdo (audio/video) įrangą, kompiuterinius mokomuosius žaislus, matavimo įtaisus, jutiklius, zondus, skaitmeninius foto aparatus ir t. t.);
- ✓ programinę įrangą (operacinę sistemą, bendrosios paskirties standartinę taikomąją (grafinę, garso, video, teksto tvarkyklę, skaičiuoklę, ir t. t.), mokomąsias programėles, skaitmeninius turinius);
- ✓ internetinę prieigą arba tinklines priemones (tinklinius bendros paskirties standartinius įrankius (elektroninio pašto sistemas, internetinių puslapių kūrimo įrankius), mokymo programėles arba įrankius (virtualią aplinką), skaitmeninius turinius (kursus).

Šis bandymas yra atliekamas taip kaip ir realios demonstracijos, tik reikalingas kompiuteris arba kompiuterizuotas duomenų kaupimo prietaisas su reikalingomis prijungtomis priemonėmis tam tikram bandymui atlikti. Tokio demonstracinio bandymo privalumas yra tas, kad iš karto galima matyti ir realų bandymą, ir gaunamus duomenis, kurie yra projektuojami kompiuteryje arba kompiuterizuotame duomenų kaupimo prietaise.

Šiame darbe išsamiau paanalizuosime kompiuterizuotą mokymo sistemą *Xplorer GLX* ir jos panaudojimą fizikos demonstraciniams bandymams.



## 2 Duomenų kaupiklio „Xplorer GLX“ paskirtis

„Xplorer GLX“ yra duomenų kaupimo, pateikimo ir analizės prietaisas. Jis yra visiškai funkcinis savarankiškas delninis skaičiavimo įtaisas mokslui [4] ir skirtas mokiniams ir mokytojams. Toks kompiuterinis mokymas gali suteikti gilesnį ir prasmingesnį fizikos mokymo suvokimą, padedant mokiniams rasti santykį tarp teorinių principų ir stebimų bandymų paprastu ir intuityviu būdu [13].

Su „Xplorer GLX“ galima naudoti iki keturių „PASPORT“ jutiklių vienu metu. Tuo pačiu metu galima naudoti ir du temperatūros zondus bei įtampos zondą. Jie yra tiesiogiai prijungiami prie specialių jungčių. Pasirinktinai pelė, klaviatūra, ar spausdintuvas gali būti prijungtas prie „Xplorer GLX“ „USB“ jungčių. Šiame duomenų kaupiklyje yra įmontuotas garsiakalbis ir stereo signalų išvestis papildomoms ausinėms arba sustiprintam garsiakalbiui.

„Xplorer GLX“ yra funkcionaliai visiškai savarankiškas portatyvinis kompiuterizuotas prietaisas, skirtas moksliniams darbams. Šį duomenų kaupiklį galima naudoti, ir kaip „PASPORT“ jutiklio jungtį, tuo taveju, kai yra prijungiamas prie stacionaraus arba nešiojamo kompiuterio. Bet kompiuteryje turi būti instaliuota „DataStudio“ programinė įranga.

Šis grafinis duomenų kaupiklis turi savo komplektaciją (2 pav.).






2 pav. Priedai prie „Xplorer GLX“:

- A – „GLX“ naudojimo instrukcija; B – „Xplorer GLX“ duomenų kaupiklis;
- C – AC maitinimo adapteris; D – „GLX“ registracijos kortelė;
- E – diskas su instrukcijomis apie „Xplorer GLX“ naudojimą;
- F – du greitos reakcijos temperatūros zondai (nuo -10 iki 70°C)
- G – įtampos zondas (-10 iki +10 V); H – USB prijungimo kabelis [14].

## 2.1 „Xplorer GLX“ sandara

„Xplorer GLX“ susideda iš (3 pav.):

1. 320 × 240 mm „LCD“ ekrano (su apšvietimu).
2. Turi sąsaja su kompiuteriu, pele, klaviatūra. Jeigu „GLX“ bus naudojamas su kompiuteriu, pridėdamu „USB“ kabeliu prijunkite „GLX“ prie kompiuterio „USB“ jungties. Jeigu norite naudoti papildomą pelę, prijunkite ją prie „USB“ jungties dešinėje „GLX“ pusėje. Jeigu planuojate įvesti daug duomenų, per „USB“ jungtį dešinėje „GLX“ pusėje prijunkite klaviatūrą.
3. Turi jutiklių lizdus:
  - a) Du temperatūros zondai. „Prijunkite komplekte esančius greitos reakcijos zondus ar kitus „PASCO“ temperatūros zondus prie atitinkamų jungčių kairiojoje „GLX“ pusėje. Greitos reakcijos temperatūros zondų matuojamas diapazonas apima nuo -10 iki +70 °C, o nerūdijančio plieno zondų – nuo -10 iki +135 °C.
  - b) Įtampos zondas. Prijunkite įtampos zondą prie jungties kairiojoje „GLX“ pusėje, norėdami atlikti įtampos nuo -10 iki +10 V 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.
  - c) Garso jutiklis. Norėdami „GLX“ mikrofoną sukonfigūruoti kaip garso jutiklį, vienu metu paspauskite  bei  ir taip atidarykite jutiklio ekraną. Tada paspauskite  ir atidarykite mikrofono meniu. Šiame meniu garso bangoms fiksuoti pasirinkite garso jutiklį („Sound Sensor“) arba pasirinkite garso lygį („Sound Level“) garso lygiui matuoti.
  - d) „PASPORT“ jutikliai. Prie pagrindinių jungčių, esančių „GLX“ viršuje, galima prijungti iki keturių „PASPORT“ jutiklių“ [14].
4. Vidinė atmintis užima 12 MB.
5. Duomenis galima rinkti bet kokioje aplinkoje.
6. Atliekant bandymą indikatoriaus ekranas rodo grafikus, lenteles, duomenis pateikia skaitinėmis vertėmis.

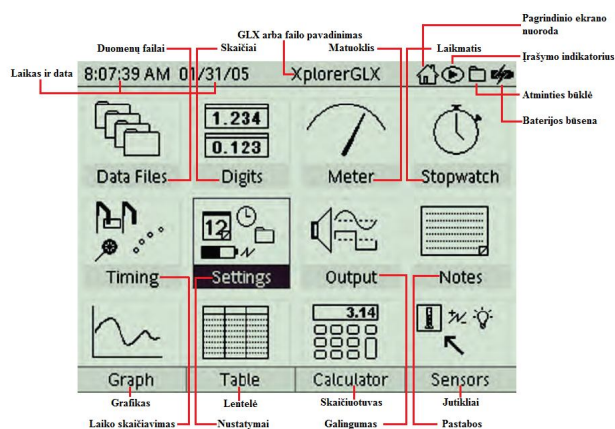
7. Jei prijungtas spausdintuvas duomenis galima atsispausdinti tiesiai į spausdintuvą.
8. Du duomenų saugojimo įrenginiai („USB“). Jeigu turite „USB“ duomenų saugojimo įrenginį (pvz., atmintinę), galite prijungti jį prie „GLX“ duomenų kaupiklio „USB“ jungties ir taip padidinti talpą duomenų saugojimui ir papildomam saugojimui.
9. Duomenų perkėlimas iš „GLX“ į „GLX“. Jeigu turite du „GLX“ duomenų kaupiklius ir norite perkelti duomenis iš vieno į kitą, sujunkite juos tam skirtu sujungimo kabeliu [14].



3 pav. „Xplorer GLX“.

## 2.2 „Xplorer GLX“ pagrindinis meniu

Ijungus „Xplorer GLX“ ekrane matome pagrindinį meniu (4 pav.).



4 pav. „Xplorer GLX“ pagrindinis meniu.

Pagrindinis meniu susideda iš:

1. **Duomenų failai („Data Files“).** Kai baigtas duomenų rinkimas arba „GLX“ konfigūravimas bandymui, duomenų failų („Data Files“) ekrane galima išsaugoti darbą. Taip pat galima atidaryti ar ištrinti išsaugotus failus bei tvarkyti rodmenis, jutiklius, skaičiavimus ir rankiniu būdu įvestų duomenų srautus, kurie yra duomenų failų dalys.
2. **Skaičiai („Digits“).** Šiame ekrane rodomi duomenys realiu laiku, kai jie yra gaunami iš jutiklių ir skaičiavimų. Vienu metu galima matyti iki šešių duomenų šaltinių.
3. **Matuoklis („Meter“).** Šis ekranas imituoja analoginį matuoklį su rodykle, kuris proporcingai atspindi jutiklio atliekamą matavimą.
4. **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.
5. **Laiko skaičiavimas („Timing“).** Laiko skaičiavimo ekranas naudojamas foto užtvarų, skriemulių ir kitų perjungimo ar skaičiavimo jutiklių konfigūravimui.
6. **Nustatymai („Settings“).** Nustatymų ekranas naudojamas pakeisti „GLX“ pavadinimą, laiką, datą ir ekrano parametrus, laiką iki automatinio išsijungimo, „GLX“ reakciją į įjungimą ar jutiklio prijungimą.

7. **Galingumas („Output“).** Galingumo ekrane yra kontroliuojamas signalas, kurį „GLX“ sukuria ir skleidžia per integruotą garsiakalbį arba į ausines ar sustiprintus garsiakalbius.
8. **Pastabos („Notes“).** Pastabų ekrane galima kurti, skaityti ir redaguoti puslapius ar tekstines pastabas, kurios bus išsaugotos su bandymo parametrais arba surinktais duomenimis.
9. **Grafikas („Graph“).** Grafiko ekranas naudojamas duomenims žymėti ir analizuoti. Daugeliu atvejų grafikas yra geriausias būdas matyti duomenis tokius, kokie jie surenkami.
10. **Lentelė („Table“).** Lentelėje duomenys rodomi skaičiais stulpeliuose. Juos galima naudoti redaguojant ir įvedant duomenis bei statistinei analizei.
11. **Skaičiuotuvas („Calculator“).** Šį ekraną galima naudoti, kaip įprastą skaičiuotuvą norint apskaičiuoti paprastų reiškinių rezultatą, ir kaip grafinį skaičiuotuvą lygčių sudarymui. Skaičiuotuvu taip pat galima atlikti surinktų duomenų srautų ir rankiniu būdu įvestų duomenų rinkinių matematinius veiksmus.
12. **Jutikliai („Sensors“).** Norėdami pasirinkti, kai jutikliai rinks duomenis, naudokite jutiklių ekraną. Ekrane rodoma, kurie jutikliai yra prijungti prie „GLX“, ir kiekvieno sensoriaus valdymo elementai. Prijungus jutiklį prie „Xplorer GLX“ grafinio duomenų kaupiklio jis yra iš karto atpažįstamas“ [14]. Pagrindiniai „Xplorer GLX“ jutikliai, kurie naudojami fizikoje yra judėjimo, jėgos, įtampos/srovės jutikliai ir absoliutaus slėgio/temperatūros daviklis (5 pav.).



5 pav. „Xplorer GLX“ jutikliai:

A – judėjimo jutiklis; B – jėgos jutiklis;

C – įtampos/srovės jutiklis; D – absoliutaus slėgio/temperatūros daviklis.

## 3 Fizikos demonstraciniai bandymai

Šiame darbe aprašyti, parengti ir išanalizuoti realūs, virtualūs ir realūs kompiuterizuoti demonstraciniai bandymai šioms fizikos temoms:

1. *Rimties trinties koeficiento nustatymas.*
2. *Slydimo trinties koeficiento nustatymas.*
3. *Trintis aplink mus.*
4. *Kaip trinties jėga priklauso nuo besiliečiančių kūnų paviršių.*
5. *Rimties ir slydimo trintis.*
6. *Izoterminio proceso tyrimas.*
7. *Izoterminis procesas.*
8. *Izoterminis procesas (Boilio ir Marioto dėsnis).*
9. *Elektromagnetinės indukcijos reiškiny.*
10. *Lorenco taisyklė: elektromagnetinės indukcijos dėsnis.*
11. *Elektromagnetinės indukcijos tyrimas.*

### 3.1 Trinties ir pasipriešinimo jėgų demonstracijos

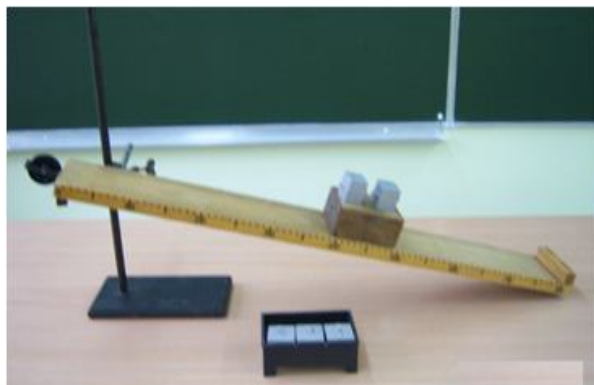
Viena iš pastoviai kūnus veikiančių jėgų yra trinties jėga. Tai jėga, kuri veikia kelių paviršių (dažniausiai dviejų) susilietimo ribos vietoje. Ši jėga daugiausiai priešinasi paviršių judėjimui arba polinkiui judėti. Trinties jėga atsiranda, kai besiliečiantys paviršiai yra ties slydimo vienas kito atžvilgiu riba. „Rimties trinties jėga didėja nuo nulio iki maksimalios vertės, kurią rodo dinamometras kūnui pradėdant judėti. Bandymų metu akcentuojama, kad dinamometras rodo savo paties tamprumo jėgą, veikiančią traukimo kryptimi. Trinties jėga – priešingos krypties. Nagrinėjant trinties jėgas ypatingas dėmesys tenka trinties koeficiento sąvokai“ [12].

#### 3.1.1 Realios trinties demonstracijos

- ✓ *Rimties trinties koeficiento nustatymas*

*Demonstracinio bandymo tikslas – „nustatyti rimties trinties koeficientą.*

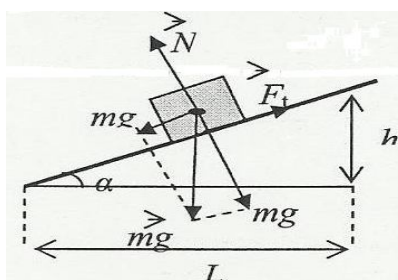
*Demonstracinio bandymo priemonės:* demonstracinis tribometras, svarelių rinkinys, demonstracinis stovas, demonstracinis metras (6 pav.)“ [12].



6 pav. „Rimties trinties koeficiento nustatymas“ [12].

*Demonstracinio bandymo eiga.* Tribometro galas su strypu pakeliamas ir įtvirtinamas demonstracinio stovo laikiklyje, tada ant tribometro lentos uždedamas tašelis. Stove, esantis laikiklis, su jau įtvirtintu jame tribometro strypu keliamas aukštyn. Taip daroma norint padidinti nuožulniosios plokštumos pasvirimo kampą, kad ant tribometro uždėtas tašelis pajudėtų iš vietos. Tada demonstracine liniuote reikia išmatuoti nuožulniosios plokštumos pakėlimo aukštį  $h$  ir jos pagrindo ilgį  $L$ . Tuomet mokiniams nubrėžiamas brėžinys vaizduojantis kūną veikiančias jėgas (7 pav.). Ir iš gautų duomenų apskaičiuojamas rimties trinties koeficientas:

$$\mu_0 = \frac{h}{L}.$$



7 pav. Kūną veikiančios jėgos [12].

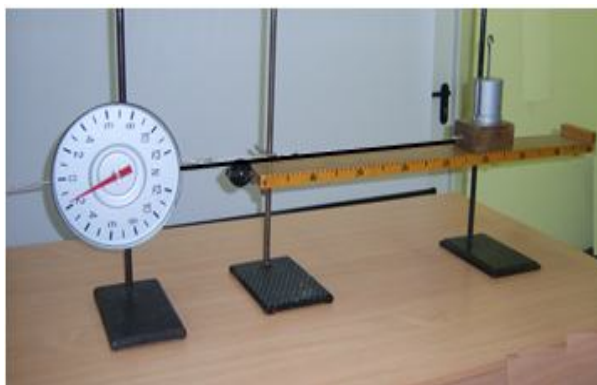
*Demonstracinio bandymo išvada:* „rimties trinties koeficientas nepriklauso nuo nuožulniosios plokštumos aukščio, pagrindo ilgio bei kūno svorio ir tiems patiems dviem besiliečiantiems paviršiams yra pastovus dydis.

Rimties trinties koeficientas yra lygus nuožulniosios plokštumos posvyrio kampo tangentui“ [12]. Taigi, trinties koeficientas apibūdina besitrinančių kūnų porą. Šio koeficiento didumas priklauso nuo to, iš kokių medžiagų yra pagaminti sąveikaujantys kūnai bei kaip apdoroti jų paviršiai ir kt.

### ✓ *Slydimo trinties koeficiento nustatymas*

*Demonstracinio bandymo tikslas* – nustatyti slydimo trinties koeficientą.

*Demonstracinio bandymo priemonės*: demonstracinis dinamometras, demonstracinis tribometras, 1 kg tašelis, 2 kg svarčiai, du stovai, siūlas (8 pav.).

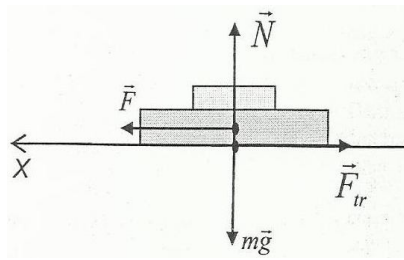


8 pav. „Slydimo trinties koeficiento nustatymas“ [12].

*Demonstracinio bandymo eiga*. Prietaisai turi atrodyti taip kaip 8 paveiksle. Demonstracinio tribometro abu galai turi būti įtvirtinti stovė vienodame aukštyje, kad būtų horizontalioje plokštumoje. Tada tašelio bei dinamometro kabliukus sujungiame siūlu. Pirmoje vietoje pakeliame dinamometrą su tašeliu ir išmatuojame tašelio svorį. Ir tik po to ant tribometro uždedame tašelį ir ant jo 1 kg svarstį. Taip daroma tam, kad tašelis slėgtų lentą jėga, o ši jėga yra lygi tašelio ir svarščio kūno svoriui. Tuomet tašelis traukiamas tolygiai dinamometru. Šiuo atveju dinamometras rodo tempimo jėgos skaitinį didumą. Šis skaitinis tempimo jėgos didumas yra lygus trinties jėgos skaitiniam didumui. Tada vėl nubrėžiamas brėžinys su pažymėtomis jėgomis, kurios veikia tašelį (9 pav.). O tada apskaičiuojamas trinties koeficientas:

$$\mu = \frac{F_{tr.}}{N}.$$





9 pav. Tašelį veikiančios jėgos traukiant tolygiai. [12].

*Demonstracinio bandymo išvada:* „slydimo trinties koeficientas nepriklauso nuo kūno svorio ir dviem paviršiams yra pastovus dydis ( $\mu=const$ )“ [12].

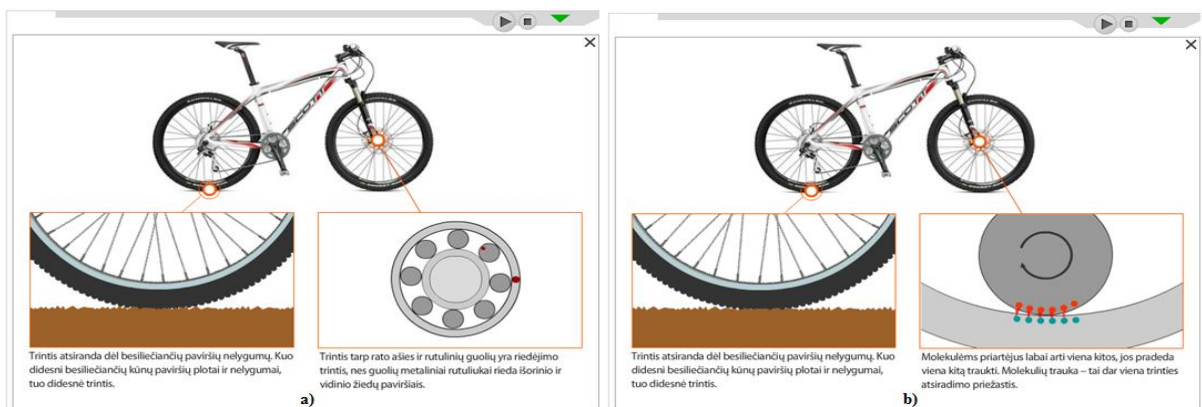
Jei keičiame kūno svorį keičiasi ir trinties jėgos didumas, bet trinties koeficientas nesikeičia, nes jis priklauso nuo besiliečiančių paviršių savybių.

### 3.1.2 Virtualios trinties demonstracijos

#### ✓ *Trintis aplink mus*

*Demonstracinio bandymo tikslas* – išsiaiškinti, kodėl atsiranda trintis ir kaip trinties jėga priklauso nuo besiliečiančių kūnų paviršių.

*Demonstracinio bandymo priemonės:* kompiuteris su interneto prieiga (10 pav.).



10 pav. „Trintis aplink mus“ [15].

*Demonstracinio bandymo eiga.* Apsilankius internetiniame tinklalapyje [„http://gamta7-8.mkp.emokykla.lt/lt/mo/demonstracijos/trintis\\_aplink\\_mus/scenario.90.position.3“](http://gamta7-8.mkp.emokykla.lt/lt/mo/demonstracijos/trintis_aplink_mus/scenario.90.position.3), atsidariusiame lange reikia įvesti savo vardą ir paspausti aktyvų mygtuką „Pirmyn“, tada

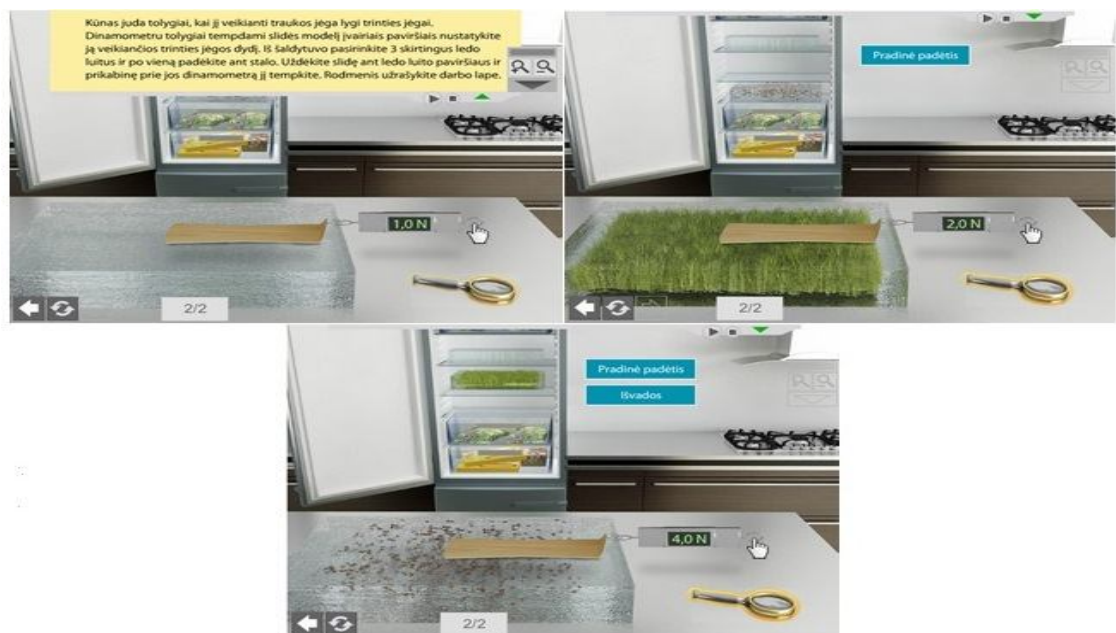
atsiranda trys dviračiai ir išsirenkamas patinkantis dviratis ir spaudžiama ant „Žalios rodyklės“. Atlikus šiuos veiksmus atsiranda judančio dviračio vaizdas. Galima pamatyti kaip veikia trinties jėga tarp besiliečiančių paviršių nelygumų, šiuo atveju tarp padangos ir kelio bei kaip veikia riedėjimo trintis tarp rato ašies ir rutulinių guolių (10 pav. a). Tada atsiranda kita demonstracija, kuri iliustruoja trintį tarp besiliečiančių paviršių nelygumų, taip pat, tarp padangos ir kelio bei parodo molekulių trauką, kuri yra viena iš trinties atsiradimo priežasčių. Taip galima pamatyti iliustruotas demonstracijas su trimis dviračiais. Jeigu norima galima paspausti mygtuką „▶“ ir girdėsime demonstracijos įgarsinimą.

*Demonstracinio bandymo išvada:* „trintis atsiranda dėl besiliečiančių paviršių nelygumų. Kuo didesni besiliečiančių kūnų paviršių plotai ir nelygumai, tuo didesnė trintis. Trintis tarp rato ašies ir rutulinių guolių yra riedėjimo trintis, nes guolių metaliniai rutuliukai rieda išorinio ir vidinio žiedų paviršiais. Molekulėms priartėjus labai arti viena kitos, jos pradeda viena kitą traukti. Molekulių trauka – tai dar viena trinties atsiradimo priežastis“ [15].

### ✓ *Kaip trinties jėga priklauso nuo besiliečiančių kūnų paviršių*

*Demonstracinio bandymo tikslas* – nustatyti kaip trinties jėga priklauso nuo skirtingų besiliečiančių kūnų.

*Demonstracinio bandymo priemonės:* kompiuteris su interneto prieiga (11 pav.).



11 pav. „Trinties jėgos priklausomybė tarp besiliečiančių kūnų paviršių“ [16].

*Demonstracinio bandymo eiga.* Apsilankius internetiniame tinklalapyje [„http://gamta7-8.mkp.emokykla.lt/lt/mo/laboratorija/kaip\\_trinties\\_jega\\_priklauso\\_nuo\\_besiliecianciu\\_kunu\\_pavirsiu/scenario.90.position.0“](http://gamta7-8.mkp.emokykla.lt/lt/mo/laboratorija/kaip_trinties_jega_priklauso_nuo_besiliecianciu_kunu_pavirsiu/scenario.90.position.0) iškart išgirsime ir pamatysime įgarsintą iliustraciją su berniuku, kuris slidinėja ir išgirstame klausimą „Kodėl slidės sniegu slysta gerai, o žolėmis ar šaligatviu – blogai?“ Reikia spausti mygtuką „▶“ ir patenkame į tolimesnę demonstraciją, kurioje matyti šaldytuve esantis sušalęs ledas, ledas su įšaldyta žole, ir sušalęs ledas pabarstytas smėliu. Iš šaldytuvo pasirinkus tris skirtingus ledo luitus reikia po vieną padėti ant stalo. Uždedama slidė ant ledo luito paviršiaus ir prikabinus prie jos dinamometrą reikia tempti. Dinamometru tolygiai tempdami slidės modelį įvairiais paviršiais nustatomas ją veikiančios trinties jėgos dydis. Tada rodmenys užrašomi darbo lape. Jeigu norima galima paspausti šią mygtuką „▶“ ir girdėsime demonstracijos darbo eigą.

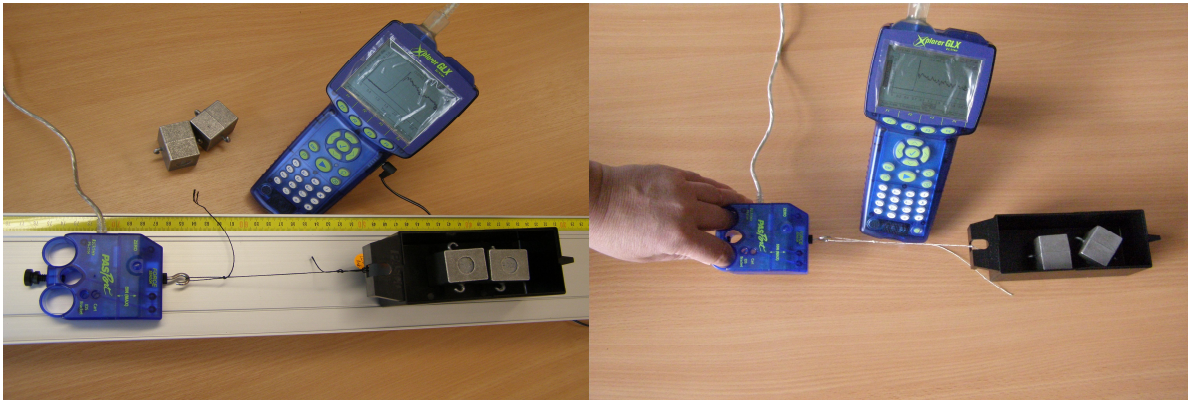
*Demonstracinio bandymo išvada:* kūnas juda tolygiai tada, kai jį veikianti traukos jėga yra lygi trinties jėgai. Iš 11 paveikslo matyti, kad trinties jėga priklauso nuo besiliečiančių paviršių. Taigi, prie skirtingų besiliečiančių kūnų paviršių, keičiasi trinties jėgos didumas.

### **3.1.3 Reali kompiuterizuota trinties demonstracija**

#### **✓ Rimties ir slydimo trintis**

*Demonstracinio bandymo tikslas* – rasti maksimalų rimties ir slydimo trinties koeficientą turint du skirtingus paviršius.

*Demonstracinio bandymo priemonės:* du konteineriai trinčiai, jėgos jutiklis, „Xplorer GLX“, virvelė, du 125 g ir vienas 250 g masės kroviniai iš kinematikos ir dinamikos rinkinio arba 100 g masės krovinėlių rinkinys, 1,2 m „PASCO“ takelis, svarstyklės, fizikinė virvelė (12 pav.).



12 pav. Trinties koeficiento matavimas skirtingiems paviršiams.

*Demonstracinio bandymo eiga.* Pasiruošti „Xplorer GLX“ darbui: sumontuoti įrenginį kaip 12 paveiksle:

- ✓ Takelį padėti ant horizontalaus paviršiaus.
- ✓ Išmatuoti veltinio padu konteinerio masę (arba svorį).
- ✓ Įdėti 200 g masės krovinėlių į trinties konteinerį. Bendrą konteinerio ir į jį įdėto krovinėlio masę pasižymėti.
- ✓ Trinties konteinerį padėti ant takelio arba kito paviršiaus.
- ✓ Fizikine, maždaug 5 cm ilgio virvute sukabinti konteinerį su „Jėgos“ jutiklio kabliuku. Jutiklį padėti ant takelio.

Naudojamas **konteineris veltinio padu.**

Tuščio, veltinio dugnu, konteinerio svoris 0,9 N. Jį galima rasti ir jėgos jutikliu. Atliekamas matavimas su papildoma 200 g mase. Po matavimo į konteinerį įdedamas 200 g masės krovinėlis ir vėl pakartojamas matavimas. Norint atlikti trečiąją matavimų seriją, reikia konteinerį pakrauti dar vienu papildomu 200 g masės krovinėliu. Ir vėl pakartoti tyrimo procedūrą. Bus atliktos trys matavimų serijos.

Naudojamas **konteineris kamščio padu.**

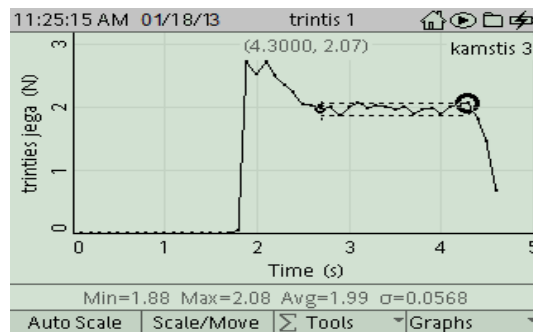
Bandymui bus naudojamas konteineris su kamščio padu. Atliekama ta pati tyrimo procedūra, kaip ir su konteineriu veltinio padu. Pradėti tyrimą su papildoma 200 g mase. Atliekamas matavimas. Ir viską kartojame kaip su konteineriu veltinio padu.

*Demonstracinio bandymo išvada:* Šiame laboratoriniame darbe tirti du trinties jėgų tipai: rimties trintis ir slydimo trintis, kurie priklauso nuo paviršiaus, bet nepriklauso nuo judėjimo greičio arba nuo paviršiaus ploto.

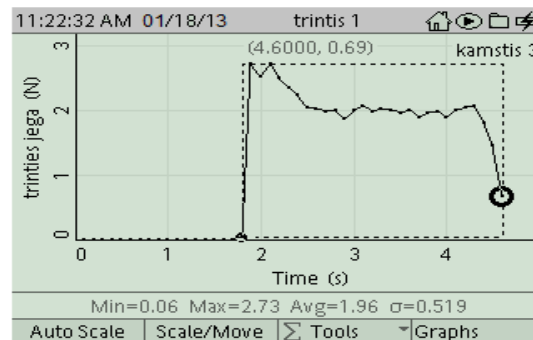
*Rimties* trinties jėga veikia išilgai besiliečiančių paviršių ir yra priešingos krypties, bet kuriai veikiančiai jėgai. Šios jėgos koeficientas, yra santykis maksimalios rimties trinties

jėgos ir stačiosios jėgos (tai tokia jėga, kuri yra statmena besiliečiantiems paviršiams). Tokiu atveju, kai jėga veikia išilgai paviršiaus tam, kad išjudinti kūną iš rimties būsenos, tai rimties trinties jėga didėja. O kai kūnas yra prieš pat pajudėjimą iš vietos yra pasiekiami maksimali jėgos vertė.

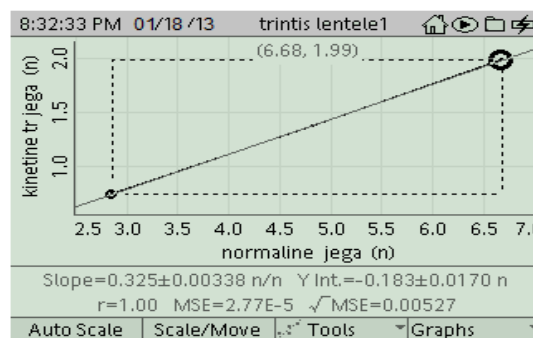
*Slydimio* trinties jėga priešinasi objekto judėjimui tada, kai jis juda kuriuo nors paviršiumi. Gauta, kad slydimio trinties jėgos vertės (13 pav.) yra mažesnės už rimties trinties jėgos vertes (14 pav.). Tuo pačiu ir slydimio trinties koeficientas (15 pav.) yra mažesnis už rimties trinties koeficientą (16 pav.) ( $\mu_s < \mu_r$ ).



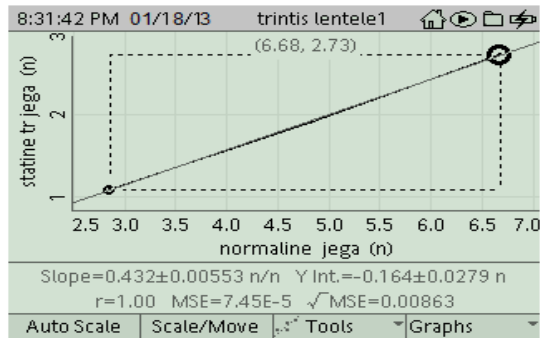
13 pav. Vidutinė slydimio trinties jėga bandymo metu.



14 pav. Vidutinė rimties trinties jėga bandymo metu.



15 pav. Slydimio trinties koeficientas bandymo metu.



16 pav. Rimties trinties koeficientas bandymo metu.

### 3.2 Dujų dėsnių demonstracijos

Dujų būsenos apibūdinamos šiais parametrais: slėgiu ( $p$ ), tūriu ( $V$ ) bei temperatūra ( $T$ ). Vienas iš šių parametrų ( $p$ ,  $V$ ,  $T$ ) gali kisti ir tada kinta dar bent vienas iš likusių, o tarp jų kitimo visada yra tam tikras ryšys. Procesai, kuriuose kinta du iš šių parametrų, esant trečiam pastoviam, vadinami izoprocesais.

Slėgio priklausomybę nuo tūrio pastovioje temperatūroje ( $T = const$ ) nusako Boilio ir Marioto dėsnis. Šis dėsnis teigia, kad tos pačios dujų masės slėgis kinta atvirkščiai proporcingai dujų tūriui, arba dujų slėgio  $p$  ir tūrio  $V$  sandauga yra pastovus dydis.

$$pV = const, \text{ kai } T = const.$$

$$p_1V_1 = p_2V_2, \text{ kai } T = const.$$

Remiantis šiuo dėsniu ir brėžiant grafiką, gaunama kreivė yra izotermė ir procesas yra vadinamas izoterminiu (18 pav.).

#### 3.2.1 Reali dujų dėsnių demonstracija

##### ✓ Izoterminio proceso tyrimas

*Demonstracinio bandymo tikslas* – „nustatyti, kaip keičiasi dujų slėgis nuo tūrio esant pastoviai dujų masei ir temperatūrai.

*Demonstracinio bandymo priemonės:* kintamo tūrio cilindras dujų dėsniams demonstruoti, guminė žarnelė, demonstracinis manometras, kurio skalė 0-1,6 at (17 pav.)“ [5].

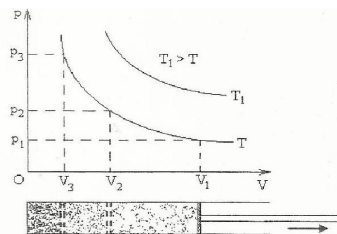


17 pav. „Izoterminio proceso bandymas“ [5].

*Demonstracinio bandymo eiga.* Kintamo tūrio cilindras ir manometras turi būti sujungti taip, kaip parodyta 17 paveiksle. Reikia keisti cilindro tūrį, viršuje esančio varžto pagalba. Tūris keičiamas nuo 5 iki 10 sąlyginių tūrio vienetų. Juos galima matyti prie šono pritvirtintoje skalėje. Jei dešinys manometro čiapas atsuktas, tai tada slėgis cilindre lygus atmosferos slėgiui. Jei čiapas yra užsuktas ir sukamas viršutinis varžtas, tai tada keičiasi cilindro tūris (didėja arba mažėja). Tada užrašomos slėgio  $p$  (matuojamas atmosferomis) ir tūrio  $V$  (matuojamas sąlyginiais vienetais) gautos vertės. Matyti, kad ši sandauga ( $p$  ir  $V$ ) visais atvejais yra vienoda.

*Demonstracinio bandymo išvada:* „nekeičiant cilindre esančios oro masės, jo tūrio ir slėgio sandauga yra pastovus dydis, jei temperatūra pastovi ( $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = const$ ).

Remiantis bandymo duomenimis, brėžiamas slėgio  $p$  priklausomybės nuo tūrio  $V$  grafikas, kuris vadinamas izoterme, nes bandymo metu temperatūra pastovi (18 pav.). Izotermės kreivė yra hiperbolė. Jei cilindro oro temperatūra aukštesnė ( $T_1 > T$ ), gaunama kita, aukščiau pakilusi hiperbolė“ [5].



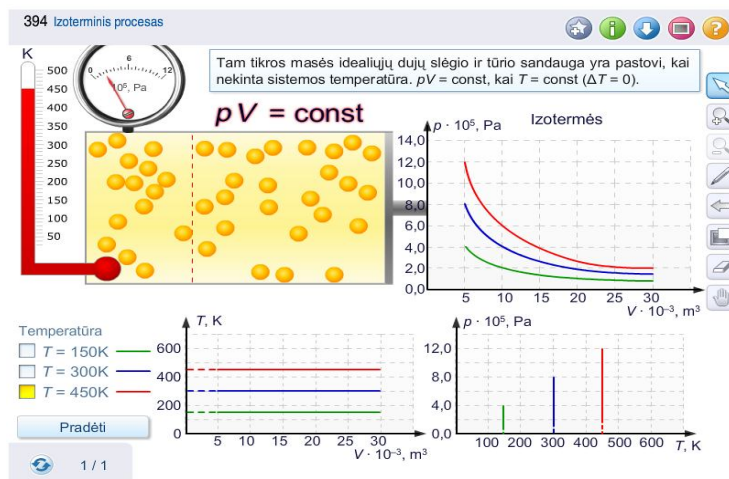
18 pav. „Izoterminis procesas“ [5].

### 3.2.2 Virtuali dujų dėsnio demonstracija

#### ✓ Izoterminis procesas

*Demonstracinio bandymo tikslas* – nustatyti, kaip keičiasi dujų slėgis, keičiantis tūriui.

*Demonstracinio bandymo priemonės:* kompiuteris su interneto prieiga (19 pav.).



19 pav. Izoterminio proceso bandymas [17].

*Demonstracinio bandymo eiga.* Apsilankius internetiniame tinklalapyje „<http://mkp.emokykla.lt/imo/lt/mo/394/>“ atsiveria įdomi ir spalvinga iliustruota demonstracija. Šioje demonstracijoje naudojamas indas su laisvai slankiojančiu stūmokliu, demonstruojama, kaip keičiasi dujų slėgis, keičiantis tūriui. Procesą galima stebėti pasirinkus tris skirtingas temperatūras ( $T = 150\text{K}$ ,  $T = 300\text{K}$ ,  $T = 450\text{K}$ ). Ir iš karto brėžiamos izotermės  $p(V)$ ,  $p(T)$  ir  $T(V)$  koordinačių sistemose (19 pav.).

*Demonstracinio bandymo išvada:* „izoterminis procesas – tai termodinaminės sistemos būsenos kitimas, kai temperatūra lieka pastovi. Tam tikros masės idealiųjų dujų slėgio ir tūrio sandauga yra pastovi, kai nekinta sistemos temperatūra:  $pV = \text{const}$ , kai  $T = \text{const}$  ( $\Delta T = 0$ )“ [17].



### 3.2.3 Reali kompiuterizuota dujų dėsnio demonstracija

#### ✓ *Izoterminis procesas (Boilio ir Marioto dėsnis)*

*Demonstracinio bandymo tikslas* – dujų slėgio kitimas mažinant dujų tūrį, kai temperatūra pastovi.

*Demonstracinio bandymo priemonės*: cilindras su stūmokliu (60 ml švirkštas), „Xploreris GLX“, „Slėgio – Temperatūros“ (arba kitas slėgio) jutiklis, plastiko vamzdelis su specialiais antgaliais (švirkštui su slėgio jutikliu sujungti). Kompiuteris su „GLX“ simulatoriaus programine įranga (20 pav.).

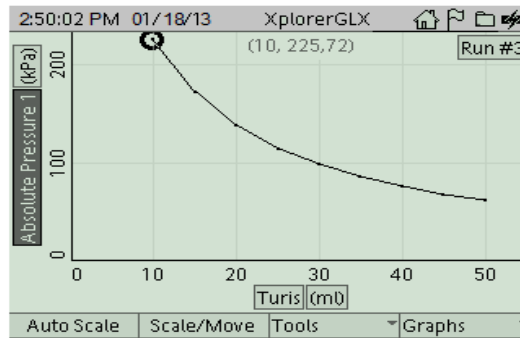


20 pav. Izoterminio proceso demonstracija.

*Demonstracinio bandymo eiga*. Įrenginys sumontuojamas kaip 20 paveiksle. Visų pirma „Xploreris GLX“ parengiamas savarankiškam tūrio duomenų suvedimui. Ir tada atliekamas matavimas, kurio eiga yra tokia:

1. Švirkšto stūmoklį nustumti į norimą padėtį, pavyzdžiui, 50 ml. (dujos bus spaudžiamos mažinant jų tūrį).
2. Reikia mažinti dujų tūrį pagal pasirinktą mastelį ir klaviatūra suvedamos likusios tūrio vertės, kartojant savarankiško duomenų suvedimo procedūrą.
3. Padidinus grafiką „Xploreris GLX“ grafiniame ekrane matome vaizdą.

*Demonstracinio bandymo išvada*: jeigu dujų masė pastovi, prie pastovios temperatūros dujų slėgis atvirkščiai proporcingas jų tūriui. Grafiškai tai vaizduojama hiperbole – *izoterme* (21 pav.). Kuo aukštesnė dujų temperatūra, tuo aukščiau yra izotermė.



21 pav. Izoterminio bandymo gautas grafikas.

### 3.3 Elektromagnetinės indukcijos reiškinių demonstracijos

Elektromagnetinė indukcija tai indukuotosios elektrovaros atsiradimas laidžiame kontūre. Jis yra kintamame magnetiniame lauke arba gali judėti pastoviam magnetiniame lauke. Kitas galimas apibrėžimas yra toks: indukuotosios elektrovaros atsiradimas laidžiame kontūre tada, kai kinta jį veriantis magnetinis srautas.

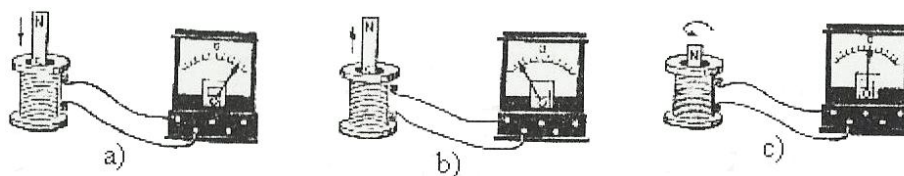
Čia yra taikoma Lorencio arba dar kitaip vadinama kairiosios rankos taisyklė veikiančioms jėgoms nustatyti: jeigu kairiąją ranką ištiesime taip, kad magnetinio lauko vektorius  $\vec{B}$  būtų nukreiptas į delną, o ištiesi keturi pirštai nukreipti teigiamo krūvio (arba priešingai neigiamo krūvio) greičio  $\vec{v}$  kryptimi, tai atlenktas stačiu kampu nykštys rodys Lorencio jėgos kryptį.

#### 3.3.1 Reali elektromagnetinės indukcijos reiškinių demonstracija

##### ✓ *Elektromagnetinės indukcijos reiškinys*

*Demonstracinio bandymo tikslas* – nustatyti kaip kinta ritės vijas kertantis magnetinis srautas?

*Demonstracinio bandymo priemonės*: prie ritės prijungtas galvanometras ir magnetas (22 pav.).



22 pav. Elektromagnetinės indukcijos tyrimas:

a) Į ritę įleidžiamas magnetas. b) Iš ritės ištraukiamas magnetas.

c) Ritėje sukamas magnetas apie savo ašį [18].

*Demonstracinio bandymo eiga.* Reikia į ritę įleisti magnetą (22 pav. a) ir ištraukti bei stebėti galvanometro rodyklės pakrypimą į priešingas puses (22 pav. b). Atkreipti dėmesį, ką rodo galvanometras, kai ritė nejuda ir kai magnetas yra sukiojamas apie savo ašį (22 pav. c).

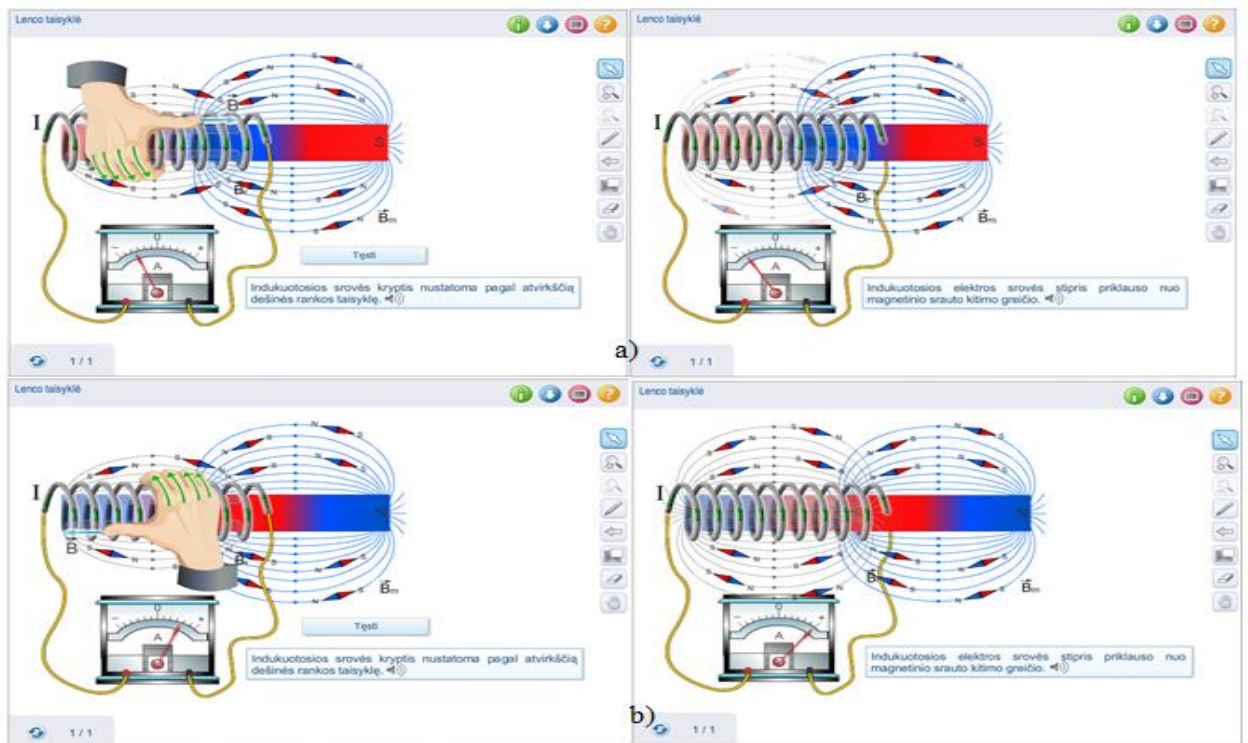
*Demonstracinio bandymo išvada:* „kertant uždarą laidininkų kontūrą veriančiam magnetiniui laukui, laidininke indukuojama srovė, kol kinta magnetinis laukas“ [18].

### 3.3.2 Virtuali elektromagnetinės indukcijos reiškinių demonstracija

✓ *Lorenco taisyklė: elektromagnetinės indukcijos dėsnis*

*Demonstracinio bandymo tikslas* – kaip kinta ritės vijas kertantis magnetinis srautas?

*Demonstracinio bandymo priemonės:* kompiuteris su interneto prieiga (23 pav.).



23 pav. Elektromagnetinės indukcijos virtualus bandymas [19].

*Demonstracinio bandymo eiga.* Apsilankius internetiniame tinklalapyje „<http://mkp.emokykla.lt/fizika9-10/fobjects/view/34/#up>“ matome įdomiai ir vaizdžiai pateiktą demonstraciją. Spaudžiamas mygtukas „Tęsti“ ir artiname magnetą prie ritės, kol ampermetro duomenys bus lygūs 0 A. O tada magnetą toliname nuo ritės spaudžiant mygtuką „Tęsti“ vėl, kol pasieks 0 A. Abiem atvejais atliekant demonstraciją reikia atkreipti dėmesį kaip didėja ir mažėja magnetinio lauko indukcijos jėgų linijos (23 pav. a). Visą demonstraciją galima pakartoti pakeitus magneto poliškumą (23 pav. b).

*Demonstracinio bandymo išvada:* „artinant magnetą prie ritės srautas stiprėja. Ritėje indukuotos srovės sukurto magnetinio lauko indukcijos  $\vec{B}_r$  linijų kryptis yra priešinga vektoriaus  $\vec{B}_m$  kryptčiai. Indukuotos srovės kryptis nustatoma pagal atvirščią dešinės rankos taisyklę. Tik kintamasis magnetinis laukas indukuoja srovę. Ritėje indukuotos srovės sukurto magnetinio lauko indukcijos  $\vec{B}_r$  linijų kryptis sutampa su vektoriaus  $\vec{B}_m$  kryptimi. Tolinant magnetą nuo ritės – magnetinis srautas silpnėja. Indukuotos elektros srovės stipris priklauso nuo magnetinio srauto kitimo greičio [19].“

### 3.3.3 Reali kompiuterizuota elektromagnetinės indukcijos reiškinių demonstracija

#### ✓ *Elektromagnetinės indukcijos tyrimas*

*Demonstracinio bandymo tikslas* – ištirti elektromagnetinės indukcijos reiškinių.

*Demonstracinio bandymo priemonės:* „Xplorer GLX“, įtampos jutiklis/„Voltage Probe“, ritė, pastovusis pasaginis magnetas (24 pav.).



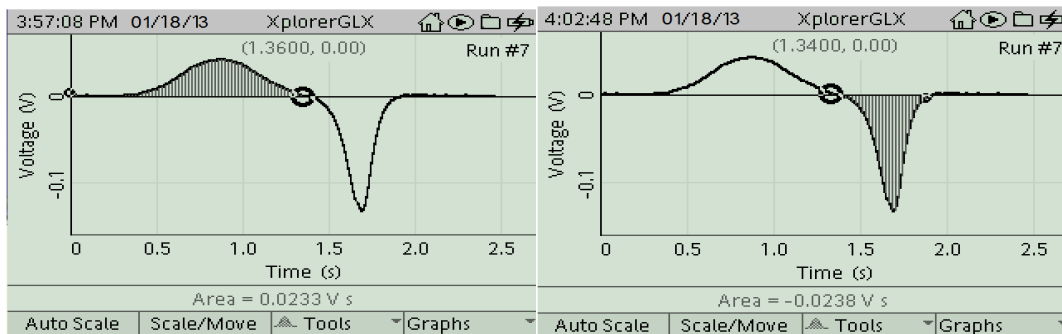
24 pav. Elektromagnetinės indukcijos demonstracija.

*Demonstracinio bandymo eiga.* „Xplorer GLX“ ir darbo priemonės parengiamos eksperimentui. Įrenginys turi būti sumontuotas taip kaip nurodyta 24 paveiksle.

1. Magnetą reikia padėti ant stalo. Ritė arba magnetas turi būti judinami taip, kad ritės plokštuma būtų statmena magnetinio lauko indukcijos linijoms, bet jie vienas su kitu neturi liestis.
2. Įtampos jutiklio galai turi būti sujungti su rite tam, kad būtų galima matuoti įtampą.
3. Atliekamas matavimo duomenų gavimas. Ritė turi būti apie 2 cm nuo magneto ir tada ją reikia kišti į magnetą ir ištraukti iš magneto.
4. Braižomi grafikai.
5. Apdorojami eksperimento rezultatai ir atliekama jų analizė.

*Demonstracinio bandymo išvada:* iš grafiko matyti, kad plotas atitinka indukcinės elektrovaros ir laiko sandaugą:  $\epsilon \Delta t = -\Delta \Phi$ , vadinasi, grafiko pūpsnio plotas parodo, magnetinio srauto pokytį (25 pav.). Grafiko pūpsnio plotas  $S = \Delta \Phi$ .

Pagal elektromagnetinės indukcijos dėsnį, indukcinė elektrovara  $\varepsilon$  proporcinga magnetinio srauto kitimo greičiui. Kuo ritė greičiau stumiama į magnetą arba traukiama iš magneto, tuo smailės aukštesnės, nes indukuojasi didesnė elektrovara. O magnetinio srauto pokytis yra toks pat, todėl gauname, kad  $S_1 \cong S_2$ .



25 pav. Elektromagnetinės indukcijos demonstracijos rezultatai.

### 3.4 Demonstracijų apibendrinimas

Iš aprašytų demonstracinių bandymų matyti, kad realios demonstracijos yra per ilgą laikotarpį nusistovėjusios ir jau tapusios tradicinėmis pamokų arba paskaitų demonstracijomis. Jos taikomos didesnei mokinių ar studentų auditorijai. Norint atlikti tokį demonstracinį bandymą reikia, kad mokiniai arba studentai ir mokytojai arba dėstytojai susitiktų tam tikru laiku ir būtų visi kartu pasirinktoje vietoje, kur bus atliekamas bandymas. Jo metu yra naudojamos reikiamos realios priemonės, kuriomis atliekama demonstracija. Tai yra didžiausias bandymo realumas, nes naudojamos tikros ir realios mokymo priemonės ir prietaisai skirti mokykliniam fizikos eksperimentui. Realu – efektyvu (tai, ką matai, geriau įsisavini). Kiekvieną kartą mokytojui yra reikalingas išankstinis, kruopštus prietaisų pasirengimas bandymui. Galimas ir toks atvejis, kad norimo bandymo gali ir nepavykti atlikti. Mokiniai arba studentai remdamiesi papildoma informacija vadovėliuose arba savo pamokų ar paskaitų metu atliktais užrašais stengiasi suvokti matomą demonstraciją. Kai kurių demonstracijų metu galimas klausytojų (mokinių ar studentų) pasyvumas. Dėl to gali atsirasti tik vienpusė komunikacija ir sudėtinga įvertinti žinių įsisavinimą.

Galima išskirti tokias teigiamas realių demonstracijų savybes:

- ✓ didžiausias bandymo realumas;
- ✓ galimi įvairūs bandymo scenarijai ir metodai;
- ✓ realiai patirtos žinios išlieka ilgesnį laiką;

- ✓ lengviau suprasti supančio pasaulio sudėtingumą ir harmoniją;
- ✓ galima patirti pažinimo džiaugsmą.

Neigiamos savybės būtų tokios:

- ✓ fiksuotas laboratorinio darbo atlikimo laikas ir vieta;
- ✓ reikalingas išankstinis, kruopštus prietaisų parengimas bandymui;
- ✓ laiko sąnaudos;
- ✓ specialių patalpų ir įrangos būtinybė;
- ✓ brangūs, kai kurie įrenginiai, prietaisai ir jų eksploatacija;
- ✓ ne visus fizikos reikšinius galima demonstruoti ir stebėti.

Virtualiomis demonstracijomis patogiau naudotis, nes jos jau būna paruoštos, paprastesnė prieiga prie jų, reikalingas tik kompiuterių tinklas ar demonstracijai paruošta programa. Yra paruošta prieiga prie nutolusių įrenginių ar prietaisų. Tokį bandymą galima atlikti bet kada. Galima suburti mokytojus ar dėstytojus ir besimokančiuosius į virtualią klasę ir aprūpinti juos įvairiomis mokymosi galimybėmis. Atliekant tokias demonstracijas yra galimi įvairūs leistini bandymo scenarijai ir metodai. Norint stebėti sistemoje vykstančius procesus galima keisti sistemos kintamųjų vertes ir bus matyti kaip keičiasi visa sistema. Esant reikalui galima naudotis prie bandymo pateikta skaitmenine mokslo biblioteka. Galima išsaugoti demonstracinio bandymo duomenis ir jais manipuluoti. Taip pat lankstus ir lengvas eksperimentų modifikavimas mažiausiomis sąnaudomis. Viena iš neigiamų savybių būtų ta, kad virtualias demonstracijas gali parengti tik specialistas gerai išmanantis informacines technologijas ir matematinį modeliavimą. Be to, neturint paruoštos programos ar prieigos prie interneto nebus galimybės atlikti virtualių demonstracijų. Gali pasitaikyti techninių nesklandumų. Tačiau toks mokymas nutolsta nuo realybės, mokiniai nesupažindinami su realiomis priemonėmis.

Išskiriamos teigiamos virtualių demonstracijų savybės:

- ✓ stebėjimas mokymo kabinete neturimų įrenginių ar prietaisų veikimo;
- ✓ galima atlikti pasirinktu laiku ir bet kurioje vietoje (namuose, mokykloje);
- ✓ padeda susidaryti vaizdinius reiškinių, kuriuos realiai negalime stebėti;
- ✓ galimybė sustabdyti ar sulėtinti vaizdą;
- ✓ galimi įvairūs leistini bandymo scenarijai ir metodai.

Neigiamos savybės virtualių demonstracinių bandymų:

- ✓ gali parengti tik specialistas gerai išmanantis informacines technologijas ir matematinį modeliavimą;

- ✓ neturint paruoštos programos arba prieigos prie interneto nebus galimybės atlikti demonstracijų;
- ✓ negalima keisti parametrų savo nuožiūra;
- ✓ gali pasitaikyti techninių nesklandumų;
- ✓ mokiniai nesupažindinami su realiomis priemonėmis.

O realios kompiuterizuotos demonstracijos apjungia ir duomenų gavimą bei vaizdavimą, ir realias demonstracines priemones. Esant reikalui galima naudoti ir kelius kompiuterius (duomenų kaupiklius). Jei reikia galima prijungti ir papildomą techninę, programinę įrangą. Taip pat, galima naudotis internetine prieiga arba tinklinėmis priemonėmis. Dar vienas iš realaus kompiuterizuoto demonstracinio bandymo privalumų yra tas, kad iš karto galima matyti ir realų bandymą, ir gaunamus duomenis, kurie yra projektuojami kompiuteryje arba kompiuterizuotame duomenų kaupimo prietaise. Taip yra lengviau analizuojami duomenys ir geriau suprantamos atliekamos demonstracinės sistemos priklausomybės. Galima išsaugoti duomenis ir jais manipuliuoti. Atliekant bandymus yra skatinamas didesnis mąstymas, aktyvus dalyvavimas bandyme ir pateiktos medžiagos įsisavinimas. Be to, pačių realiai patirtos žinios išlieka ilgesnį laiką. Taip yra skatinamas realios kompiuterizuotos demonstracijos kūrybiškumas ir aktyvumas.

Išskiriamos teigiamos realių kompiuterizuotų demonstracijų savybės šios:

- ✓ apjungia duomenų gavimą bei vaizdavimą ir realias demonstracines priemones;
- ✓ iš karto galima matyti ir realų bandymą, ir gaunamus duomenis;
- ✓ tiksliau analizuojami duomenys ir geriau suprantamos fizikinių reiškinių priklausomybės;
- ✓ galima kartoti bandymą ar keisti parametrus savo nuožiūra.

Neigiamos savybės yra tokios:

- ✓ reikalingas pasirengimas darbui su skaitmeninėmis mokymo priemonėmis;
- ✓ priemonių trūkumas mokymo laboratorijose;
- ✓ brangios mokymo priemonės.



## Išvados

- ✓ Išanalizavus pedagoginę ir dalykinę literatūrą, fizikos demonstracinių bandymų aspektu, tampa aišku, kad demonstraciniai bandymai fizikos pamokoje mokiniams padeda lengviau suprasti vykstančius fizikinius procesus, dėsnius. Be to, mokiniai stebėdami demonstracinį bandymą ir jį analizuodami atlieka daugelį mąstymo operacijų, lygina, fiksuoja sąmonėje, taip pat, mokosi išskirti esminius požymius, nustatyti priežastis ir pasekmes, daryti išvadas. Tokiu būdu mokiniai geriau įsisavina naujas sąvokas ir reiškinius.
- ✓ Demonstracijomis perteikiama medžiaga mokiniams yra nelengva. Dėl to, atliekant demonstracinį bandymą svarbu žinoti ir laikytis demonstracinių bandymų metodikos ir reikalavimų. Tai svarbu todėl, kad mokinių protinė veikla būtų sutelkta į atliekamą bandymą ir jo analizę, o ne į pašalinius dalykus.
- ✓ Fizikos mokymui gali būti naudojami tokie demonstracinio bandymo būdai:
  - a) realūs demonstraciniai bandymai – tai tokie bandymai, kuriems atlikti naudojamos realios tikros mokymo priemonės ir prietaisai. Didžiausias bandymo realumas, bet nevisada tikslus duomenų gavimas;
  - b) virtualūs demonstraciniai bandymai arba kompiuterinės simuliacijos – realios fizinės sistemos matematinis modelis, sukurtas monitoriaus arba išoriniame ekrane stebėti sistemoje vykstančius procesus. Naudojantis virtualiomis demonstracijomis galima atlikti ir tokius bandymus, kurių realiai nėra galimybės atlikti, bet šiuo atveju nutolstama nuo darbo su realiais prietaisais;
  - c) realūs kompiuterizuoti demonstraciniai bandymai tai – mokymo būdas, kur kompiuterizuotas duomenų gavimas ir vaizdavimas yra naudojamas kartu su realiomis demonstracinėmis priemonėmis. Tai ir didžiausias bandymo realumas, ir tikslus duomenų gavimas.
- ✓ Demonstraciniai bandymai gali būti panaudojami:
  - a) pamokoje – naujos medžiagos aiškinimui, apibendrinimui, kartojimui, eksperimentiniai uždaviniai tinka kontrolei;

- b) papildomam popamokiniam ugdymui – mokytojas formuluoja užduotis tiriamajam kūrybiniam darbui, bandymus mokiniai atlieka grupelėmis ar individualiai.
- ✓ Mokytojai turėtų kūrybingai taikyti demonstracijų būdus, pamokose naudoti tinkamiausią ir priimtinausią nagrinėjamai temai.

## Literatūra

1. Беспалько, В. П. *Одразование и одучение с участием компютеров (педагогика третьего тысячелетия)*. Москва: Изд – во МПСИ; Воронеж: Изд – во НПО „МОДЕК“. 2002.
2. Потапова, М. В.; Шахматова, В. В. Факторы, влияющие на качество знаний и умений выпускников. *Физика в школе*, № 8. 2008.
3. Geoff P. *Šiuolaikinis mokymas*. Praktinis vadovas. Vilnius 2006. p. 432 psl.
4. Šlekeinė, V.; Ragulienė, L. Problems of Education in the 21 st cenury. *Science Learning Systems Newly Received by Lithuanian Schools and Their Potential Applications in Teaching Physics*. 2012. Volume 50, p. 108 – 116.
5. Šlekienė, V.; Ragulienė, L. *Vaizdumo principo realizavimas fizikos demonstraciniais bandymais*. Gamtamokslinis ugdymas. 2009. Nr. 2 (25), p. 38 – 45.
6. Lietuvos vidurinio ugdymo bendrosios programos. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. balandžio 8 d.]. Prieiga per internetą:  
<[http://portalas.emokykla.lt/bup/Puslapiai/vidurinis\\_ugdymas\\_fizika\\_ugdymo\\_gaires.aspx](http://portalas.emokykla.lt/bup/Puslapiai/vidurinis_ugdymas_fizika_ugdymo_gaires.aspx)>.
7. Šlekeinė, V.; Ragulienė, L. Problems of Education in the 21 st century. *The Learning Physics Impact of Interactive Lecture Demonstrations*. 2010. Volume 24, p.120 – 129.
8. Селиверстов, А. В.; Дунин, М. С. Использование устройств видеозахвата в лекционном эксперименте по физике. *Физическое образование в вузах*. Т. 8, № 3. 2002.
9. Andriūnas, J.; Jakutis, S.; Jonaitis, H.; Niaura, A.;Valentinavičius, V. *Fizikos dėstymo metodika*. 1966. Vilnius.
10. Jakutis, S.; Jonaitis, H.; Valentinavičius, V. *Fizikos mokymo metodika*. 1984. Vilnius. „Mokslas“. p. 52 – 60.
11. Jakutis, S.; Ragulienė, L. *Demonstraciniai fizikos bandymai: VII – X klasėje*. 2002. Kaunas.
12. Šlekienė, V.; Ragulienė, L. *Vaizdumo principo realizavimas mechanikos demonstraciniais bandymais mokant(is) fizikos IX klasėje*. Gamtamokslinis ugdymas. 2009. Nr. 3 (26). p. 29 – 37.

13. Šlekienė, V.; Ragulienė, L. Problems of Education in the 21 st Century. Computer Based Real Lab Work as a Cognitive Tool in Physics Education. 2009. Volume 16, p. 102 – 110.
14. „Xplorer GLX“ naudojimosi instrukcija lietuvių kalba.
15. Virtualios demonstracijos. *Trintis aplink mus*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. balandžio 8 d.]. Prieiga per internetą:  
<[http://gamta7-8.mkp.emokykla.lt/lt/mo/demonstracijos/trintis\\_aplink\\_mus/.scenarij.90,position.3](http://gamta7-8.mkp.emokykla.lt/lt/mo/demonstracijos/trintis_aplink_mus/.scenarij.90,position.3)>.
16. Virtualios demonstracijos. *Kaip trinties jėga priklauso nuo besiliečiančių kūnų paviršių*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. balandžio 8 d.]. Prieiga per internetą:  
<[http://gamta7-8.mkp.emokykla.lt/lt/mo/laboratorija/kaip\\_trinties\\_jega\\_priklauso\\_nuo\\_besiliecianciu\\_kunu\\_pavirsiu/.scenarij.90,position.0](http://gamta7-8.mkp.emokykla.lt/lt/mo/laboratorija/kaip_trinties_jega_priklauso_nuo_besiliecianciu_kunu_pavirsiu/.scenarij.90,position.0)>.
17. Virtualios demonstracijos. *Izoterminis procesas*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. balandžio 8 d.]. Prieiga per internetą: <<http://mkp.emokykla.lt/imo/lt/mo/394/>>.
18. Jakutis, S.; Ragulienė, L. *Šiluma. Elektra ir magnetizmas*. 2007. Šiaulių universiteto leidykla. p. 286 – 287.
19. Virtualios demonstracijos. *Lenco taisyklė: elektromagnetinės indukcijos tyrimas*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. balandžio 8 d.]. Prieiga per internetą:  
<<http://mkp.emokykla.lt/fizika9-10/fobjects/view/34/#up>>.