



VAIZDUMO PRINCIPO REALIZAVIMAS MECHANIKOS DEMONSTRACINIAIS BANDYMAIS MOKANT(IS) FIZIKOS XI KLASĖJE

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 mechanikos reiškinius iliustruojantys fizikos demonstraciniai bandymai, skirti vidurinės mokyklos XI klasės moksleiviams. Demonstraciniams bandymams logiškai įprasminti pateikiamos samprotavimų sekos. Samprotavimų sekomis nustatoma, kas yra priežastis, kas – pasekmė, kokia jų ryšio išraiška (taisyklė, dėsnis, formulė, schema, grafikas). Gretinamos bandymo sąlygos, apibendrinami rezultatai, daromos išvados. Pagal parengtą samprotavimų seką mokiniai orientuojami į teisingą mąstymo operacijų panaudojimą. Tai padeda jiems suvokti bandymo esmę, ir jų pažintinė veikla tampa ne tokia formali.

Pagrindiniai žodžiai: vaizdumo principas, mechanikos reiškiniai, demonstraciniai bandymai, samprotavimų sekos, loginis įprasminimas.

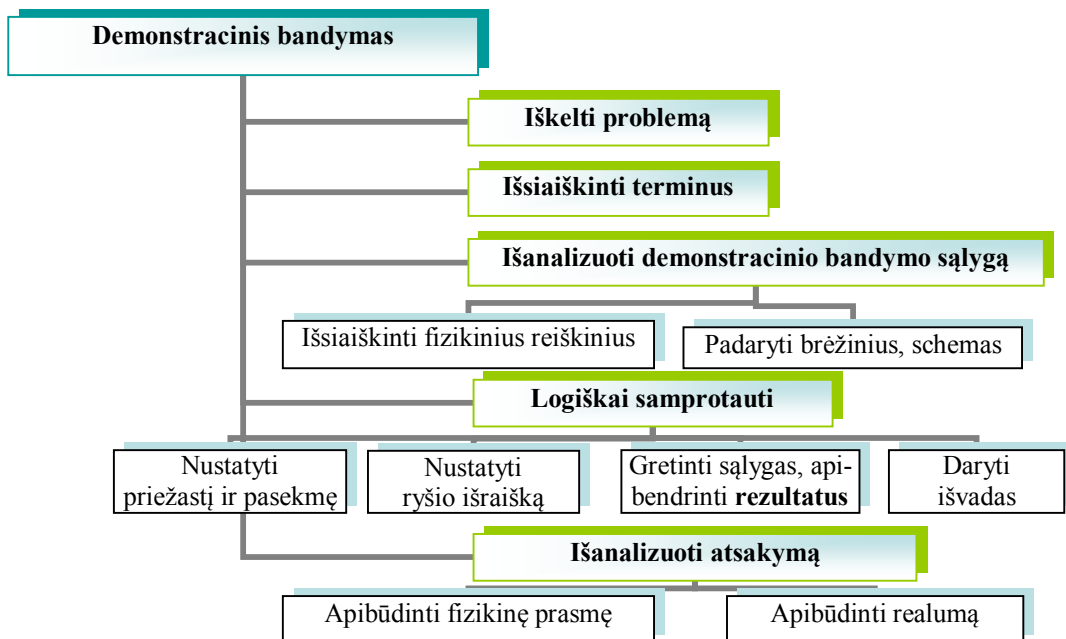
Įvadas

Mokymo procesas, remdamasis konkrečiais vaizdais ir vaizdiniais, padeda mokiniams bei studentams sukaupti empirinių žinių, būtinų tolimesniam teoriniam supratimui. Jos praturtina jutiminį patyrimą, kuris reikalingas visavertėms sąvokoms įsisavinti. Kaip tik čia ir glūdi vaizdumo principo esmė. Pažintinis vaizdumo krūvis mokymo procese yra daugiareikšmis. Vaizdumas palengvina pažintinę veiklą, žmogus stebi ir suvokia tikrovę. Vaizdumo pagrindu sudarytos gyvos asociacijos ilgai išlieka atmintyje; turtinama vaizduotė, kuri prisideda prie kūrybinės veiklos. Abstrakčios sąvokos ir idėjos neatrodo sausa, negyva schema, nes yra sukonkretinamos. Vaizdumas padeda ir apibendrinti. Svarbi vaizdumo reikšmė psichiniam žmogaus vystymuisi. Jis turi žymią įtaką sensorinei sferai, ugdo pastabumą, mąstymą, vaizduotę, skatina aktyvumą, domėjimąsi mokymo turiniu ir procesu. Vaizdumas gerina žinių įsisavinimo kokybę, padeda ir sąmoningai suprasti mokymo medžiagą (Šiaučiukienė, Visockienė, Talijūnienė, 2006).

Tyrimai rodo, kad vaizdiniai, pasitelkiant vaizduotę, transformuoja ilgalaikėje atmintyje išsaugotą informaciją iš vaizdinės į verbalinę ar atvirkščiai ir taip vyksta vizualizavimo procesas, t. y. informacijos kodavimas į regimuosius vaizdus (Потанова, Шахматова, 2008). Šis procesas 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). Siekiant, kad naujos žinios būtų įsisavintos sąmoningai, reikiamas dėmesys turi būti skiriamas žodžiui ir vaizdui derinti. Aiški ir tikslinga vaizdinė priemonė padeda suprasti sudėtingas sąvokas, išskirti jų esmines savybes, suvokti gamtos reiškinius. Todėl vaizdumo problema ugdymo procese pastaruoju metu sulaukia vis didesnio mokslininkų dėmesio (Buffler, Lubben, Ibrahim & Pilly, 2008, Etkina, Van Heuvelen, Brookes, Mills, 2002, Gilbert, 2007, Ibrahim, Buffler, Lubben, 2008, Gilbert, 2005, Börner, Chen, Boyack, 2003 ir kt.).

Mokant fizikos vaizdumo principui realizuoti 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.

Straipsnyje pateikiami keturi mechanikos reiškinų demonstraciniai bandymai, kurie glaudžiai siejasi su nagrinėjama tema. Jiems atlikti taikoma bendra didaktinė seka (1 pav.).



1 pav. Demonstracinio bandymo atlikimo seka

Demonstracijomis perteikiama mokomoji medžiaga mokiniams 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 parengtą samprotavimų seką mokiniai orientuojami į teisingą mąstymo operacijų panaudojimą.

XI klasėje fizikos antrosios pakopos kursas pradedamas mechanika. Nagrinėjami klasikinės mechanikos reiškiniai, kurie yra kitų fizikos skyrių pagrindas. Mechanika nagrinėja judėjimo pobūdį ir priežastį. Formuluojamasis pagrindinis mechanikos uždavinys – nustatyti judančio kūno (materialaus taško) padėtį bet kuriuo laiko momentu. Šio uždavinio pagrindu sisteminamas visas mechanikos kursas. Kinematikoje įvedamos poslinkio, greičio, pagreičio sąvokos, sudaromos judėjimo lygtys. Dinamika nustato pagreičio priežastį. Čia taikomi Niutono, impulso, energijos tvermės dėsniai. Norint, kad mokiniai gebėtų analizuoti mechaninio judėjimo formas ir jų priežastį, pamokoje būtina naują medžiagą iliustruoti demonstracijomis, lydimomis nuoseklia logine analize. Straipsnyje supažindinama su trinties, sunkio, kūno svorio, potencinės energijos mokymo galimybėmis. Pateikiamos kai kurių dinamikos sąvokų mokymo demonstracijos ir jų loginės analizės

Pati svarbiausia, pirminė dinamikos sąvoka yra jėga – kūno formos ir judėjimo pagreičio kitimo priežastis. Kas yra ta priežastis? Tai kiti kūnai, kurie nagrinėjamą kūną veikia tiesiog jį liesdami arba per atstumą, pasireiškiant elektromagnetiniam, gravitaciniam ar kitokiam laukui. Pagal pasireiškimo pobūdį ir fizikinį pagrindą fizika nagrinėja labai daug jėgų. Straipsnyje panagrinėsime keletą iš jų.

Trinties jėga – jėga, veikianti dviejų paviršių susilietimo ribos vietoje, besipriešianti jų judėjimui ar polinkui judėti. Rimties trinties jėga, arba dar vadinama statinės trinties jėga, – tai didžiausia trinties jėga tarp dviejų paviršių. Ji atsiranda, kai tie paviršiai yra ties slydimo

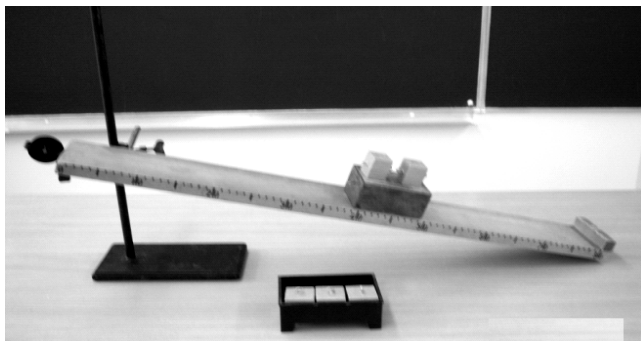
vienas kito atžvilgiu riba. Rimties trinties jėga didėja nuo nulio iki maksimalios vertės, kurią rodo dinamometras kūnui pradėdant judėti. Bandymų metu akcentuojama, kad dinamometras rodo savo paties tamprumo jėgą, veikiančią traukimo kryptimi. Trinties jėga – priešingos krypties. Nagrinėjant trinties jėgas ypatingas dėmesys tenka trinties koeficiento sąvokai, todėl aparsime porą demonstracijų, susijusių su trinties koeficiento sąvokos mokymu.

RIMTIES TRINTIES KOEFICIENTO NUSTATYMAS

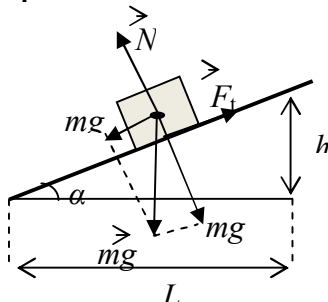
Demonstracinio bandymo tikslas – nustatyti rimties trinties koeficientą.

Priemonės: demonstracinis tribometras, svarelių rinkinys, demonstracinis stovas, demonstracinis metras.

Demonstracinio bandymo eiga. Norint nustatyti rimties trinties koeficientą, kai kūnai juda nuožulniaja plokštuma, tribometro galas su strypu pakeliamas ir įtvirtinamas demonstracinio stovo laikiklyje (2 pav.). Ant tribometro



2 pav. Rimties trinties koeficiento nustatymas



3 pav. Ant nuožulniosios plokštumos esantį kūną veikiančios jėgos

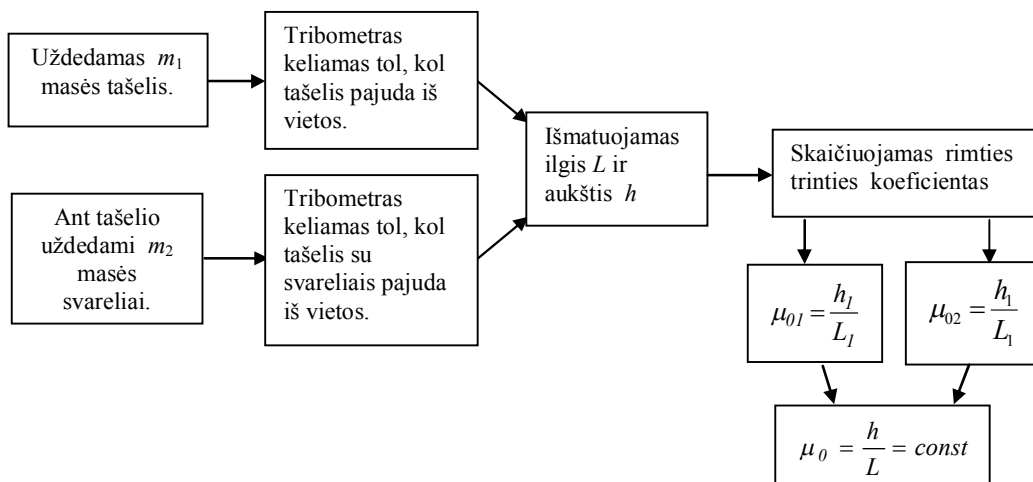
sios plokštumos posvyrio kampo tangentui. Geriau supras, kad trinties koeficientas apibūdina ne vieną kūną, kurį veikia trinties jėga, bet besitrinančių kūnų porą. Jo didumas priklauso nuo to, iš kokių medžiagų pagaminti besitrinantys kūnai, kaip apdoroti paviršiai ir pan.

$$\mu_0 = \frac{h}{L} = \text{const}$$

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

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.

Šio bandymo rezultatai ir reiškinių fizikinė prasmė mokiniams bus aiškesnė, jei mokytojas panaudos loginę eksperimento schemą (4 pav.). Ją analizuojant mokiniams bus aiškiau, kodėl rimties trinties koeficientas yra lygus nuožulnio-



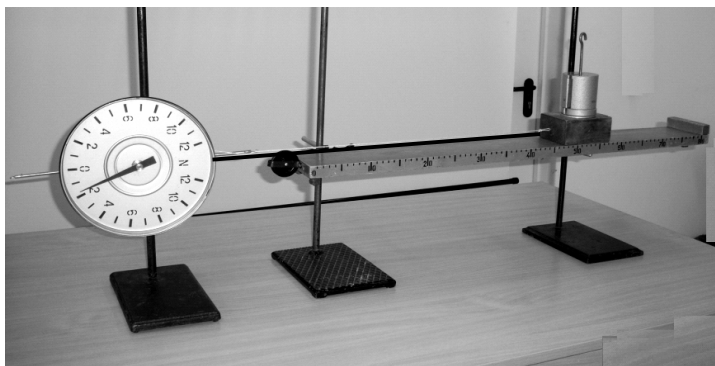
4 pav. Demonstracinio bandymo *Rimties trinties koeficiento nustatymas* samprotavimų loginė schema

SLYDIMO TRINTIES KOEFICIENTO NUSTATYMAS

Demonstracinio bandymo tikslas – nustatyti slydimo trinties koeficientą.

Priemonės: demonstracinis dinamometras, demonstracinis tribometras, 1kg tašelis, 2 kg svarčiai, du stovai, siūlas.

Demonstracinio bandymo eiga. Surenkamas prietaisas, kaip parodyta 5 paveiksle. Demonstracinio tribometro galas su strypu įtvirtinamas stovė.



5 pav. Slydimo trinties koeficiento nustatymas

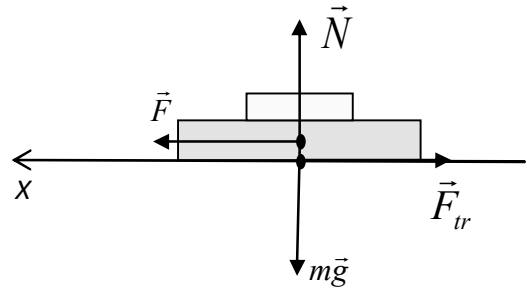
Antrasis tribometro galas uždedamas ant kito stovo laikiklio taip, kad tribometro lenta būtų horizontalioje plokštumoje. Tašelio ir dinamometro kabliukai sujungiami siūlu. Pirmiausia dinamometras su tašeliu pakeliamas ir išmatuojamas tašelio svoris. Po to ant tribometro uždedamas tašelis, o ant jo – 1 kg svarstis.

Paaiškinama, kad šiuo atveju tašelis slečia lentą jėga, kuri yra lygi tašelio ir svarsčio kūno svoriui. Tašelis tolygiai traukiamas dinamometru. Dinamometras rodo tempimo jėgos skaitinį didumą, kuris šiuo atveju yra lygus trinties jėgos skaitiniam didumui. Nubraižomas brėžinys (6 pav.) ir pažymimos jėgos, veikiančios tašelį. Iš bandymo duomenų apskaičiuojamas trinties koeficientas $\mu = \frac{F_{tr}}{N}$.

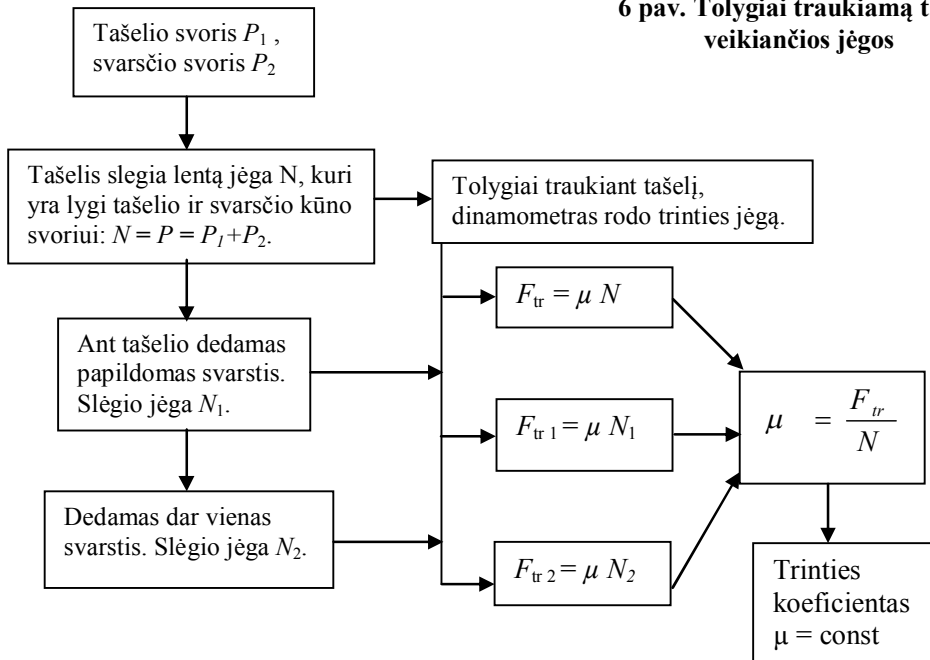
Ant tašelio uždedamas 2 kg svarstis. Tašelį traukiant tolygiai, dinamometro parodymai padidėja, tačiau trinties koeficiento reikšmė nepasikeičia.

Demonstracinio bandymo išvada: slydimo trinties koeficientas nepriklauso nuo kūno svorio ir dviem paviršiams yra pastovus dydis ($\mu = \text{const}$).

Bandymas analizuojamas panaudojus loginę samprotavimų schemą (7 pav.). Derinant demonstraciją ir loginę schemas analizę, mokiniai geriau supras, kad keičiant kūno svorį keičiasi trinties jėgos didumas, tačiau trinties koeficientas nesikeičia. Jis priklauso nuo besiliečiančių paviršių savybių.



6 pav. Tolygiai traukiamą tašelį veikiančios jėgos



7 pav. Demonstracinio bandymo *Slydimo trinties koeficiento nustatymas* samprotavimų loginė schema

Kūno svoris – jėga, kuria Žemės traukiamas kūnas veikia atramą arba pakabą. Jos veikimo taškas yra atramoje arba pakaboje. Kai kūnas vertikaliai nejuda arba juda tiesiai ir tolygiai, kūno svoris $\vec{P} = m \vec{g}$. Kūno paviršius dėl Žemės traukos sąlyčio su atrama arba pakaba vietoje yra deformuojamas. Pasireiškia kūno tamprumo jėga, kuri veikia atramą arba pakabą. Pagal III Niutono dėsnį abi jėgos, atsirandančios dėl kūnų sąveikos, yra tos pačios prigimties. Mokiniai ne visada gerai supranta, kam yra lygus kūno, judančio su pagreičiu, svoris.

KŪNO SVORIO KITIMAS, GREITĖJANČIAI KRINTANT

Demonstracinio bandymo tikslas – suvokti, kad kūnui krinant su pagreičiu pakinta jo svoris, nors masė išlieka ta pati.

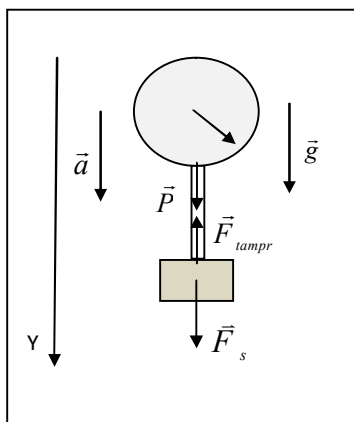
Priemonės: demonstracinis dinamometras su apskrita skale, tvirtas siūlas arba vėlelė, cilindrinis dinamometras, svareliai su kabliukais.

Demonstracinio bandymo eiga. Ant demonstracinio dinamometro su apskrita skale pakabinami svareliai. Rodyklė nustatoma ties nuline padala. Dinamometrą staigiu judesiu leidžiant žemyn, rodyklė atsilenkia nuo nulinės padalos į dešinę pusę taip, kaip parodyta 8 pav. Nubraižomas brėžinys (9 pav.) ir pažymimos jėgos: \vec{F}_s , \vec{F}_{tampr} , \vec{P} . Parodoma, kiek pakito kūno svoris, jam krįtant greitėjančiai. Dinamometro rodyklė turi rodyti tikrą kūno svorį.

Demonstracinio bandymo išvada: jeigu kūnas drauge su atrama arba pakaba juda pagreičiu, kurio kryptis sutampa su laisvojo kritimo pagreičio, tai jo svoris yra mažesnis už nejudančio kūno svorį.

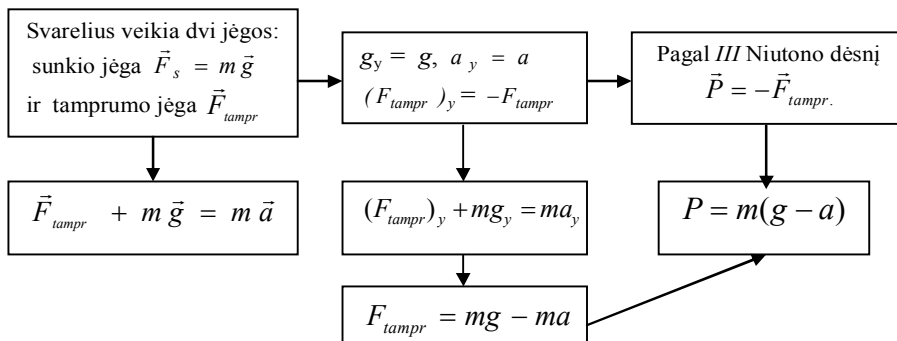


8 pav. Greitėjančiai krįtančio kūno svoris



9 pav. Greitėjančiai krįtančiai kūną veikiančios jėgos

Galima pademonstruoti ir ribinį atvejį, kai $a = g$, tada kūno svoris $P = 0$. Susidaro nesvarumo būseną, kūnas neveikia atramos arba pakabos, nes ir kūnas, ir atrama juda tuo pačiu laisvojo kritimo pagreičiu g . Nesvarumo būsenoje esantį kūną veikia tik sunkio jėga. Visa tai mokiniai geriau supras, panaudojus loginę samprotavimų seką, pateiktą schemiškai (10 pav.).



10 pav. Demonstracinio bandymo Kūno svorio kitimas, greitėjančiai krįtant samprotavimų loginė schema

Jeigu kūnas drauge su atrama arba pakaba juda pagreičiu, kurio kryptis priešinga laisvojo kritimo pagreičiui, tai jo svoris yra didesnis už nejudančio kūno svorį $P = m(g + a)$. Toks kūno svorio padidėjimas vadinamas perkrova.

Energijos sąvoka ypatingą vietą užima buityje, technikoje. Fizikoje kalbama apie mechaninę, vidinę (šiluminę), elektros, spinduliuotės energiją ir kt. Buityje energija – visų vyks-

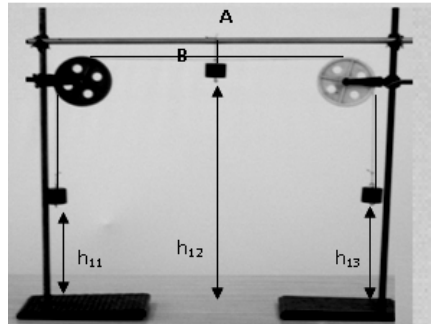
mų pagrindas. Technikoje ieškoma naujų energijos šaltinių. Energija yra fizikinis dydis, kuris apibūdina kūno ar kūnų sistemos gebėjimą atlikti darbą, pereinant iš vienos būsenos į kitą. Kuo didesnį darbą gali atlikti kūnas, tuo didesnė jo energija. Atlikdamas darbą kūnas eikvoja energiją, pereina į būseną su mažesne energija. Vidurinės mokyklos mechanikos kurse nagrinėjamos dvi energijos rūšys: kinetinė ir potencinė. Šios sąvokos yra gana sudėtingos ir tinkamai paaiškinti galima tik derinant teoriją ir eksperimentą.

POTENCINĖS ENERGIJOS MINIMUMO PRINCIPAS

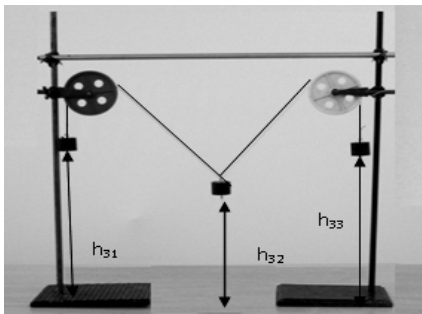
Demonstracinio bandymo tikslas – suprasti potencinės energijos minimumo principą.

Priemonės: 2 stovai, metalinis strypas, 2 skridiniai, siūlai, krovinėlių rinkinys, liniuotė, žirkklės.

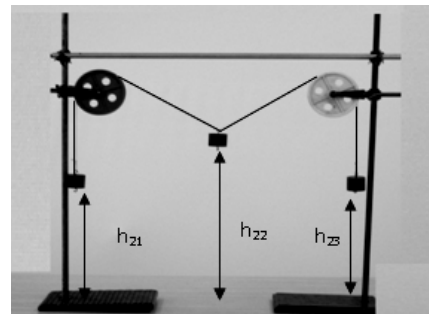
Demonstracinio bandymo eiga. Iš priemonių surenkamas įrenginys, kaip parodyta 11 pav. Prie siūlo pririšami trys krovinėliai. Pirmuoju atveju kraštiniai permetami per skridinius ir, vidurinį siūlą AB pririšus prie strypo, pakeliami nuo stalo tam tikru aukščiu. Išmatuojamas visų trijų krovinėlių aukštis virš stalo (11 pav.). Apskaičiuojama kiekvieno krovinėlio potencinė energija ir jų bendra potencinė energija.



11 pav. Kūnų sistema prilaikoma pririšus siūlą taške A



13 pav. Vidurinis krovinėlis patempiamas žemyn ir prilaikomas



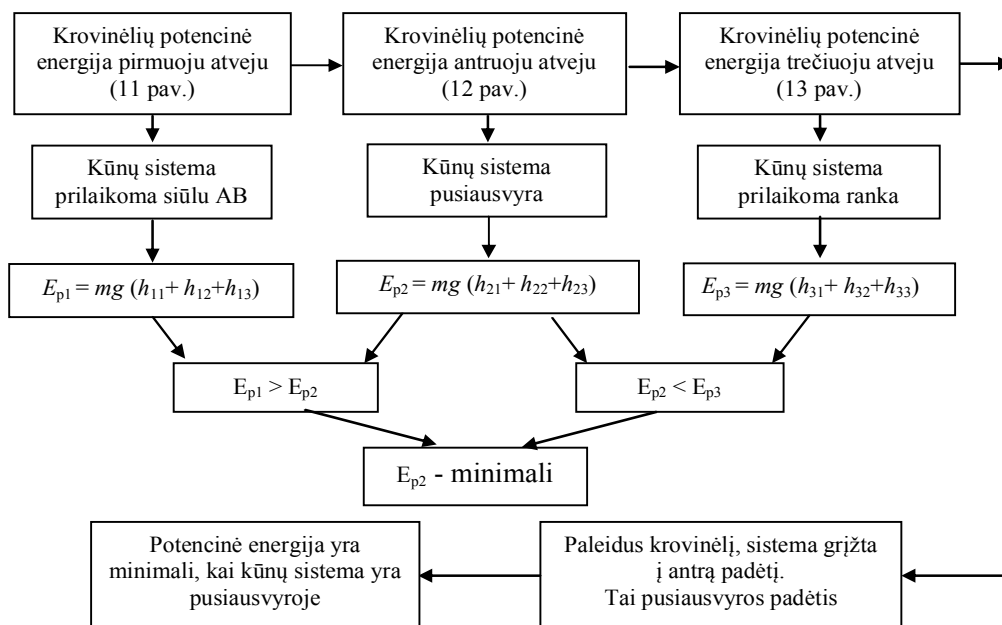
12 pav. Sistema pusiausvyra

Antruoju atveju nukerpamas siūlas AB. Kiek pasvyravusi, sistema nusistovi pusiausvyroje (12 pav.). Vėl išmatuojamas visų krovinėlių aukštis ir apskaičiuojama bendra potencinė energija. Įsitikinama, kad šiuo atveju sistemos potencinė energija mažesnė negu pirmuoju atveju.

Trečiuoju atveju vidurinis krovinėlis patempiamas ranka žemyn ir laikomas (13 pav.). Apskaičiuojama bendra potencinė energija. Pasirodo, kad ji yra didesnė negu antruoju atveju. Paleidus vidurinį krovinėlį, sistema sugrįžta į 2 padėtį (15 pav.). Mokiniai įsitikina, kad 2 padėtis yra pastovi ir joje sistemos potencinė energija yra mažiausia.

Demonstracinio bandymo išvada: sistemai esant pusiausvyroje, jos potencinė energija yra minimali.

Šiuos bandymus derėtų aiškinti panaudojant loginę samprotavimų seką (14 pav.).



14 pav. Demonstracinio bandymo *Potencinės energijos minimumo principas* samprotavimų loginė schema

Mokiniai turi įsitikinti ir suprasti, kad visi kūnai ar kūnų sistemos gamtoje stengiasi užimti tokią padėtį, kad jų potencinė energija būtų mažiausia. Ta padėtis vadinama pusiausvyros padėtimi ir yra pati stabiliausia.

Išvados

- Siekiant kokybinių žinių ir mokėjimų, mokinius reikia mokyti nuosekliai analizuoti stebimus reiškinius, nustatyti priežasties ir 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 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. Tuo tikslu parengti mechanikos reiškinių demonstraciniai bandymai ir jų analizės samprotavimų sekos.
- Šios sekos ugdo suvokimo, atminties, vaizduotės ir mąstymo gebėjimus. Pagal parengtas samprotavimų sekas mokiniai orientuojami į teisingą mąstymo operacijų panaudojimą.

Literatūra

- Börner K., Chen C., Boyack K. (2003). Visualizing Knowledge Domains. *Annual Review of Information Science & Technology*, Vol. 37, January.
- Buffler A., Lubben F. E., Ibrahim B. B. & Pillay S. (2008). A model-based framework for understanding the role of visualization in physics education. Prieiga per internetą (Žiūrėta 2009 11 10).
- 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.
- Gilbert J. K. (2007). *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Springer.

<http://www.phy.uct.ac.za/people/buffer/Andy%20Buffer%20SAARMSTE%202008%20paper.pdf>

Ibrahim B., Buffer A., Lubben F. Introductory physics students' use of visualisation in kinematics problems. Prieiga per internetą: <http://www.phy.uct.ac.za/people/buffer/Bashirah%20Ibrahim%20SAARMSTE%202008%20paper.pdf> (žiūrėta 2009 11 10)

John K. Gilbert (ed.), (2005). *Visualization in Science Education*. The Concord Consortium, Concord, MA, USA © Springer. Printed in the Netherlands.

Jovaiša L. (2001). *Edukologijos pradmenys*. Šiauliai.

Šiaučiukienė L., Visockienė O., Talijūnienė P. (2006). *Šiuolaikinės didaktikos pagrindai*. Kaunas: Technologija.

Потапова М. В., Шахматова В. В. (2008). Факторы, влияющие на качество знаний и умений выпускников. *Физика в школе*, Но 8.

Summary

REALIZATION OF VISUAL PRINCIPLE USING MECHANICS DEMONSTRATIONS OF GRADE 11 IN PHYSICS EDUCATION

Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė

Šiauliai University, Natural Science Education Research Center, Lithuania

This article reveals the importance of the visual principle in physics education process and its implementation using mechanics demonstrations. 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. Physics demonstration experiments illustrating mechanical phenomena for grade XI are presented and analyzed. The most of mechanical phenomena are characterized by different kinds of forces and energy. The relationships between them are showed by demonstration experiments. Demonstration experiments for determining the coefficient of friction, the body weight change of accelerating falling and the potential energy minimum principle are discussed. The place of the demonstrations and the possibilities of applying them during physics teaching are analyzed. Reasoning sequences for giving a logical sense to these physics demonstrations 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 correct result. The demonstration and its reasoning sequence enable the pupils to understand essence of new subject, to colligate, to make conclusions. Reasoning sequences, prepared for demonstration experiments are efficient in training pupils' way of thinking.

Key words: visual principle, mechanical phenomena, force, energy, physics demonstration experiment, reasoning sequence, logical sense.

15 November 2009; accepted 25 November 2009



Violeta Šlekienė

Associate Professor, Head of Department of Physics, Faculty of Natural Sciences, Šiauliai University, 19 P. Visinskio Street, LT-77156 Šiauliai, Lithuania. Phone: +370 41 595721.
E-mail: violeta@fm.su.lt Website: <http://www.su.lt/>



Loreta Ragulienė

Associate Professor, Lecturer of Department of Physics, Faculty of Natural Sciences, Šiauliai University, 19 P. Visinskio Street, LT-77156 Šiauliai, Lithuania. Phone: +370 41 595721.
E-mail: loretar@gmail.com Website: <http://www.su.lt/>