



## ELEKTROS SROVĖS DUJOSE DEMONSTRACINIAI BANDYMAI IR JŲ LOGINĖ ANALIZĖ

**Loreta Ragulienė, Violeta Šlekienė**

*Šiaulių universitetas, Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras, Lietuva*

### Anotacija

*Straipsnyje pristatomi ir analizuojami elektros srovės dujose demonstraciniai bandymai bei loginių samprotavimų analizių schemas, parodoma demonstracinių bandymų svarba mokant fizikos vidurinėje mokykloje. Siūlomomis loginių analizių schemomis siekiama aktyvinti moksleivių mąstymą, aiškinantis demonstracijos metu stebimą fizikinį reiškinį. Siekiama padėti mokiniams suvokti bandymo esmę, nustatyti priežasties–pasekmės ryšius ir priklausomybę, apibendrinti rezultatus, daryti išvadas. Pateikiami konkrečių demonstracinių bandymų ir jiems parengtų loginių analizių schemų pavyzdžiai. Tokia demonstracinių bandymų analizė naudinga ir mokytojui, ir mokiniui. Per pamokas mokytojas valdo mokymo turinį ir mokinių išmokimą, mokiniai orientuojami savarankiškai veikti, skatinami mąstyti, analizuoti, apibendrinti ir daryti išvadas.*

**Pagrindiniai žodžiai:** *demonstraciniai bandymai, elektros srovės savybės, samprotavimų schemas, loginis įprasminimas.*

### Įvadas

Fizikos kursas vidurinėje mokykloje skirtas tęsti gamtamokslinių ir bendrųjų kompetencijų ugdymą, pradėtą pagrindinėje mokykloje, nuodugniau nagrinėjant pagrindines klasikinės ir moderniosios fizikos sritis. Mokiniai plėtoja gebėjimus taikyti fizinį pasaulį aiškinančias žinias ir gamtos tyrimų metodus siekiant atsakyti į iškylančius klausimus, ieškoti įrodymais pagrįstų išvadų bei sprendimų, suprasti žmogaus veiklos sukeltus pokyčius gamtoje (Lietuvos vidurinio ugdymo bendrosios programos, 2011). Numatytiems tikslams pasiekti reikia taikyti įvairius mokymo(si) metodus. Fizika – eksperimentinis mokslas, ir fizikos pamokos be eksperimento negali būti.

Mokinių mokymasis nevyksta tik stebint, klausant ar jaučiant. Svarbiausios yra mąstymo struktūros, kurios plėtojamos remiantis individo veikla ir patirtimi. Tokio mokymo tikslas yra ne perduoti ir gauti informaciją, bet skatinti ir ugdyti pačių mokinių supratimą ir aktyvumą, išmokyti susivokti pasaulyje, kuriame jie gyvena, suprasti įvykių prasmę, tyrinėti, eksperimentuoti, kolektyviai spręsti problemas (Woolfolk, 1995; Brooks & Brooks, 1999).

Demonstraciniai bandymai sukuria mokymo(si) aplinką, leidžiančią intensyviai ir tikslingai gilintis į mokojo dalyko medžiagą, individualizuoti mokymą(si) ir prisitaikyti prie kiekvieno moksleivio mokymosi tempo, kelti klausimus, tikrinti mokinių supratimą ir teikti pagalbą pasirodžius klaidoms.

Demonstraciniais fizikos bandymais yra tiriami gamtos reiškiniai ir procesai, supažindinama su konkrečiais dėsniais, sąvokomis ir vaizdiniais. Žinios, įgytos demonstracinio bandymo metu, gerai įsimenamos ir ilgai išsilaiko atmintyje. Demonstraciniai bandy-

mai ugdo susidomėjimą dalyku ir moksliniu tyrimu, nes pamatę ir gerai apžiūrėję atliekamus bandymus, mokiniai įgauna norą giliau, aktyviau studijuoti objektus, susijusius su fizikos nagrinėjimais reiškiniais. Demonstraciniai bandymai padeda labiau pabrėžti ne mokymą, o mokymąsi, ne mokytojo teikiamą informaciją, o aktyvias paties mokinio studijas. Jie padeda siekti pagrindinių fizikos ugdymo uždavinių (Семенов, Якута, 2002):

- įtvirtinti ir pagilinti fizikos mokslo žinias apie svarbiausius gamtos dėsnius;
- ugdyti mokslinio mąstymo, tyrimo įgūdžius, plėtoti kūrybingumą ir vaizduotę;
- gilinti pasaulio pažinimą, atskleisti gamtos mokslo reikšmę praktiniame gyvenime;
- skatinti mokinius domėtis fizikos mokslu, siekti žinių, savarankiškai lavintis.

Moksliniais tyrimais įrodyta, kad demonstracijų panaudojimas stiprina conceptualų mokymosi pagrindą, susieja tai, kas žinoma, su dar nežinomu dalyku, skatina kelti hipotezes, laisvai interpretuoti, aiškinti, bendradarbiauti (Buncick, Betts, Horgan, 2001; Etkina, Heuvelen, Brookes, Mills, 2002).

Demonstracinių bandymų naudojimas skatina fizikos mokytojus keisti savo darbo stilių, kelti kvalifikaciją, tobulinti pamokos planą, mokinių veiklą. Įžvelgiami tokie šios veiklos privalumai: didėja pamokos vaizdumas, mokymo(si) formų įvairovė; išauga moksleivių mokymosi motyvacija, gerėja pamokos kokybė (Селиверстов, Дунин, 2002).

Demonstraciniai bandymai reikšmingi ir auklėjimo atžvilgiu, nes juos organizuojant ugdoma darbo kultūra: prietaisų ir instrumentų priežiūra, jų sutvarkymas po atlikto darbo, rūpestingas elgesys su medžiagomis, sąmoninga drausmė per demonstracinius bandymus.

Nepakanka vien demonstruoti bandymą. Nustatyta, kad moksleiviai, kurie pasyviai stebi tradiciškai demonstruojamą fizikinį reiškinį, įsimeina su demonstracija susijusių naujų medžiagų ne ką geriau nei moksleiviai, kuriems nebuvo rodoma demonstracija. Tačiau, keičiant demonstracijos pateikimo metodą, t. y. didinant moksleivių aktyvumą, įvairiais būdais įtraukiant juos į demonstraciją, gauti žymiai geresni išmokimo rezultatai (Crouch, Fagen, Callan, Mazur, 2004).

Vadinasi, būtina skirti tinkamą dėmesį demonstracinių bandymų atlikimo būdai. Tradiciškai stebėdami demonstraciją ir savarankiškai samprotaudami, moksleiviai neretai klysta, grįžta prie pradinio teiginio. Pasitaiko, kad mokinių dėmesį patraukia neesminės stebimo bandymo savybės (prietaisų dizainas, pagalbinės priemonės ir pan.) ir jie nebesugeba atsakyti į iškeltą klausimą. Stebėdami ir apibendrinami neesminius bandymo požymius, susidaro klaidingą sąvokos ar reiškinio sampratą. Todėl, jeigu demonstracijos metu gauti rezultatai liks neišaiškinti, o išvados neakcentuotos, neįsisąmonintos, demonstraciniai bandymai nepasieks jiems keliamų tikslų. Mokytojas, suformulavęs problemą, su moksleiviais turi išsiaiškinti, kokie fizikiniai reiškiniai bei dėsniai susiję su demonstraciniu bandymu, susisteminti samprotavimus (Šlekienė, Ragulienė, 2009). 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.

Tačiau kad mokinyms tinkamai suprastų perteiktas žinias, mokytojas turi gerai pasiruošti pamokai, ypač demonstraciniam eksperimentui. Jis turi žinoti demonstracinių bandymų metodiką ir reikalavimus demonstracijų pateikimui, pasiruošti aiškinti taip, kad tai būtų kuo įsimintiniau ir suprantamiau. Tam puikiai tinka šalia demonstracijos pateikiamos loginės samprotavimo schemos. Naudojantis jomis, atliekant demonstracinius eksperimentus, mokiniai mokomi teisingai mąstyti: išskirti esminius požymius, tinkamai nustatyti priežasties–pasekmės ryšius, apibendrinti, daryti išvadas, įgyjamas gilesnis fizikinių reiškinų supratimas. Atliekant demonstracinį eksperimentą ir sudarant logines samprota-

vimo schemas svarbu turėti planą – mąstymo seką. Straipsnyje pateikti demonstraciniai bandymai ir loginės samprotavimo schemas parengtos naudojantis bendra didaktine seka (Šlekienė, Ragulienė 2009):

1. Iškelti problemą.
2. Išanalizuoti demonstracinio bandymo sąlygas:
  - Išsiaiškinti, kokie fizikiniai reiškiniai, dėsniai, teorijos susijusios su demonstraciniu bandymu.
  - Padaryti brėžinius, schemas.
3. Logiškai samprotauti tokia seka:
  - Nustatyti, kas yra priežastis, kas – pasekmė.
  - Nustatyti, kokia jų ryšio išraiška: taisyklė, dėsnis, formulė, schema, grafikas.
  - Gretinti sąlygas, apibendrinti rezultatus.
  - Daryti išvadas.
4. Išanalizuoti atsakymą:
  - Apibūdinti fizikinę prasmę.
  - Apibūdinti realumą.

Demonstracijomis perteikiama mokomoji medžiaga mokymasis yra nauja ir dar sunkiai suprantama. Todėl mokytojas, iškėlęs problemą, su moksleiviais turi išsiaiškinti, kokie fizikiniai reiškiniai, dėsniai susiję su demonstraciniu bandymu, susisteminti ir akcentuoti samprotavimus. Siekiant įtvirtinti loginį naujos mokomosios medžiagos samprotavimų kelią tikslinga kiekvienam demonstraciniam bandymui sudaryti specialias samprotavimų sekas. Šios sekos ugdo suvokimo, atminties, vaizduotės ir mąstymo gebėjimus. Pagal paengtą samprotavimų seką mokiniai orientuojami į teisingą mąstymo operacijų panaudojimą (Šlekienė, Ragulienė, 2010).

**Tyrimo objektas:** elektros srovės dujose mokymo demonstraciniai bandymai vidurinėje mokykloje.

**Straipsnio tikslas:** pateikti elektros srovės dujose mokymo demonstracinius bandymus ir samprotavimų schemas jiems logiškai įprasminti.

Straipsnio autorės kartu su fizikos magistrantais atlieka fizikos demonstracinius bandymus ir kuria samprotavimų schemas bei tiria jų panaudojimą vidurinėje ir aukštojoje mokykloje. Kai kurie tokių demonstracinių bandymų pavyzdžiai ir jų atlikimo didaktinė seka pateikti 2009 metų *Gamtamokslinio ugdymo* žurnalų 2 ir 3 numeriuose ir 2010 metų *Gamtamokslinio ugdymo* žurnalo 1 numeryje (Šlekienė, Ragulienė 2009, 2010).

Šiame straipsnyje pateikiami demonstracinių bandymų iš elektros srovės dujose savybių pavyzdžiai (XI klasės fizikos kursas).

### ***Dujų jonizacija***

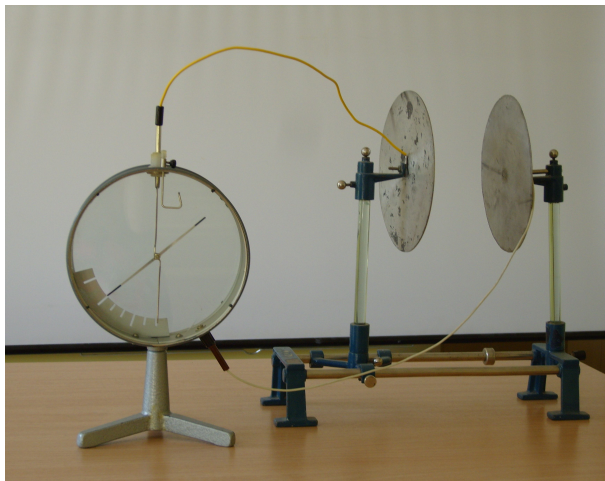
*Demonstracinio eksperimento tikslas:* išnagrinėti dujų laidumą. *Demonstracinio eksperimento priemonės:* a) elektrometras; b) plokščiasis demonstracinis kondensatorius; c) stiklinė lazdelė; d) šilko skiautelė; e) degtukai; f) jungiamieji laidai.

*Demonstracinio eksperimento eiga.* Parengiami prietaisai eksperimentui demonstruoti; t. y. kondensatoriaus plokštelės jungiamaisiais laidais sujungiamos su elektrometru. Parodoma, kad normaliomis sąlygomis dujos nelaidžios: įelektrinamos kondensatoriaus plokštelės stikline lazdele, elektrometras krūvį išlaiko ilgai (1 pav.).

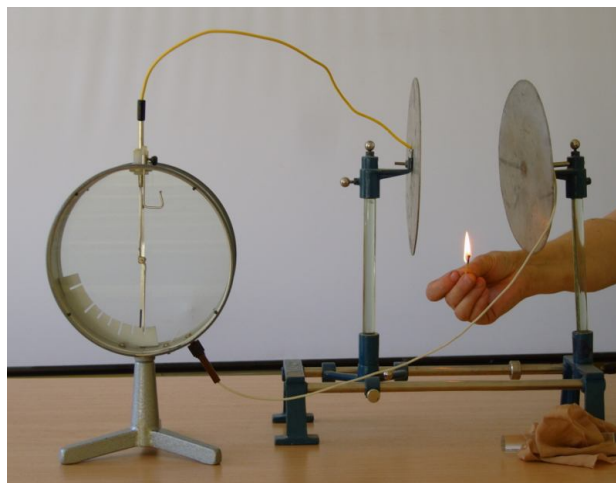
Tuomet tarp plokštelių įterpiamas degantis degtukas. Elektrometras greitai išsikrauna. Tarp plokštelių pasireiškia nesavaiminis elektros išlydis, t. y. elektros srovės tekėjimas dujomis (oru) (2 pav.).

*Demonstracinio eksperimento išvada.* Kambario temperatūros oro elektrinis laidumas labai mažas, nes oras susideda iš elektriškai neutralių atomų. Įkaitinus orą tarp kondensatoriaus plokščių, dujų molekulėms suteikus pakankamą energijos kiekį, iš jų galima atplėšti vieną ar kelis elektronus. Susidaro laisvieji krūvininkai. Šis procesas vadinamas dujų jonizacija. Pradedama tekėti elektros srovė, kuri vadinama nesavaiminiu dujų išlydžiu. Nustojus veikti jonizatoriui, toks išlydis nutrūksta.

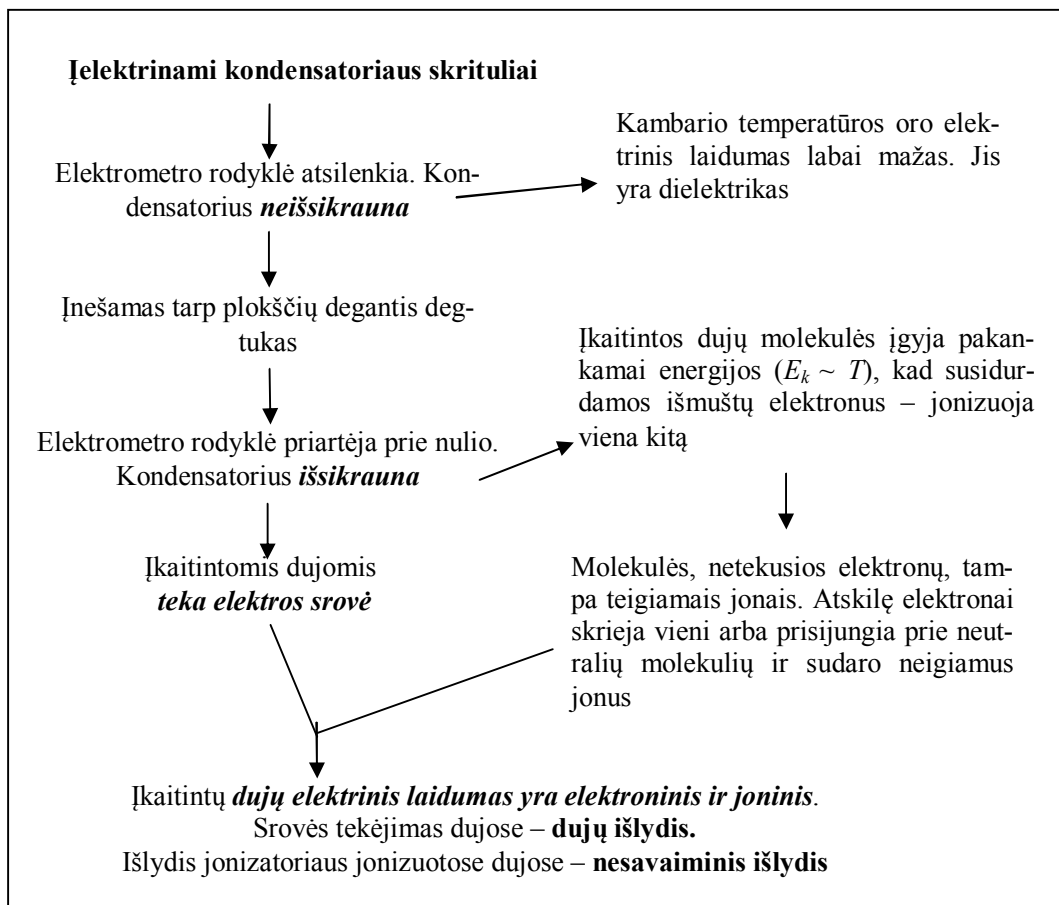
Šio bandymo rezultatus ir reiškinių fizikinę prasmę mokiniai geriau supras, jei mokytojas panaudos loginę samprotavimo schemą (3 pav.).



**1 pav. Kondensatoriaus plokščių įelektrinimas**



**2 pav. Elektrometras išsielektrina. Dujų jonizacija**

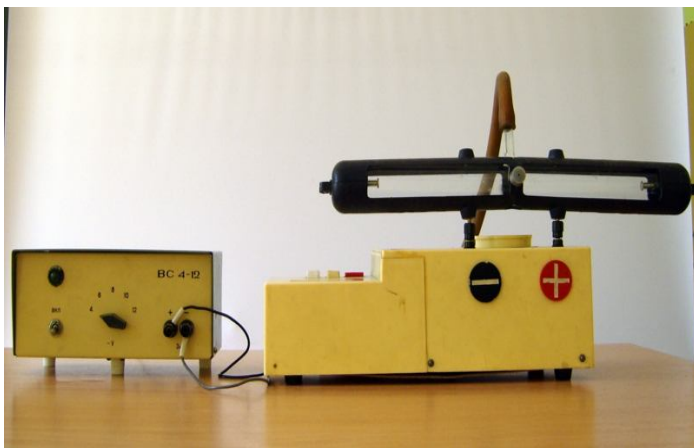


**3 pav. Loginio samprotavimo schema demonstraciniam eksperimentui „Dujų jonizacija“**

### Elektros srovė paretintose dujose

Stipriame elektriniame lauke jonai gali įgyti didelės energijos. Teigiami jonai, pasiekę neigiamą įtampą turintį katodą, iš jo gali išmušti elektronus; šie jonizuoja dujų molekules. Tai įvyksta tada, kai teigiami jonai iš lauko įgyja energiją, didesnę už elektrono išlaisvinimo iš katodo darbą, tada galima jonizatorių ir pašalinti. Toks išlydis vadinamas savaiminiu išlydžiu. Savaiminį išlydį galima gauti dviem būdais. Didinti elektrinio lauko stiprį  $E$ , bet tam reikia aukštos įtampos, nes elektronas gali atlikti jonizaciją esant  $1 \text{ kV/m}$  lauko stipriui, o jonui reikia  $100 \text{ kV/m}$  lauko stiprio. Kitas būdas – didinti jono laisvąjį kelią  $\lambda$ , retinant dujas. Praretintų dujų savaiminis išlydis gaunamas žemesne įtampa.

*Demonstracinio eksperimento tikslas:* išnagrinėti elektros laidumą praretintose dujose.



**4 pav. Elektros srovė praretintose dujose**

normalaus slėgio dujomis srovė neteka.

Po to įtampa beveik dvigubai sumažinama ir įjungiamas siurblys. Sumažėjus slėgiui vamzdyje, t. y. praretėjus dujoms ir užtemdžius patalpą, vamzdelio viduje matomas švytintis gyvatukas. Mažinant slėgį, gyvatukas plečiasi ir užima beveik visą vamzdelį. Išjungus siurblį, oras lėtai leidžiamas į vamzdelį ir stebimas atvirkščias procesas.

Išlydis, vykstantis be išorinio jonizatoriaus stipriame elektriniame lauke, vadinamas savaiminiu. Stebimos šios išlydžio praretintose dujose stadijos: tamsioji katodo dėmė, rusenantis išlydis, teigiamas šviečiantis stulpas.

*Demonstracinio eksperimento išvada.* Išsiurbus orą iš vamzdelio (praretinus dujas) ir esant stipriam elektriniam laukui stebimas švytėjimas vamzdyje, vadinasi, pradėjo tekėti elektros srovė. Stebimos trys savaiminio išlydžio stadijos: tamsioji katodo dėmė, rusenantis išlydis, teigiamas šviečiantis stulpas.

Elektros srovės dujose reiškinius gana sudėtinga paaiškinti, parodyti, nes demonstracija galime pamatyti rezultatą, o ne priežastį. Vykstančių procesų esmę mokiniai geriau suprastų, mokytojui aiškinant remiantis logine samprotavimo schema (5 pav.).

Fizikos pamokose demonstracijomis iliustruojamas naujo klausimo aiškinimas arba įtvirtinamos turimos žinios. Eksperimentais ugdomi mokinių stebėjimų ir eksperimentavimo gebėjimai, suteikiama naujų žinių, padedama formuoti fizikos sąvokas, nustatomi jų tarpusavio ryšiai, parodoma įgytų žinių praktinė reikšmė. Siekdamas, kad demonstracijomis perteikiama nauja mokomoji medžiaga mokiniams būtų aiški ir suprantama, mokytojas turi ją susisteminti ir akcentuoti esmę. Tai padaryti mokytojams gali padėti iš anksto parengtos fizikos reiškinių demonstracinių bandymų analizės samprotavimų schemas. Šios schemas ugdo suvokimo, atminties, vaizduotės ir mąstymo gebėjimus. Pagal parengtas samprotavimų schemas mokiniai orientuojami į teisingą mąstymo operacijų panaudojimą.

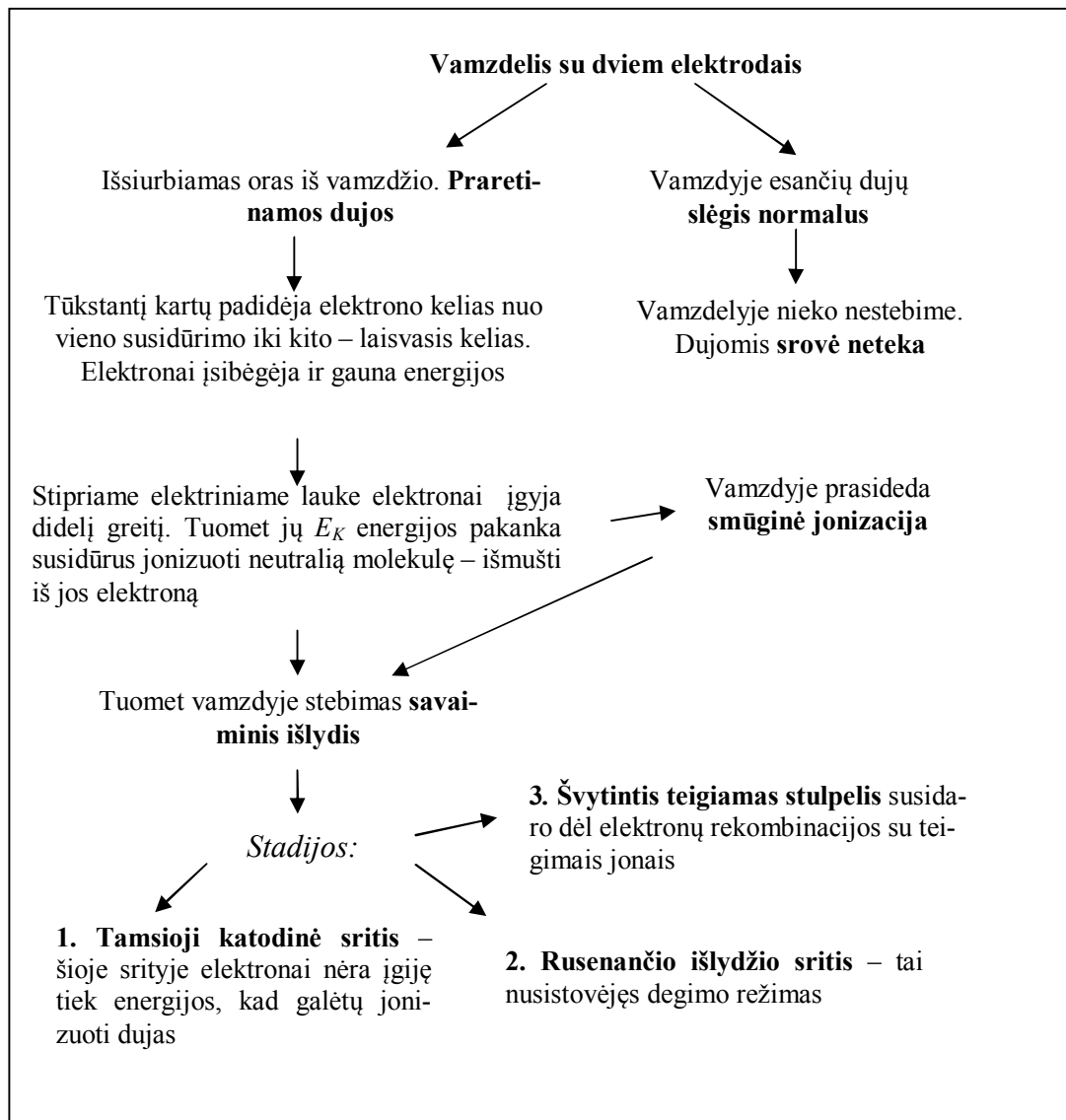
*Demonstracinio*

*eksperimento priemonės:* a) vamzdelis su dviem elektrodais; b) rotacinis siurblys; c) įtampos keitiklis „Razriad-1“; d) lygintuvas BC 4-12; e) jungiamieji laidai.

*Demonstracinio*

*eksperimento eiga.* Sujungiami prietaisai, kaip pavaizduota 4 paveikslėlyje.

Vienas vamzdelio elektrodas prijungiamas prie teigiamo šaltinio gnybto, kitas – prie neigiamo. Pamažu didinama įtampa ir parodoma, kad



**5 pav. Loginio samprotavimo schema demonstraciniam eksperimentui „Elektros srovė praretintose dujose“**

### Išvados

- Mokiniai mokant nuosekliai analizuoti stebimus reiškinius, nustatyti priežasties-pasekmės ryšius, skiriant ypatingą dėmesį žodžio ir vaizdo derinimui, galima tikėtis kokybinių žinių ir mokėjimų. Fizikos pamokose tam gerai pasitarnauja demonstraciniai bandymai ir jų analizė.

- Demonstracijų panaudojimas stiprina konceptualų mokymosi pagrindą, susieja tai, kas žinoma, su dar nežinomu, skatina kelti hipotezes, laisvai interpretuoti, aiškinti, bendradarbiauti.
- Įvairiais būdais įtraukiant mokinius į demonstracijas, didinant jų aktyvumą pamokoje, gaunami geresni išmokimo rezultatai nei tradiciškai demonstruojant bandymą.
- Siekiant akcentuoti loginį naujos mokomosios medžiagos samprotavimų kelią tikslinga kiekvienam demonstraciniam bandymui sudaryti specialias samprotavimų schemas. Pagal parengtas samprotavimų schemas mokiniai orientuojami teisingai mąstyti, t. y. išskirti esminius požymius, tinkamai nustatyti priežasties-pasekmės ryšius, apibendrinti, daryti išvadas.

## Literatūra

Brooks J. G., & Brooks M. G. (1999). In search of understanding: The case for constructivist classrooms. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Buncick M. C., Betts P. G., Horgan D. D. (2001). Using demonstrations as a contextual road map: enhancing course continuity and promoting active engagement in introductory college physics. *International Journal of Science Education*, Volume 23, Number 12, pp. 1237–1255 (19).

Etkina E., Van Heuvelen A., Brookes D. T., Mills D. (2002). Role of experiments in physics instruction—a process approach. *The Physics Teacher*, Vol.40, No. 6, September, pp. 351–355.

Crouch C., Fagen A. P., Callan J. P., Mazur E. (2004). Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment? *American Journal of Physics*, Volume 72, Issue 6, pp. 835–838.

Lietuvos vidurinio ugdymo bendrosios programos (2011). Prieiga per internetą. <http://www.pedagogika.lt/index.php?159258531>

Šlekienė V., Ragulienė L. (2009). Vaizdumo principo realizavimas fizikos demonstraciniais bandymais. *Gamtamokslinis ugdymas*. Nr. 2 (25). p. 38–45.

Šlekienė V., Ragulienė L. (2009). Vaizdumo principo realizavimas mechanikos demonstraciniais bandymais mokant(is) fizikos XI klasėje. *Gamtamokslinis ugdymas*. Nr. 3 (26). p. 29–37.

Šlekienė V., Ragulienė L. (2010). Skysčių ir dujų savybių demonstraciniai bandymai ir jų loginis įprasminimas. *Gamtamokslinis ugdymas*. Nr. 1(27), p. 29–37.

Woolfolk A., E. (1995). Educational psychology (6th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon (648 p.)

Селиверстов А. В., Дунин М. С. (2002). Использование устройств видеозахвата в лекционном эксперименте по физике. *Физическое образование в вузах*. Т. 8, № 3.

Семенов М.В., Якута А. А. (2002). Измерение ускорения свободного падения баллистическим методом в рамках демонстрационного эксперимента. *Физическое образование в вузах*. Т. 8, № 3.



## Summary

### DEMONSTRATION TASKS OF ELECTRICAL CURRENT PROPERTIES AND THEIR RATIONAL SENSE



**Loreta Ragulienė, Violeta Šlekienė**

*Šiauliai University, Natural Science Education Research Center, Lithuania*

This article reveals the importance of demonstration tasks in physics teaching in secondary schools. The demonstration tasks of electrical current in the gas and their logical analysis is presented and analyzed. Reasoning schemes for giving a logical sense to these physics demo tasks are developed. The proposed reasoning schemes reach to activate students' thinking, understanding the demonstrations during the observed physical phenomena, i.e. help students to: understand the nature of the demo task, determine cause - effect relationships and dependencies, compare conditions and findings, summarize the results, do conclusions. Such using of demonstration tasks is useful to both of teacher and pupil: teacher controls the content of teaching and a learning of pupils, pupils - are focused to self-activities, encouraged to think, analyze, summarize and do conclusions.

**Key words:** physics teaching, demonstration task, reasoning schemes.

*Received 20 April 2011; accepted 30 May 2011*

 <b>Loreta Ragulienė</b> Senior Researcher, Natural Science Education Research Centre, Šiauliai University, P. Visinskio Street 25-119, LT-76351 Šiauliai, Lithuania. E-mail: <a href="mailto:loretar@gmail.com">loretar@gmail.com</a> Website: <a href="http://www.gutc.su.lt">http://www.gutc.su.lt</a>	 <b>Violeta Šlekienė</b> Senior Researcher, Natural Science Education Research Centre, Šiauliai University, P. Visinskio Street 25-119, LT-76351 Šiauliai, Lithuania. E-mail: <a href="mailto:violeta@fm.su.lt">violeta@fm.su.lt</a> Website: <a href="http://www.gutc.su.lt">http://www.gutc.su.lt</a>
--	--