



FIZIKOS EKSPERIMENTINIŲ UŽDAVINIŲ VIETA MOKOMAJAME PROCESĖ

Loreta Ragulienė, Violeta Šlekienė

Šiaulių universitetas, Fizikos ir matematikos fakultetas, Lietuva

Anotacija

Straipsnyje aptariama fizikos eksperimentinių uždavinių vieta ir jų panaudojimo galimybės mokomajame procese. Mokslinių tyrimų ir apklausų rezultatai rodo, kad mokytojai ir moksleiviai kaip informatyvų ir patrauklų mokymo būdą akcentuoja praktinę veiklą. Išskiriamos trys praktinės veiklos poveikio ugdytiniams kryptys (pažintinė, valdymo ir motyvacijos), kurios gerai realizuojamos per fizikos eksperimentinius uždavinius. Straipsnyje aptariama eksperimentinių uždavinių klasifikacija pagal sąlygos pateikimo bei uždavinio sprendimo būdą, pateikiami ir analizuojami tokių uždavinių pavyzdžiai.

Raktiniai žodžiai: fizikos mokymas, praktinė veikla, eksperimentiniai uždaviniai.

Mokslinių tyrimų ir apklausų rezultatai rodo, kad mokytojai ir moksleiviai kaip informatyvų ir patrauklų mokymo būdą išskiria praktinę veiklą, nors eksperimentams ir demonstracijoms, jų nuomone, skiriama per mažai laiko (Šlekienė, 2000). Praktinėje veikloje ne tik apibendrinami ir sisteminami iš kasdienio gyvenimo pažįstami vaizdiniai, bei ir įgyjama naujų žinių. Mokomoji praktinė veikla atlieka dvi pagrindines funkcijas.

Pirmoji – **konkrečių vaizdinių**, naudojamų tolesniam apibendrinimui, sukūrimas. Moksleiviai dar iki konkrečios sąvokos įvedimo iš gyvenimiškos patirties ir ankstesnio mokymo turi jutiminius vaizdinius. Ši patirtis yra arba besistemė, arba nepakankama. Stebėjimai, demonstracijos, bandymai, laboratoriniai darbai ir kitokia praktinė veikla praturtina jutimines moksleivių žinias ir sąlygoja vaizdinių sistemos sukūrimą.

Antroji – **probleminių situacijų** sukūrimas, kad moksleiviai daugiau ar mažiau savarankiškai galėtų plėtoti procesą nuo abstraktaus prie konkretaus ir nuo konkretaus prie abstraktaus. Atliekant tokias praktines užduotis, moksleiviai jau turi turėti tam tikrame lygyje suformuotų sąvokų sistemą, sąvokinių mąstymą, turi išmokti aktyvizuoti būtent tas žinias, kurios būtinos duotoje situacijoje, turi atskirti esminius požymius nuo neesminių. Tokios praktinės veiklos struktūroje galima išskirti tris poveikio ugdytiniams kryptis: 1) **pažintinė** – nukreipta į informacijos apdorojimą ir jos įsisavinimą; 2) **valdymo** – nukreipta į užduočių atlikimo eigą ir korekciją; 3) **motyvacijos** – nukreipta į ugdytinių aktyvumą, jų elgesio ir pažintinės veiklos įprasminimą.

Antroji praktinės veiklos funkcija su visais poveikio ugdytiniams aspektais bene geriausiai realizuojama per fizikos eksperimentinius uždavinius. Ką laikome **eksperimentiniu uždaviniu**?

Jeigu sprendžiant uždavinį galima eksperimentu realizuoti fizikinius reiškinius, gauti kai kurių duomenų, patikrinti sprendimo rezultatą, toks fizikos uždavinys vadinamas **eksperimentiniu**. Fizikinių dydžių matavimas, matavimo rezultatų nepanaudojant uždavinio sprendimui, dar nėra eksperimentinis uždavinys, tai tik eksperimentinė užduotis. Vien tik sprendimo rezultatų patikrinimas bandymu taip pat nelaikomas eksperimentiniu uždaviniu. Bandymu galima tikrinti ir skaičiavimo uždavinio atsakymą. Tekstinio uždavinio iliustravimas bandymu – ne eksperimentinis uždavinys, jei uždavinį galima išspręsti ir be bandymo. Pagrindinis eksperimentinio uždavinio **požymis** yra tai, kad *be bandymo negalima uždavinio pateikti arba jo išspręsti*.

Mokiniai fizikos bandymus atlieka ir per laboratorinius darbus. Bet laboratorinių darbų svarbiausias tikslas yra praktiniai mokėjimai ir įgūdžiai. Eksperimentinio uždavinio **pagrindinis tikslas** – *sudaryti probleminę situaciją, bandymu ieškoti problemos sprendimo ir jį patikrinti*. Svarbu yra aktyvinti mokinių mąstymą, ugdyti savarankiškumą, skatinti kūrybiškumą. Mokiniai įpranta analizuoti įvairius reiškinius, gamtos dėsnius, o tai svarbu mokantis ir kitų dalykų. Frontaliai sprendami eksperimentinius uždavinius, mokiniai

negaus detalios instrukcijos, kaip atlikti laboratorinius darbus. Jie turi sukaupti visas jėgas, parodyti išradimą.

Fizikos eksperimentiniai uždaviniai skirstomi į kokybinius ir kiekybinius. **Kokybiniai eksperimentiniai uždaviniai** reikalauja atlikti konkretų fizikinį bandymą ir išspręsti problemą, neatliekant matematinių skaičiavimų. Kokybiniai eksperimentiniai uždaviniai iš esmės yra žodiniai uždaviniai, kuriems pateikti ar spręsti reikalingas bandymas. Žodinių uždavinių nesunku pertvarkyti į kokybinį eksperimentinį uždavinį, jei yra reikalingų prietaisų ir bandymą galima atlikti mokyklos sąlygomis. Kokybinis eksperimentinis uždavinys pateikti ir išspręsti galima įvairiai:

- supažindinti su bandymo įrenginiu ir klausti, kas atsitinka, atlikus tam tikrus veiksmus;
- sąlyga aprašytas bandymas; reikia numatyti galimą rezultatą ir atlikti bandymą;
- duotais prietaisais atlikti bandymą, gauti reiškinį nesant nurodymų, kaip tai padaryti. Bandymą tenka projektuoti.

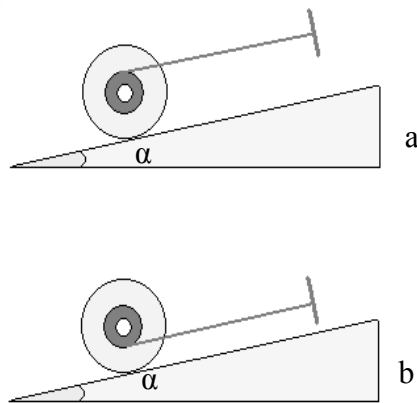
1 pavyzdys. Ar riedės ritė? Priemonės: nuožulnioji plokštuma, siūlų ritė.

Ant nuožulniosios plokštumos yra siūlų ritė, laikoma už siūlo, kaip parodyta padėtyje a (1 pav.). Ritė nerieda. Kodėl? *Problema:* kokį reiškinį matysime apvertę ritę (padėtis b). Patikrinti ir paaiškinti.

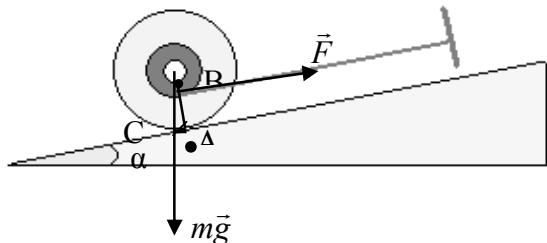
Analizė. Padėtyje a ritė nerieda. Riedėdama ji turi šliaužti nuožulniąja plokštuma, bet ją sulauko rimties trinties jėga, jei kampas α nėra didelis.

Iš pirmo žvilgsnio atrodo, kad padėtyje b ritė būtinai riedės. Jei nuožulniosios plokštumos kampas α nėra didelis, ir apversta ritė nerieda. Atrodo paradoksalu, susidaro įdomi problemine situacija.

Iš karto mokiniai net neabejoja, kad apversta ritė nuriedės. Jei mokiniai neranda spren-



1 pav.



2 pav.

niai plokštumai. Ritės sunkio $m\vec{g}$ peties ilgis AC priklauso nuo nuožulniosios plokštumos kampo α .

2 pavyzdys. Deganti žvakė vandenyje. *Priemonės:* stiklinis indas, vanduo, stearino žvakė, degtukai.

Neilgos žvakės apatinį galą pašildyti ir prilipinti prie indo dugno. Pripilti indą šalto vandens iki žvakės krašto ir uždegti žvakę. Ar ilgai degs žvakė? Patikrinti.

dimui išeities taško, reikia juos orientuoti (2 pav.), išsiaiškinti reiškinį, nagrinėti kūno, turinčio sukimosi ašį, pusiausvyros sąlygą, atvaizduoti jėgų momentus. Ritės sukimosi ašis yra jos lietimosi su nuožulniąja plokštuma taškas A. Siūlo tempimo jėga \vec{F} suka ritę aplink šią ašį laikrodžio rodyklės kryptimi (jėgos petys AB), o ritės sunkis $m\vec{g}$ (petys AC) – priešinga kryptimi. Ritė nejuda, kai jėgų momentai lygūs. Peties AB ilgis didžiausias, kai siūlo kryptis lygiagreti nuožul-

Analizė. Parengus bandymą mokiniai paprastai tvirtina, kad žvakė užges, nes degdama trumpėja, vanduo užlies žvakę. Pamokos pradžioje taip parengtą stiklinę su degančia žvake padedame nuošaliai ir patikriname pamokos pabaigoje. Žvakė tebedega, nors liepsna nusėdo gilyn. Išsiaiškiname priežastį, kodėl neištirpo plonas stearino sluoksnis, kurį liečia vanduo (šilumos laidumas, stearino tirpimo temperatūra).

3 pavyzdys. Išmatuoti potencialų skirtumą. *Priemonės:* elektrometras, stiklinė lazdelė, šilkas, stiklinė plokštelė, varinė viela.

Kaip šiomis priemonėmis išmatuoti šilko patrintos lazdelės ir šilko potencialų skirtumą?

Analizė. Mokiniai jau turi būti susipažinę, kad elektrometru galima matuoti potencialų skirtumą. Paprastai elektrometro korpusas įžeminamas, o stiebeliui suteikiamas potencialas. Mokiniai iš ankstesnių bandymų turi žinoti, kad potencialą dar galima matuoti įelektrinant korpusą, o stiebelį įžeminant. Tik korpusas turi būti pastatytas ant izoliacinės medžiagos. Tai žinodami, mokiniai jau gali konstruoti bandymą.

Reikia spręsti problemą, kaip iš vienos patrintos medžiagos krūvį perduoti elektrometro stiebeliui, iš kitos – korpusui. Gali būti įvairių variantų. Tokie eksperimentiniai uždaviniai reikalauja tam tikrų teorinių žinių, bandymų patirties. Jie ugdo gebėjimus projektuoti bandymus, atitinkančius sąlygos reikalavimus.

Kiekybiniai eksperimentiniai uždaviniai. Tai tokie uždaviniai, kai atliekami matematiniai veiksmai su bandymo metu gautais duomenimis arba apskaičiuojamos bandymo atlikimo prielaidos. Sprendžiant kiekybinius eksperimentinius uždavinius sąlygoje numatyti fizikiniai procesai paprastai yra atliekami. Kartais jų atlikti neįmanoma. Pavyzdžiui, mokytojas padeda ant stalo butelį su žibalu ir pasiūlo rasti, koks išsiskirs šilumos kiekis, sudeginus tą žibalą. Sudeginti šį žibalą ir išmatuoti šilumos kiekį mokyklos sąlygomis nėra galimybės. Sprendžiant šį uždavinį tenka apsiriboti žibalo tūrio matavimu.

Kiekybinius eksperimentinius uždavinius galima skirti į tokias grupes:

- apskaičiuoti fizikinį dydį, išmatavus kitus dydžius;
- apskaičiuoti fizikinį dydį, kuris patenkintų uždavinio sąlygą;
- rasti bandymo atlikimo būdą ir jį panaudoti.

4 pavyzdys. Kada nutrūks siūlas? *Priemonės:* siūlai, dėžutė su smėliu, polietileninis maišelis, dinamometras, stovas, matlankis.

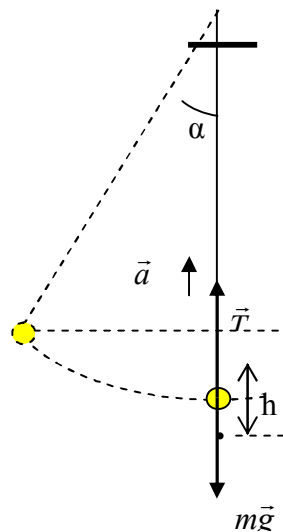
Dinamometru išmatuoti jėgą, kuria nutraukiamas siūlas. Į maišelį įpilti smėlio, kurio svoris du kartus mažesnis už siūlo nutraukimo jėgą. Maišelį siūlu pakabinti ant stovo. Apskaičiuoti, kokių kampų reikia atlenkti šią svyrnuoklę nuo pusiausvyros padėties, kad paleidus maišelį siūlas nutrūktų. Patikrinti.

Analizė. Teorinė dalis yra dinamikos uždavinys, kurį sprendžiant reikia rašyti dinamikos lygtį, taikyti energijos tvermės dėsnį, panaudoti trigonometrijos žinias (3 pav.).

Uždavinio rezultatas (kampas α) tikrinamas bandymu. Bandymas dar atliekamas pradžioje, matuojant siūlo nutraukimo jėgą T .

5 pavyzdys. Apverstas vamzdelis. *Priemonės:* pipetės vamzdelis, vanduo.

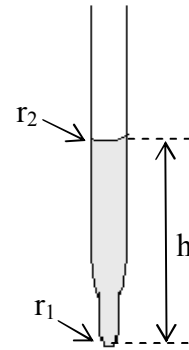
Stiklinį pipetės vamzdelį stačiai įleisti į vandenį. Ištraukus iš vandens lieka h aukščio vandens stulpelis (4 pav.). Ar išsilies vanduo vamzdelį apvertus? Įrodyti, patikrinti.



3 pav.

Analizė. Įrodant, koks bus galutinis reiškinių rezultatas, tenka nagrinėti vandens stulpelio abiejų paviršių įtempimo slėgį pradinėje padėtyje ir vamzdelį apvertus. Probleminė situacija susidaro dėl to slėgio krypties. Tai išsiaiškinus, gaunamas teisingas atsakymas, jis patikrinamas. Sprendžiant šį uždavinį, pakanka analizuoti bendra matematine forma, skaičiavimų nereikia. Bandymas reikalingas suvokti reiškiniui ir patikrinti išvada.

Ekspirimentinių uždavinių sprendimas. Spręsdami eksperimentinius uždavinius, mokiniai visų pirma turi susipažinti su priemonėmis, kurios nurodytos sąlygos pradžioje. Daugelį prietaisų mokiniai matė mokytojui demonstruojant bandymus arba patys susipažino, atlikdami laboratorinius darbus. Su dar nematytais prietaisais mokytojas turi supažindinti. Kai mokiniai susipažinę su eksperimento materialine baze, žodžiu arba įvadiniu bandymu sudaroma probleminė situacija, išryškinama problema. Yra uždavinių, kurių sąlygose iš karto nurodoma, kokį reikia gauti reiškinį arba išmatuoti dydį. Probleminė situacija gali susidaryti ieškant sprendimo būdo.



4 pav.

6 pavyzdys. Išmatuok trinties koeficientą. *Priemonės:* tašelis, liniuotė, guminis siūlas, paprastas siūlas.

Ant stalo padėti tašelį ir liniuotę AB. Prie liniuotės galo B pritvirtinti guminį siūlą BC, o prie jo – paprastą siūlą CD, pririšant jį prie tašelio (5 pav.). Kaip su šiomis priemonėmis išmatuoti tašelio trinties į stalą koeficientą μ ? Atlikti bandymą.



5 pav.

Analizė. Visos priemonės mokiniams žinomos. Probleminę situaciją sudaro pati uždavinio sąlyga – pateiktas bandymo įrenginys, kuriame nėra prietaiso jėgai matuoti. Problema nusakoma aiškiai: išmatuoti trinties koeficientą μ . Matuojant trinties koeficientą reikia žinoti trinties jėgą $F_{tr} = \mu mg$ ir tašelio svorį P . Reikia ieškoti ryšio tarp F_{tr} ir P bei koku nors būdu šias jėgas eliminuoti, nes jų negalima išmatuoti. Vienas ryšys – tamprumo jėgos ir trinties jėgos pusiausvyrą traukiant tašelį tolygiai: $F_{tr} = F_T$, $\mu mg = kx_1$. Čia x_1 – guminio siūlo pailgėjimas. Tačiau nežinomas standumas k . Tam reikia guminiu siūlu pasverti tašelį ir gauti ryšį tarp siūlo tamprumo jėgos F_{T1} ir tašelio svorio P , būtent $F_{T1} = P$, $kx_2 = mg$. Iš tų dviejų lygčių gaunama, kad $\mu = x_1 / x_2$. Reikia tik liniuote išmatuoti guminio siūlo pailgėjimus x_1 ir x_2 .

Jei bandymas atliekamas **demonstraciniu būdu**, mokytojas įtraukia mokinius į diskusiją, analizuoja sąlygą, ieško problemos sprendimo būdų. Bandymui pagyvinti kartais kviečiamas į pagalbą mokinys. Jis gali padėti eksperimentuojant, pirmiausia išreikšti savo nuomonę. Jei yra pakankamai prietaisų, uždavinį galima spęsti frontaliu būdu. Sąlyga diktuojama arba panaudojamos kopijos. Organizavimas panašus į laboratorinių darbų, tik pabaigoje daugiau laiko reikia skirti problemoms, išvadoms nagrinėti.

Daugelio eksperimentinių uždavinių sprendimas baigiasi **patikrinimu**. Kiekybinių uždavinių rezultatą kartais galima patikrinti žinomu prietaisu arba žinomu būdu. Kai kada kokybinio uždavinio sprendimo patikrinimas yra pats reiškinių gavimas. Neretai patikrinimui skiriama baigiamoji bandymo dalis.

Ekspirimentiniai uždaviniai gali būti **sprendžiami įvairiose pamokos dalyse**: tiek nagrinėjant naują klausimą, tiek žinias įtvirtinant bei kartojant. Ekspirimentinis uždavinys pagyvina pamoką, sužadina mokinių dėmesį, ugdo kūrybingumą. Mokiniai laukia nagrinėjamo reiškinių, jaudinasi, ar pajėgs jį suprasti, ar pakaks žinių. Gyvai domisi, kai bandymą

demonstruoja mokytojas ar iškviešti mokiniai. Jautriai reaguoja, kai gautas rezultatas yra teisingas. Ne mažiau aktyvūs mokiniai ir tada, kai uždaviniai sprendžiami frontaliai, kai mokiniams patiems reikia atlikti bandymus. Ypač naudingi eksperimentiniai uždaviniai, pajvairinant fizikos uždavinių sprendimo pamoką. Trumpus eksperimentinius uždavinius galima pritaikyti ir apklausos metu. Tarkime, apklausa vyksta iš Archimedo jėgos. Mokytojas ima svirtinių svarstyklių svirtelį, kabina vienodos masės ir šiek tiek skirtingo tūrio kūnus. Svarstyklės pusiausvyroje. Klausia, kas atsitiks, abu kūnus panardinus į vandenį. Stebimas bandymas ir nagrinėjamas reiškinys.

Tyrimai rodo, kad praktinius, eksperimentinius uždavinius mokiniams spręsti sunkiau negu tekstinius. Praktiniai veiksmai, panaudojami daiktai, prietaisai gali trukdyti suprasti sąvoką, reiškinį, dėsningumą. Tačiau eksperimentiniai uždaviniai labiau atspindi nagrinėjamo reiškinio ypatybes, padeda formuoti sąvokas. Keičiant bandymą, varijuojant medžiagas, prietaisus, atlikimo sąlygas, galima lengviau skirti esminius reiškinio, sąvokos požymius nuo neesminių, abstrahuoti sąvoką.

Pasirengimas eksperimentiniams uždaviniams reikalauja mokytojo kruopštaus darbo, laiko jų parengimui, susiduriama su medžiagų ir prietaisų trūkumu. Šie uždaviniai atima daugiau laiko pamokoje negu tekstiniai uždaviniai. Tačiau eksperimentinių uždavinių didaktinės, emocinės savybės traukia mokinius, jų sėkmė būna atpildas mokytojui už jo triušą. Eksperimentinius uždavinius reikia derinti su kitų rūšių uždaviniais, naudoti saikingai.

Literatūra

Fizikos įdomieji eksperimentiniai uždaviniai (1999). Sudarė Jakutis S., Ragulienė L. Šiauliai. *Fizika v škoje*, 1999–2005.

Šlekienė V. (2000). *Orientuojamųjų užduočių naudojimas fizikos sąvokų plėtrai pagrindinėje mokykloje. Daktaro disertacija* (nepublikuotas rankraštis). Šiauliai.

Summary

THE PLACE OF EXPERIMENTAL TASKS IN THE PROCESS OF PHYSICS TEACHING

Loreta Ragulienė, Violeta Šlekienė

This paper deals with the place of the experimental tasks and the possibilities of applying them during physics teaching. Scientific inquiry revealed that teachers and students pointed out practical activity as an interesting and informative way of teaching. Three types of impact on students can be distinguished in the structure of the practical activity: 1) cognitive – directed to information processing and comprehension; 2) management – directed to the procedure of task performance and correction; 3) motivating – directed to the learner's active participation, giving meaning to their actions and their cognitive activity. Such practical activity with their impact on students can be realized through the experimental tasks. Classification of experimental physical tasks by the way of the tasks data presentation, by character and method research is presented in this paper. The examples of solving experimental physical tasks are analysed.

Key words: physics teaching, practical activity, experimental tasks.



Loreta Ragulienė

Šiaulių universitetas, Fizikos ir matematikos fakultetas,
P. Višinskio 19, LT-77156 Šiauliai, Lietuva
El. paštas: fk@fm.su.lt



Violeta Šlekienė

Šiaulių universitetas, Fizikos ir matematikos fakultetas,
P. Višinskio 19, LT-77156 Šiauliai, Lietuva
El. paštas: fk@fm.su.lt