



VAIZDUMO PRINCIPO REALIZAVIMAS FIZIKOS DEMONSTRACINIAIS BANDYMAIS

Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė

Šiaulių universiteto Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras, Lietuva

Anotacija

Straipsnyje atskleidžiama vaizdumo principo svarba mokymo procese ir jo realizavimas fizikos demonstraciniais bandymais. Pristatomi ir analizuojami idealiųjų dujų savybes ir dėsnius iliustruojantys fizikos demonstraciniai bandymai, skirti vidurinės mokyklos aukštesniųjų klasių moksleiviams. Demonstracinių bandymų loginiam įprasminimui pateikiamos samprotavimų sekos. Samprotavimų sekomis siekiama nustatyti, kas yra priežastis, kas – pasekmė, kokia jų ryšio išraiška (taisyklė, dėsnis, formulė, schema, grafikas), gretinti bandymo sąlygas, apibendrinti rezultatus, daryti išvadas. Pagal parengtą samprotavimų seką mokiniai orientuojami į teisingą mąstymo operacijų panaudojimą. Tai padeda jiems suvokti bandymo esmę, ir jų pažintinė veikla tampa mažiau formali.

Pagrindiniai žodžiai: vaizdumo principas, idealiųjų dujų dėsniai, demonstraciniai bandymai, samprotavimų sekos, loginis įprasminimas.

Įvadas

Kiekvieno mokomojo dalyko tikslas – 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 (Bespaljko, 2002).

Praktiniai atminties tyrimai rodo, kad geriausiai įsimenami vaizdiniai, po to grafinės priklausomybės bei vaizdo ir žodžio deriniai (Potapova, Šachmatova, 2008). Dar J. A. Komenskis akcentavo vaizdumo svarbą mokymui. Jis teigė, jog protė nėra to, ko anksčiau nebuvo pojūčiuose. Ši sensualinė kryptis edukologijoje buvo kaip atsvara verbaliniam mokymui. Buvo teigiama, kad vaizdumas yra aukščiausias, pagrindinis mokymo principas. Šiuolaikinėje ugdymo teorijoje vaizdumo principas suprantamas kaip konkretaus ir abstraktaus santykis. Šalia jutiminiu suvokimu pagrįsto indukcinio mokymo vis plačiau taikomas deducinis mokymas, keičiasi vaizdumo samprata. Vaizdumas tebevaidina svarbų vaidmenį, teikiant pradines žinias apie tikrovę, bet ugdymas darosi vis labiau paremtas moksline logika, perteikiamos apibendrintos žinios (Jakutis, Ragulienė, 2002). Vaizdumo principas vienas iš didaktikos metodų, kuriais vadovaujamosi pedagoginėje veikloje, parenkant lavinimo turinį, mokymo metodus ir organizuojant mokymą. Šis principas grindžiamas psichologija, tiriančia tikrovės pažinimo vyksmą, kuris prasideda pojūčiais. Mokymo procese pirmiausia būtina veikti jutimo organus: regėjimo, klausos, motorikos, uoslės, skonio, lytėjimo – ir sąmonėje kurti vaizdinius, iš kurių formuojamos abstrakčios sąvokos. Tam reikia daiktinių vaizdinių priemonių (Jovaiša, 2001). Vaizdumo principas reikalauja, kad mokiniai pirma pažintų patį dėstymo objektą, o tik po to darytų tam tikras išvadas (Šiaučiukėnienė, 1997). Nuatatyta, kad atsimename 10% to, ką skaitome, 20% to, ką girdime, 50% to, ką girdime ir matome, 70% to, ką kalbame, 90% to, ką atliekame patys (Šulčius, 2004). Todėl sakoma, kad geriau vieną kartą pamatyti nei dešimt kartų išgirsti.

Įsisąmonintų žinių užmiršimo greitis mažesnis, t. y. įsisavinimo tvirtumas geresnis. Mokomosios medžiagos įsisąmoninimas susijęs su ryšių tarp žinių elementų išskyrimu: kuo daugiau išskiriama ryšių, tuo aukštesnis liekamųjų žinių lygis.

Vadinasi, siekiant, kad naujos žinios būtų kuo tvirtesnės, t. y. kad būtų įsisavintos sąmoningai, reikiamas dėmesys turi būti skiriamas žodžio ir vaizdo derinimui, esminių požymių išskyrimui, ryšių tarp žinių elementų nustatymui, priežasties-pasekmės ryšių atskleidimui.

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.

Tyrimo objektas – idealiųjų dujų dėsnio mokymas vidurinėje mokykloje.

Tyrimo tikslas – pristatyti dujų dėsnius iliustruojančius demonstracinius bandymus ir pateikti samprotavimų sekas jiems logiškai įprasminti.

Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiose programose ir išsilavinimo standartuose (2002) teigiama, kad mokiniai mokydami fizikos turi „mokyti formuluoti hipotezes, planuoti stebėjimus ir bandymus joms patikrinti, modeliuoti gamtos reiškinius bei procesus, apibendrinti gautus duomenis, daryti išvadas, patraukliai pateikti rezultatus, vertinti jų tikslumą ir patikimumą.“

XI klasėje nagrinėjant molekulinės fizikos ir termodinamikos kursą mokiniai turi įgyti ir naujų gebėjimų, t. y. paaiškinti fizikinius vyksmus, nulemtus molekulių sąveikos savybių, apibūdinti idealiųjų dujų modelį, būsenos parametrus, idealiųjų dujų būsenos lygtį, izoprocesus. Dujų dėsniai įsisavinami analizuojant kelių parametrų kitimą, todėl pamokoje tikslinga derinti teorinį aiškinimą, jį lydintį demonstracinį bandymą bei jo nuoseklią loginę analizę.

Straipsnyje pateikiami keturi idealiųjų dujų dėsnio bandymai, kurie glaudžiai siejasi su nagrinėjama tema. Jiems atlikti taikoma bendra taisyklė:

1. Iškelti problemą.
2. Išsiaiškinti terminus.
3. Išanalizuoti demonstracinio bandymo sąlygą:
 - Išsiaiškinti, kokie fizikiniai reiškiniai, dėsniai, teorijos susiję su demonstraciniu bandymu.
 - Padaryti brėžinius, schemas.
4. 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.
5. Išanalizuoti atsakymą:
 - Apibūdinti fizikinę prasmę.
 - Apibūdinti realumą.

Demonstracijomis perteikiama mokomoji medžiaga mokiniams yra nauja ir dar sunkiai suprantama. Todėl mokytojas turi susisteminti ir akcentuoti samprotavimus. Siekiant akcentuoti loginį naujos mokomosios medžiagos samprotavimų kelią tikslinga panaudoti specialias samprotavimų sekas. Šios sekos ugdo suvokimo, atminties, vaizduotės ir mąstymo gebėjimus. Mokiniai orientuojami į teisingą mąstymo operacijų panaudojimą pagal parengtą samprotavimų seką.

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.

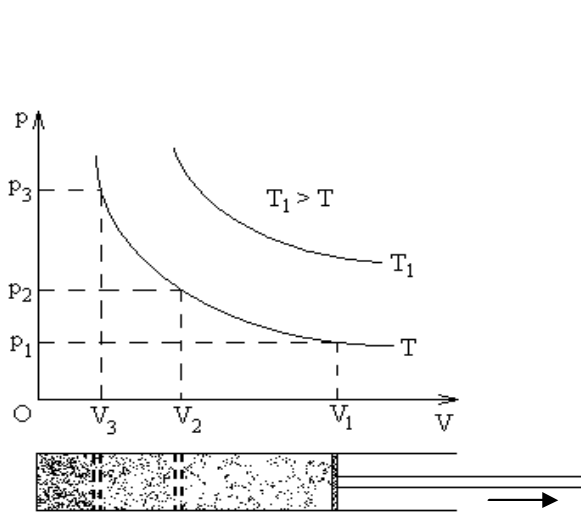
Demonstracinio bandymo eiga. Pagrindinės įrenginio dalys – kintamo tūrio cilindras (silfonas) ir manometras (1 pav.). Silfono tūris keičiamas, sukant viršutinį varžtą. Tūris gali būti keičiamas nuo 5 iki 10 sąlyginių tūrio vienetų, kurie pažymėti prie šono pritvirtintoje skalėje. Kai dešinysis manometro čiapas atsuktas, slėgis cilindre lygus atmosferos slėgiui. Užsukus čiapą ir sukant viršutinį varžtą, keičiasi cilindro tūris (didėja arba mažėja). Užrašomos slėgio ir tūrio vertės. Slėgio (matuojamo atmosferomis) ir tūrio (matuojamo sąlyginiais vienetais) sandauga visais atvejais vienoda.



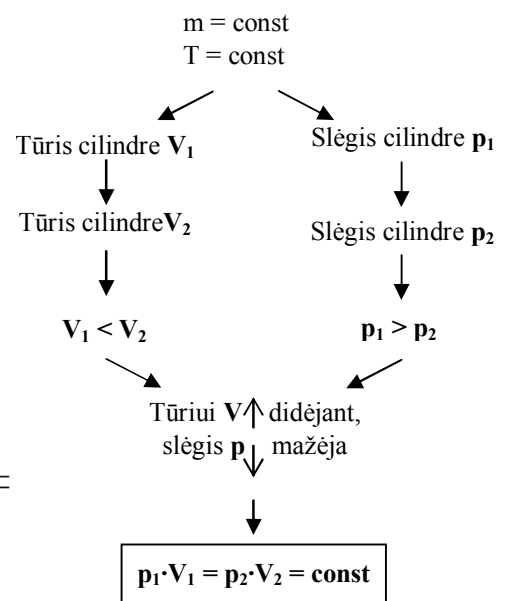
1 pav. Izoterminio proceso bandymas

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

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



2 pav. Izoterminis procesas



3 pav. Izoterminio proceso demonstracijos loginė samprotavimų seka

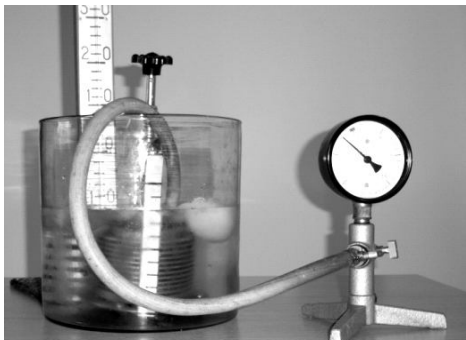
Remiantis bandymo duomenimis, brėžiamas slėgio p priklausomybės nuo tūrio V grafikas, kuris vadinamas izoterme, nes bandymo metu temperatūra pastovi (2 pav.). Izotermės kreivė yra hiperbolė. Jei cilindro oro temperatūra aukštesnė ($T_1 > T_2$), gaunama kita, aukščiau pakilusi hiperbolė.

Šio bandymo rezultatus ir reiškinio fizikinę prasmę mokiniai geriau supras, jei mokytojas panaudos loginę samprotavimų seką (3 pav.). Ją analizuodami mokiniai suvoks, kad esant pastoviai temperatūrai, didėjant tūriui dujų molekulių slėgis į indo sienelės mažėja ir atvirkščiai. Kiek kartų padidinamas tūris, tiek kartų sumažėja slėgis. Užrašoma matematinė dėsnio išraiška: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$.

IZOBARINIO PROCESO TYRIMAS

Demonstracinio bandymo tikslas – nustatyti, kaip keičiasi dujų tūris nuo temperatūros esant pastoviam slėgiui ir dujų masei.

Demonstracinio bandymo priemonės: prietaisas dujų dėsniams demonstruoti (silfonas, gumine žarnėle sujungtas su manometru), stiklinis indas silfonui įdėti, demonstracinis termometras, elektrinė krosnelė, ledas arba sniegas.



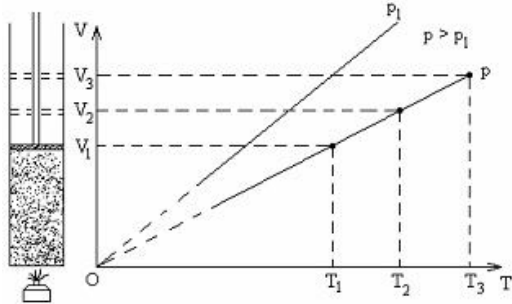
4 pav. Izobarinio proceso bandymas

Demonstracinio bandymo eiga. Parengiamas prietaisas dujų dėsniams demonstruoti (4 pav.), patikrinamas sistemos hermetiškumas. Atsukus manometro čiaupą, nustatomas 5 sąlyginių vienetų silfono tūris. Silfonas dedamas į indą su ledo gabaliukais ir atšaldytu iki 0°C (273 K) temperatūros vandeniu. Kai oras silfone atvėsta iki vandens temperatūros, čiaupas užsukamas. Verdantis vanduo palengva pilamas į indą, kuriame yra silfonas. Silfono tūris didinamas taip, kad slėgis visą laiką būtų pastovus. Kas dvidešimt laipsnių užrašomos temperatūros ir tūrio vertės. Tūrio ir temperatūros santykis visais atvejais vienodas

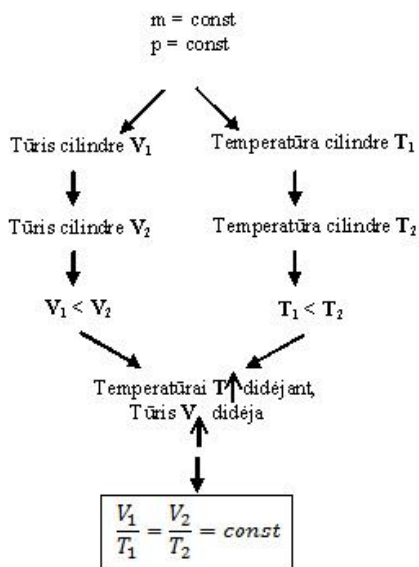
Demonstracinio bandymo išvada: nekeičiant cilindre esančios oro masės, jo tūris yra tiesiog proporcingas temperatūrai, jei slėgis pastovus:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

V, T koordinatinių sistemoje per bandymo duomenų taškus brėžiame tiesę, kuri vaizduoja tūrio priklausomybę nuo temperatūros, esant pastoviam slėgiui (5 pav.). Tiesė vadinama izobare. Arčiau koordinatinių ašių pradžios brėžiama punktyru, nes šioje srityje dujos skystėja ir joms nebetinka idealiųjų dujų dėsniai. Stūmoklio apkrovą sumažinus, gaunama izobarė p_1 ($p_1 < p$).



5 pav. Izobarinis procesas



6 pav. Izobarinio proceso demonstracijos loginė samprotavimų seka

Izobarinio proceso bandymą mokiniai geriau supras ir gebės patys daryti išvadas, mokytojui panaudojus loginę samprotavimų seką (6 pav.). Pasinaudojant stebimo bandymo loginiu nuoseklumu, mokiniams bus aišku, kad didinant cilindre oro temperatūrą, norint, kad slėgis išliktų nepakitęs, turi didėti ir tūris. Mokiniai patys gali suformuluoti ir matematinę izobarinio proceso išraišką: $V_1/T_1 = V_2/T_2$.

IZOCHORINIO PROCESO TYRIMAS

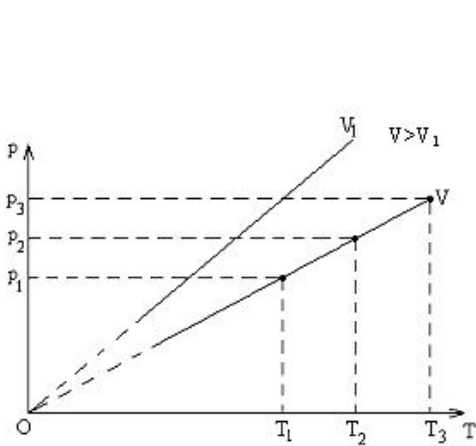
Demonstracinio bandymo tikslas – nustatyti, kaip keičiasi dujų slėgis nuo temperatūros esant pastoviam tūriui ir dujų masei.

Demonstracinio bandymo priemonės: prietaisas dujų dėsniams demonstruoti (silfonas, gumine žarnele sujungtas su manometru), stiklinis indas silfonui įdėti, demonstracinis termometras, elektrinė plytelė, ledas arba sniegas.

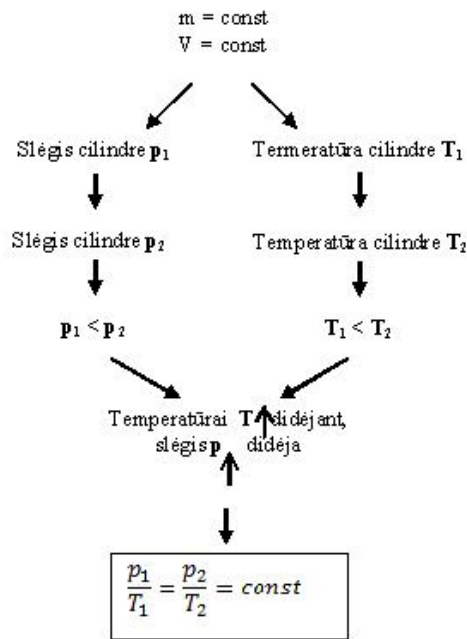
Demonstracinio bandymo eiga. Parengiamas prietaisas dujų dėsniams demonstruoti (4 pav.), patikrinamas sistemos hermetiškumas. Atsukus manometro čiupą, nustatomas 8 sąlyginių vietnetų silfono tūris. Silfonas dedamas į indą su ledo gabaliukais ir atšaldytu iki 0 °C (273 K) temperatūros vandeniu. Kai oras silfone atvėsta iki 0 °C temperatūros, čiupas užsukamas. Verdantis vanduo palengva pilamas į indą, kuriame yra silfonas. Silfono tūris nekeičiamas, o didinant temperatūrą stebima, kaip keičiasi manometro rodmenys. Kas dvidešimt laipsnių užrašomos temperatūros ir slėgio vertės. Slėgio ir temperatūros santykis visais atvejais vienodas.

Demonstracinio bandymo išvada: nekeičiant cilindre esančios oro masės, jo slėgis yra tiesiog proporcingas temperatūrai, jei tūris pastovus:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$



7 pav. Izochorinis procesas



8 pav. Izochorinio proceso demonstracijos loginė samprotavimų seka

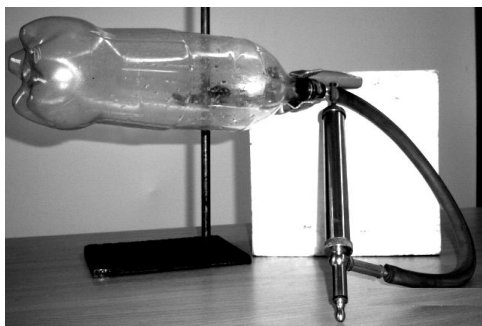
Panaudojant bandymo duomenis, koordinačių sistemoje p, T brėžiamas oro slėgio p priklausomybės nuo absoliutinės temperatūros T grafikas – izochorė V , kuri eina per koordinačių ašių pradžios tašką O . Sumažinus gofruoto indo tūrį, gaunama kita izochorė V_1 (7 pav.).

Mokytojas, pamokos metu naudodamas bandymo loginio įprasminimo samprotavimų seką (8 pav.), sudarys sąlygas mokiniams ne tik stebėti reiškinį, bet nuosekliai jį analizuojant rasti priežasties-pasekmės ryšius ir daryti išvadas. Tai leis geriau perteikti žinias, mokiniams suprasti, kad esant pastoviam tūriui, didėjant temperatūrai dujų slėgis taip pat didėja, ir gauti matematinę išraišką: $p_1/T_1 = p_2/T_2$.

ADIABATINIO PROCESO TYRIMAS

Demonstracinio bandymo tikslas – nustatyti, kas vyksta adiabatinio plėtimosi ir suslėgimo metu.

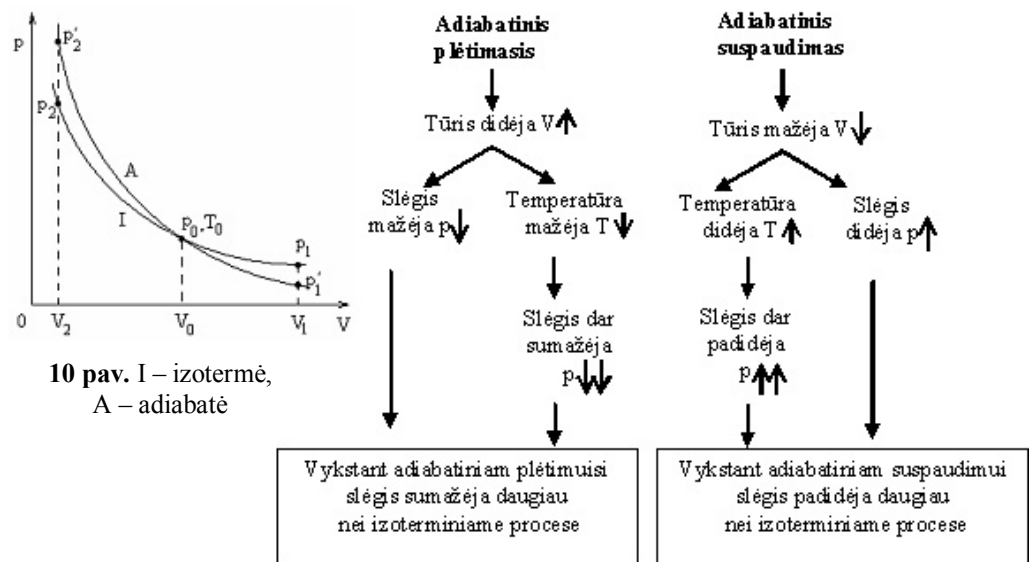
Demonstracinio bandymo priemonės: permatomas plastmasinis butelis, kamštis su stikliniu vamzdeliu, guminė žarnelė, Šinco oro siurblys, vanduo, dūmai, peršviečiamo fono ekranas.



Demonstracinio bandymo eiga. Į peršviečiamą plastmasinį butelį (nuo mineralinio vandens ar kt.) įlašinami keli lašai vandens, įleidžiama dūmų ir užkemšama kamščiu su stikliniu vamzdeliu (9 pav.). Gumine žarnele vamzdelis sujungiamas su oro siurbliu. Oras pučiamas tol, kol kamštis iššoka. Ekране stebimas rūko susidarymas: inde oras išsiplėtė adiabatiškai.

Adiabatiškai slegiamas oras iššyla. Norint tai įrodyti, paimame indą su rūku, ištraukiame šiek tiek oro ir staiga atkemšame. Rūkas išsisklaido – inde esančio oro temperatūra pakyla.

9 pav. Adiabatinio proceso bandymas



Demonstracinio bandymo išvada: vykstant adiabatiniam plėtimuisi slėgis sumažėja daugiau nei vykstant izotermiui procesui, o vykstant adiabatiniam suspaudimui slėgis padidėja daugiau nei vykstant izotermiui procesui.

Adiabatinių procesą norint palyginti su izoterminiu (10 pav.), pV koordinacių sistemoje nubraižomos dviejų procesų kreivės – izotermė ir adiabatė. Adiabatės viršutinė dalis vaizduoja adiabatinių suspaudimą, o apatinė dalis – adiabatinių plėtimąsi.

Adiabatinis procesas sudėtingas, todėl mokiniams ne visada suprantamas ir paaiškina- mas fizikinis reiškiny. Nagrinėjant šią temą, vien tik demonstracijos nepakanka, nes moki- niams sunku nustatyti reiškinio priežastis ir pasekmes: rūko susidarymą arba rūko išsisklaidy- mą. Esant tai pačiai garų koncentracijai, staiga sumažėjus temperatūrai, susidaro rūkas, o tem- peratūrai padidėjus rūkas išsisklaido. Derinant stebėjimą ir loginę analizę (11 pav.), ją užrašant lentoje, žinios tampa tvirtesnės ir gilesnės. Mokiniai geriau supranta, kad vykstant adiabatiniams plėtimuisi slėgis sumažėja daugiau nei izoterminiam ir, atvirkščiai, vykstant adiabatiniams su- spaudimui slėgis padidėja daugiau nei vykstant izoterminiam suspaudimui.

Išvados

- Siekiant kokybinių žinių ir mokėjimų, mokinius reikia mokyti nuosekliai analizuoti ste- bimus reiškinius, nustatyti priežasties-pasekmės ryšius, skiriant ypatingą dėmesį žodžio ir vaizdo derinimui. Mokant fizikos, tam gerai pasitarnauja demonstraciniai bandymai ir jų analizė.
- Demonstracijomis iliustruojamas naujo klausimo aiškinimas, ugdomi mokinių stebėjimų ir eksperimentavimo gebėjimai, suteikiama naujų žinių, padedama formuoti fizikos są- vokas, 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. Tuo tikslu parengti idealiųjų dujų dėsnių demonstraciniai bandymai ir jų analizės samprotavimų sekos.
- Šios sekos ugdo suvokimo, atminties, vaizduotės ir mąstymo gebėjimus. Pagal pareng- tas samprotavimų sekas mokiniai orientuojami į teisingą mąstymo operacijų panaudoji- mą.

Literatūra

- Jakutis S., Ragulienė L. (2002). *Fizikos demonstraciniai bandymai VII–X klasėje*. Kaunas.
- Jovaiša L. (2001). *Edukologijos pradmenys*. Šiauliai.
- Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir išsilavinimo standartai XI – XII klasėms* (2002). Vilnius: ŠMM Švietimo aprūpinimo centras.
- Šiaučiukėnienė L. (1997). *Mokymo individualizavimas ir diferencijavimas*. Kaunas.
- Šulčius A. (2004). *Mokomės mokytis*. Kaunas.
- Беспалько В. П. (2002). *Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия)*. Москва: Изд-во МПСИ; Воронеж: Изд-во НПО „МОДЕК“.
- Потапова М. В., Шахматова В. В. (2008). Факторы, влияющие на качество знаний и умений выпускников. *Физика в школе*, № 8.

Summary

IMPLEMENTATION OF VISUAL PRINCIPLE USING PHYSICS DEMO TASKS

Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė

Šiauliai University, Natural Science Education Research Centre, Lithuania

This paper deals with the significance of visual principle in education process and its implementa- tion (realization) using physics demo tasks. Visual principle is a guiding principle of educational activities in selecting the contents and the methods of teaching. Physics is an experimental science. Students can successfully master the basics of Physics provided the source of knowledge is a physical experiment based

on the visual didactical principle. To optimize the teaching process it is necessary to visualize phenomena, processes or objects. Visualization is significant for problem solving in research and teaching. Physics demonstrations inure to this aim very well. Demo tasks which exemplify the ideal gas laws are presented and analysed. An ideal gas is characterized by three state variables: absolute pressure (p), volume (V), and absolute temperature (T). The relationships between them are showed by demo tasks. Demo tasks for isothermal, isobaric, isochoric and adiabatic process are discussed. The place of the demo tasks and the possibilities of applying them during physics teaching are analysed. Reasoning sequences for giving a logical sense to these physics demo tasks are introduced. These sequences have been based on the system of specially thinking schemes and prepared as a guide determining the steady movement toward a positive result. The demo task and its reasoning sequence enable the pupils to understand essence of new subject, to colligate, to make conclusions. Reasoning sequences, prepared for demo tasks are efficient in training pupils' way of thinking.

Key words: visual principle, ideal gas laws, physics demo tasks, reasoning sequence, logical sense.

Received 15 January 2009; accepted 25 February 2009



Violeta Šlekienė,

Senior Researcher, Natural Science Education
Research Centre, Siauliai University, P.Visinskio
Street 25-119, LT-76351 Siauliai, Lithuania
E-mail: violeta@fm.su.lt
Website: <http://www.gutc.su.lt>



Loreta Ragulienė,

Senior Researcher, Natural Science Education
Research Centre, Siauliai University, P.Visinskio
Street 25-119, LT-76351 Siauliai, Lithuania
E-mail: loretar@gmail.com
Website: <http://www.gutc.su.lt>