

MOKYKLINIO FIZIKOS DEMONSTRACINIO EKSPERIMENTO VEIKSMINGUMO KLAUSIMU

S. JAKUTIS, V. VALENTINAVIČIUS

Sparčiai vystantis fizikos mokslui, įvairioms technikos šakoms, politechninis lavinimas bei gamybinis mokymas reikalauja, kad mokiniai vidurinėje mokykloje įgytų tvirtas fizikos mokslo pagrindų žinias. Pats gyvenimas verčia padaryti kai kurias pataisas mokomųjų dalykų turinyje, keisti mokymo metodus, juos tobulinti, padaryti veiksmingesnius. Tai liečia ir demonstracinį eksperimentą, kaip vieną iš pagrindinių mokymo metodų. Bendri pedagoginiai ir metodiniai reikalavimai fizikos demonstraciniam eksperimentui yra plačiai žinomi ir jų nenagrinėsime. Sustosime ties dviem klausimais: 1) reikalavimai demonstraciniam fizikos eksperimentui politechninio lavinimo bei gamybinio mokymo požiūriu ir 2) mokinių aktyvinimo būdai fizikos pamokose, naudojant demonstracinį eksperimentą.

Demonstracinio eksperimento vystymasis, įgyvendinant politechninį lavinimą bei gamybinį mokymą. Įgyvendinant įstatymą „Dėl mokyklos ryšio su gyvenimu sustiprinimo ir tolimesnio liaudies švietimo išvystymo LTSR“, sparčiai vystomi mokymo metodai, siekiama, kad mokiniai įgytų tvirtesnes žinias bei įgūdžius. Moksleivių paruošimas gyvenimui bei mokymuisi aukštojoje mokykloje turi būti nuolat gerinamas. Svarbiausią reikšmę tam turi įvairių dalykų dėstymo vidurinėje mokykloje priartinimas prie gyvenimo. Dėstant fiziką, svarbu fizikos reiškinius, fizikos dėsnius iliustruoti pavyzdžiais iš gyvenimo, iš technikos, mokyti, kaip įgytas žinias bei įgūdžius pritaikyti mūsų dienų gyvenime, parodyti, kaip greitai visose liaudies ūkio šakose vystoma mechanizacija, elektrifikacija, automatizacija. Šių dienų technikoje vis plačiau pritaikomi naujaisi matavimo, apskaitos ir valdymo metodai, o mokyklose neretai fizika dėstoma, naudojant pasenusius ir per daug suschematintus prietaisus.

Fizikos demonstracinio eksperimento prietaisai bei įrenginiai dažnai suschematinami todėl, kad stengiamasi pašalinti nagrinėjimui nereikalingas reiškinio detales ir labiau išryškinti nagrinėjamąsias. Pedagoginiu ir metodiniu požiūriu toks suschematinimas pateisinamas, bet kartais pasitaiko kraštutinių. Naudojant tokius prietaisus, mokiniai nepilnai supranta reiškinius arba nėra išmokomi juos suvokti buityje, technikoje. Paimkime pavyzdžių. Slenkamojo judesio kinematikos ir dinamikos demonstravimui yra sukonstruota įvairių prietaisų. Štai vežimėlis, veikiamas svorio svarelių, juda bėgiais arba tilteliu. Svareliai, kai jie vežimėlį traukia siūlu, permestu per skridinį, juda vertikaliai žemyn. Šiame suschematintame prietaise gana vykusiai atskirtas ir atitolintas, palyginus su Atvudo mašina,

traukimo jėgą suteikiantis svarelis nuo judančiojo — vežimėlio. Tačiau, kaip nurodo I. Rumiancevas¹, minėtam bandymui geriau tinka tokios priemonės, kaip Potapovo prietaisas, kur svarelis traukimo jėga matuojama dinamometru, pritaisytu prie vežimėlio. Tada nereikia svarelių perdėlioti į vežimėlį ir aiškinti, kad traukimo jėga tik apytikriai lygi svarelių svoriui, nes visiškai šio dinamikos uždavinio eksperimentuojant išaiškinti dar negalima. Antra vertus, technikoje traukimo jėga, pvz., traktorių, matuojama specialiais dinamometrais.

Schematiško prietaiso, kuriuo demonstruojant mokiniai gali klaidingai suprasti perteikiamą medžiagą, pavyzdžiu gali būti optinis diskas arba Glazyrino prietaisas su stačiakampiu ekranu. Prie šių prietaisų vartojami lęšiai ir sferiniai veidrodžiai yra siauros cilindrinų lęšių ir veidrodžių išpiovos. Nesupažindinus gerai, kokie iš tikrųjų yra sferiniai veidrodžiai bei lęšiai, mokiniai gali susidaryti klaidingą minėtų optinių stiklų vaizdą.

Bendrųjų sąvokų išaiškinimui paprastai naudojamas ir atitinkamas eksperimentas. Kai reiškinys demonstruojamas prietaisu, kuris yra tik fizikos kabinete, mokiniams gali būti sunku suprasti tą reiškinį gamtoje, buityje ar technikoje. Kietųjų kūnų šiluminis plėtimasis demonstruojamas vadinamuoju Gravezando rutuliuku. Srovių sąveika anksčiau būdavo demonstruojama, remiantis Ampero prietaisu. Nagrinėjant minėtus reiškinius, mokiniai būtinai juos susieja su nurodytais prietaisais. Nepademonstravus šių reiškinų paprastais įrengimais, kad ir pačių gamybos, juos vėliau sunkiai pastebės praktikoje. Per pamokas kartais nespėjama tą patį reiškinį demonstruoti keliais prietaisų variantais, todėl tiksliau vietoj suschematintų prietaisų imti labiau realius.

Vadinasi, ne visai gerai apgalvotas prietaisų suschematinimas, fizikinių reiškinų paaiškinimas tik pagal fizikos kabinetuose esamus prietaisus, nepadeda mokytojui susieti nagrinėjamos medžiagos su gyvenimu, su gamyba. Šia prasme fizikos demonstracinis eksperimentas darosi neveiksmingas, nors apskritai atitinka metodikos reikalavimus eksperimento technikai.

Mokyklos fizikos kabinetuose pasitaiko senų prietaisų, kurie turi istorinės reikšmės, o praktiškai beveik nenaudojami. Iš tokių galima paminėti šiluminį ampermetrą ir voltmetrą, prietaisus Herco bandymams pavaizduoti, nagrinėjant elektromagnetinių bangų savybes, elektromagnetinį oscilografą ir kt. Jų panaudojimas nepadeda susieti fizikos su gyvenimu, vadinasi, nereikia vartoti panašių prietaisų pamokose. Jie gali būti naudojami kaip demonstraciniai prietaisai užklasinuose užsiėmimuose, kur nagrinėjami istoriniai fizikos klausimai.

Labai dažnai sutinkama dar vienas mokyklos fizikos kabineto prietaisų trūkumas, kai demonstraciniai prietaisai savo konstrukcija neatitinka praktikoje naudojamų. Paimkime kelis pavyzdžius. P. Černiakas ir I. Račekas siūlo² kintamosios srovės generatoriaus modelį su statoriumi naudoti tik iš laidų vijų, kurių viduje sukamas pastovus magnetas. Praktikoje statorius be feromagnetinio metalo nevartojamas. Yra gana daug pasiūlymų, kaip su reostatų arba tam tikrų reostatinių modelių pagalba gauti iš nuolatinės srovės kintamąją srovę, artimą sinusoidinei. Technikoje srovės nėra taip keičiamos. J. Semeniakas³ pateikia gana įdomų būdą mažo dažnumo kintamajai srovei gauti asinchroniniu varikliu, imant srovę iš variklio

¹ И. В. Румянцев, Демонстрации при изучении кинематики и законов динамики в средней школе, Л., 1957.

² П. К. Черняк, И. М. Рачек, Изучение темы «Переменный ток», «Физика в школе», 1954, № 6.

³ Ю. А. Семеняк, О некоторых демонстрациях по электротехнике, «Физика в школе», 1959, № 4.

rotoriaus apvijų, kai šis daugiau ar mažiau yra stabdomas. Praktikoje toks srovių keitimo būdas nenaudojamas, ir mokiniams jis būtų nesuprantamas. Kartais fizikos bandymai atliekami su skysčio reostatais, kurie technikoje taip pat nesutinkami. Spauldoje pasitaiko pasiūlymų, kaip garo mašinos modelio vandens užvirinimui panaudoti elektros srovę, leidžiant ją spirale, įtaisyta modelio viduje. Vanduo greitai užverda, modelis ima veikti. Bet, pagreitinant modelio paruošimą bandymui, suklandinami mokiniai, nes garo katilai niekur nėra kaitinami elektros srove. Tokių prietaisų panaudojimas nepadaeda mokinių politechniniam lavinimui ir gamybiniam paruošimui. Reikėtų jų atsisakyti ir konstruoti tokius prietaisus ir veikiančius modelius, kurie būtų daugiau ar mažiau panašūs į technikoje naudojamus. Jų naudojimą kartais galima pateisinti geresnių, tobulesnių prietaisų stoka. Bet tai turėtų būti laikinas dalykas.

Mokyklinio fizikos eksperimento demonstracijoms, taip pat ir laboratoriniams darbams elektros grandinių jungiamieji laidai paprastai susukami į spiralę, o jungiant ištempiami, kiek yra reikalinga. Laidai nesikryžuoja, nesipainioja, geras grandinės matomumas, bet praktikoje toks jungiamųjų laidų paruošimas nepritaikomas. Todėl G. Žerechovas⁴, vadovaujamas A. Pokrovskio ir E. Goriačkino nurodymu, siūlo elektros grandinėse sujungimams vartoti tiesesnius laidus. Kad būtų geriau matomi, reikia juos imti storesnius arba įkištus į gumines žarneles.

Metodinėje literatūroje pastaruoju metu kai kurie žymūs fizikos metodistai (L. Reznikovas, K. Sachmajevs ir kt.) pasisako ne tik už įprastinių fizikos kabineto prietaisų tobulinimą, bet ir už kuo platesnį panaudojimą technikoje vartojamų naujausių prietaisų, kaip elektroakustinė aparatūra, elektroninis osciloskopas su komutatoriumi, elektrinis spidometras ir tachometras, elektriniai termometrai ir kt. Pritaikant tokią aparatūrą demonstraciniam fizikos eksperimentui, mokiniai ne tik susipažįsta su ja, bet ir sužino, kur ji vartojama technikoje, įgyja vertingų žinių politechninio lavinimo ir gamybinio mokymo požiūriu. Tačiau, naudojant tokią aparatūrą, atsiranda tam tikrų metodinių sunkumų, nes eksperimento pradžioje ne visuomet galima mokiniams paaiškinti prietaiso sandarą ir veikimą, pvz., nagrinėjant šilumą devintojoje klasėje, dar negalima pilnai išaiškinti elektrinio termometro su termistriu veikimo. Garsą demonstruojant garso generatoriumi, o nagrinėjant elektroniniu osciloskopu, dar negalima paaiškinti šių prietaisų sandaros, bet mokiniai susipažįsta su jų panaudojimu, pritaikymu technikoje, pvz., kad garso bangos įvairiems tyrimams, matavimams gaunamos ne kamertonu, o garso generatoriumi. Dėstydamas tolesnę fizikos kurso medžiagą, mokytojas turi supratimą apie šių prietaisų sandarą ir veikimą vis plėsti, gilinti, išaiškinti bent principinį jų veikimą (osciloskopo), o su kitais ir visiškai supažindinti. Einant šiuo keliu, yra nukrypstama nuo įprastos metodikoje tvarkos, kad prieš demonstruojant bandymus mokiniai pirma išsamiai supažindinami su panaudojamais prietaisais. Tačiau, turint anksčiau minėtus tikslus, toks nukrypimas yra pateisinamas. Vis daugiau metodikos teoretikų ir mokytojų pasisako už šį posūkį, dėstant fiziką. Iš tikrųjų juk yra nemaža fizikos sąvokų, su kuriomis mokiniai palaiptiesniui supažindinami per visą fizikos kursą (pvz., jėga, darbas, energija ir kt.). Toks laipsniškumas gali būti pateisinamas, ir supažindinant su demonstracine aparatūra, ypač jei tai duoda gerą pedagoginį efektą. Paimkime keletą pavyzdžių. B. Zvorykinas sukonstravo demonstracinį elektrinį termometrą su termoelementu, o pasakui I. Malyševs ir kiti ėmė vartoti termometrus su bolometru ir termiste-

⁴ Г. И. Ж е р е х о в, Политехническое обучение в демонстрационных опытах, М., 1957.

riu. Elektroninį osciloskopą, dėstant fiziką, naudoti pasiūlė A. Pinskis⁵, jis paruošė ir gana išsamius metodinius nurodymus. Vėliau daugelis metodistų bei mokytojų žurnaluose „Fizika v škole“, „Škola i proizvodstvo“ bei atskirose monografijose ėmė toliau vystyti jo metodinius nurodymus, taikyti konstrukciją demonstraciniam reikalui, paruošti pagalbinę aparatūrą (komutatorius, perjungėjus, modulatorius ir kt.). Nors dar nedaug, bet jau pasirodė mokykloms skirtų osciloskopų. B. Zvorykinas, K. Aimanovas ir kiti pateikė kai kurių pasiūlymų apie modelius iš automatikos ir telemechanikos srities bei jų panaudojimą, dėstant fiziką. Fizikos mokytojams reikia visa tai drąsiau taikyti savo darbe. Vystantis mūsų respublikoje radiotechnikos pramonei, susidaro palankios sąlygos aprūpinti mokyklų fizikos kabinetus minėtais naujaisiais prietaisais arba bent blokais ir detalėmis, iš kurių būtų galima juos pagaminti.

Tačiau kartais pasitaiko, mūsų nuomone, ir nukrypimų. Tokiu reikėtų laikyti N. Šachmajevo pasiūlymą atsisakyti įprastinių prietaisų (lazdelių, elektroforo, elektroforinės mašinos elektriniam krūviui gauti trynimu bei indukcijos būdu, o krūvius gauti su aukštos įtampos lygintuvo pagalba). Jis argumentuoja tuo, kad minėtas krūvių gavimo būdas nenaudojamas praktikoje. Su tuo pasiūlymu sutikti negalima, nes dėstant būtų einama ne nuo lengvesnio prie sunkesnio, kaip reikalauja vienas iš pagrindinių daktikos principų, o atvirkščiai. Antra vertus, elektriniai krūviai, atsirandantys trinant, plačiai sutinkami technikoje. Kaip nurodo I. Soloveičikas⁶, dirbant įvairioms mašinoms ar mechanizmams, vyksta mašinų ir apdirbamųjų medžiagų įsielektrinimas. Įsielektrina perpilami skysčiai, malamos kietos medžiagos. Visiems žinomas elektrostatiinių krūvių susidarymas dėl trinties tekstilės pramonėje, audžiant arba verpiant. Reikia imtis net specialių būdų siūlams arba audiniams iškrauti. Nepaaiškinus mokiniams, panašūs reiškiniai liktų nesuprantami.

Be to, stengiantis fizikos kabineto prietaisus bei modelius paruošti kiek galint panašesnius į tikras mašinas bei įrengimus, mokyklų praktikoje neretai gaminami labai sudėtingi modeliai, tiksliai kopijuojantys sudėtingus technikos įrengimus (elektrifikuoti kolūkiai, hidroelektrinės ir pan.). Jų gaminimui sunaudotas lėšas bei darbą negali pateisinti pasiektas pedagoginis efektas, nes plačiau susipažįstama tik su vienu kitu technikos objektu. Šia linkme reikėtų kreipti būrelio veiklą tik tada, kada gerai įrengtas fizikos kabinetas kasdieniniam darbui.

Norint padidinti fizikos demonstracinio eksperimento efektyvumą, reikia ne tik gerinti prietaisus, bet ir įvairinti demonstravimo metodus. Reikia plačiau panaudoti šešėlinę projekciją. Tai seniai žinomas būdas, tačiau tenka pripažinti, kad mūsų respublikos mokyklose retai naudojamas. Juo gana paprastomis priemonėmis galima pademonstruoti daugelį įdomių bandymų (elektrinį ir magnetinį lauką, bangas vandens paviršiuje, oro jonizaciją žvakių liepsnoje ir kt.). Greitai vykstančius periodiškus procesus galima pademonstruoti su stroboskopinio efekto pagalba. Pritaikant šį efektą, gerai sekasi stebėti sulėtintą kamertono šakutės ar bangų vandens paviršiuje judėjimą, nagrinėti kintamosios srovės savybes, išmatuoti periodinių procesų dažnumą ir t. t. Efektas yra pritaikomas ir gamyboje. Štai 1952 m. Vilniaus elektros skaitiklių gamykloje, ėmus kontroliuoti naujai pagamintus skaitiklius stroboskopiniu metodu, kontrolės darbas labai supaprastėjo.

⁵ А. А. Пинский, Изучение переменного тока в курсе физики средней школы, М., 1958.

⁶ И. А. Соловейчик, Статическое электричество в технике, «Физика в школе», 1961, № 6.

Keičiant ir tobulinant prietaisus bei demonstravimo būdus, mokiniai vis geriau supažindinami su fizikos reiškinių bei dėsnių pritaikymu praktikoje, jų žinios darosi tvirtesnės, besimokydami fiziką, pamėgsta techniką, geriau pasiruošia darbui.

Demonstracinio eksperimento panaudojimas mokomajame procese. Mokyklinio fizikos demonstracinio eksperimento veiksmingumą galima padidinti, tinkamai panaudojus demonstracijas, ne tik perteikiant medžiagą, bet ir visose kitose pamokos dalyse: keliant naują problemą, pasiruošiant demonstravimui, įtvirtinant išdėstytą medžiagą, taip pat apklausos metu. Visais atvejais mokiniai aktyviai įsijungia į darbą. Tai išplaukia ir iš mokinių dėmesio savybių. Pagal psichologijos mokslą, perteikiant naują medžiagą, iš pradžių mokinių dėmesys, ypač jei remiamasi eksperimentu, yra nevalingas. Tolesnis darbas, išvadų darymas, apibendrinimas pareikalauja mokinių valios įtempimo, dėmesys darosi valingas. Valingas jis paprastai yra ir medžiagos įtvirtinimo bei žinių tikrinimo metu. Mokiniai greitai nuvargsta, sunkiai suvokia ir įsisavina nagrinėjamą medžiagą. Todėl mokytojas turi stengtis mokinių dėmesį padaryti pakartotinai valingą ir pastovų. Tam padeda eksperimento panaudojimas, jo įvairinimas, demonstravimo metodikos tobulinimas, stengimasis susieti mokinių žinias su praktika, sudominti nagrinėjamuoju klausimu. Apžvelgsime demonstracinio eksperimento panaudojimo galimybes įvairiose pamokos dalyse, siekiant maksimalaus efektyvumo.

Pradėdamas aiškinti naują klausimą, mokytojas turi tinkamai priėti prie naujos temos, supažindinti su nagrinėjama problema mokinius, sudominti juos, sužadinti jų aktyvumą. Naują problemą dažnai galima išskirti, remiantis pačių mokinių patyrimu, pvz., aiškinant inerciją. Yra temų, kur problemos iškėlimui tinka eksperimentas. Štai XI klasėje, aiškinant dienos šviesos lempos konstrukciją ir įjungimą į tinklą, iš pradžių galima lempos elektrodus tiesiai įjungti į elektros apšvietimo tinklą. Ši lempa nedega, nors visiems žinoma, kad kaitinamoji lemputė, taip įjungta, dega. Praktikoje dienos šviesos lempos yra maitinamos apšvietimo tinklo srove. Iškyla problema, kokia dienos šviesos lempos sandara ir kaip ji įjungžiama į tinklą. Panašus problemos iškėlimas aktyvina mokinius, sutelkia jų dėmesį naujam eksperimentui. Kartu reikia mokiniams nurodyti, kad negalima bet kokį nežinomą prietaisą iš karto jungti į tinklą.

Aiškindamas naują medžiagą, mokytojas kartais pateikia medžiagos išdėstymo planą, užrašydamas jį lentoje arba padiktuodamas. Planą galima pateikti ir tada, kai naudojamas eksperimentas. Kai kada tokio plano sudarymas geriau tinka įtvirtinant medžiagą, dargi suplanuojant su mokinių pagalba. Aiškinant Komovskio siurblių bei jo panaudojimą, planą geriau duoti iš pradžių, o nagrinėjant elektromagnetinę indukciją, geriau jį sudaryti, išnagrinėjus klausimą, kad būtų labiau susisteminta visa sudėtinga eksperimentinė medžiaga. Daugeliu atvejų planą galima duoti tiek aiškinimo pradžioje, tiek ir po dėstymo. Planas sutelkia mokinių dėmesį, išryškina atskiras nagrinėjamo reiškinio savybes ir padeda padaryti apibendrinančias išvadas. Toks planavimas kelia tiek pamokos, tiek ir demonstracinio eksperimento efektyvumą.

Kiekvienas mokyklinis eksperimentas susideda iš trijų dalių: supažindinimo su prietaisais, bandymo atlikimo ir išvadų padarymo. Demonstracinį eksperimentą mokytojas paprastai pradeda, supažindindamas su naudojama aparatūra. Tačiau supažindinimas neturi būti vien paprastas priemonių išvardijimas. Dažnai mokytojui tenka išaiškinti, kodėl naudojamas toks, o ne kitoks prietaisas, kokia jo konstrukcija, o tai padeda išryškinti nagrinėjamojo reiškinio esmę. Demonstruojant šiluminį metalų plėtimąsi paprastu prietaisu, kurį sudaro metalinis virbalas, vienas virbalo

galas yra įtvirtintas, o kitas padėtas ant adatos, ant kurios užmautas šiaudelis-rodyklė. Kaitinant spiritine lempute virbalą, rodyklė sukasi ir parodo virbalo plėtimąsi nuo šilumos. Tačiau mokiniams gali kilti klausimas, ar negalima pastebėti virbalo plėtimosi tiesiogiai, be pagalbinio įrengimo. Todėl, prieš supažindinant su prietaisu, reikia parodyti, kad, kaitinant virbalą be specialaus įrengimo, plėtimosi pamatyti neįmanoma. Mokiniam paaiškėja, kad metalų plėtimasis yra nedidelis ir stebėjimui reikalingas atitinkamas įrengimas. XI klasėje, demonstruojant šviesos dispersiją trikampe prizme, aparatūros išdėstymą (ekrano vietą) gali padėti nustatyti mokiniai, remdamiesi žiniomis apie šviesos spindulių eigą trikampėje prizmėje.

Norint padidinti fizikos demonstracijų veiksmingumą pamokoje, svarbios reikšmės turi pačių mokinių įtraukimas į darbą. Tačiau šis klausimas sukelia ir diskusijų, nes per daug neracionaliai gali būti eikvojamas laikas. Mat, mokiniui eksperimentas negali taip sklandžiai pavykti, kaip mokytojui. Patirtis rodo, jog bandymus, ypač sudėtingesnius, turi atlikti mokytojas, o mokiniai gali tik padėti. B. Kildiuševskis⁷ nurodo, kad mokinius kartais galima gana vykusiai įtraukti į problemos išskelimą. Štai, aiškinant ilgio matavimą, pakviečiami keli mokiniai išmatuoti to paties kūno ilgį skirtingais prietaisais. Rezultatus jie turi užrašyti lentoje. Visi mokiniai gauna skirtingus rezultatus arba juos skirtingai užrašo lentoje. Iškyla problema, kaip reikia matuoti, kad rezultatas ir užrašymas būtų vienodi, kad būtų galima tiksliai nustatyti kūno ilgį. Toliau ima aiškinti mokytojas. Mokiniai gali padėti mokytojui, pvz., demonstruojant atmosferos slėgio bandymus, tinka pakviesti mokinius sukti siurblių ir kt.

Užklasinųjų užsiėmimų metu mokiniai pagamina daug vertingų, originalios konstrukcijos demonstracinių prietaisų. Norint, kad mokiniai sugebėtų geriau taikyti fizikos pamokų metu įgytas žinias praktikoje, pastebima tendencija įtraukti į prietaisų, modelių konstravimą ir gaminimą vis daugiau mokinių, o jų pagamintus prietaisus panaudoti demonstravimų metu. Tai puiki priemonė mokinių aktyvumui skatinti.

Žymiai daugiau bandymų prie demonstracinio stalo atlikti mokiniams galima leisti, įtvirtinant medžiagą. Metodika reikalauja, kad kiekvienas kartojimas būtų ėjimas pirmyn, o ne paprastas bandymo pakartojimas. Įtvirtinant verta pakeisti ankstesniame bandyme naudotas medžiagas, šviesos ar šilumos šaltinius ir pan. Štai, kartojant Archimedo dėsnio bandymą, galima imti ne vandenį, o kokį nors kitą skystį, pvz., žibalą. Toks kartojimas iškelia naujas problemas, plačiau mokiniai sužino apie reiškinį ar dėsnį, aktyviau įtraukia juos į darbą. Kartais įtvirtinimui galima palikti dalį neišnagrinėto klausimo, nes yra atvejų, kai nagrinėjimo ir eksperimentavimo metodai yra analogiški mokytojo išnagrinėjai medžiagos daliai. Aiškinant laidininko, kuriuo teka srovė, judėjimą magnetiniame lauke, mokytojui pakanka išnagrinėti vieną iš galimų keturių magnetinio lauko bei srovės krypčių, supažindinti su kairiosios rankos taisykle, o kitus atvejus galima demonstruoti pakviečiant mokinius, mokytojui vadovaujant bei įtraukiant visą klasę. Panašiai galima daryti, aiškinant elektros krūvių sąveiką, elektromagnetinę indukciją, vaizdų gavimą veidrodžiais bei lęšiais ir kt.

Įtvirtinant medžiagą, gana puikius rezultatus duoda eksperimentinių uždavinių sprendimas demonstraciniu būdu. A. Ivanovas⁸ nurodo, kad mokiniai labai aktyviai įsijungia į darbą, ir naudojant demonstracinį eks-

⁷ Б. Ф. Кильдюшевский, Развитие мышления учащихся на уроках физики, Вопросы преподавания физики в школе, М., 1954.

⁸ А. А. Иванов, Демонстрационный эксперимент на уроках физики, Из практики политехнического обучения, М., 1955.

perimentą tik kaip uždavinio sprendimo iliustraciją. Štai sprendžiamas uždavinys pagal Omo dėsnio formulę grandinės daliai: $I = \frac{U}{R}$. Duota U ir R , reikia rasti I . Ant demonstracinio stalo įjungiamą grandinę, kur varža yra tokio didumo, koks duotas sąlygoje. Reostatu nustatoma uždavinio sąlyga, atitinkanti U reikšmę. Ampermetras kol kas uždengtas ekranu. Kai mokiniai išsprendžia uždavinį, nuimamas ekranas ir matomas ampermetro parodymas. Mokiniai su įdomumu patikrina sprendimo rezultata.

Nereikia vengti demonstracinio eksperimento ir mokinių apklausos metu. Mokiniai gali atsakinėti pagal modelius arba atlikdami paprastus bandymus, mokytojo demonstruotus praėjusioje pamokoje. Sudėtingesniems bandymams mokiniai turi iš anksto pasiruošti. Galima sistemingai, pagal sudarytą grafiką, leisti iš vakaro fizikos kabinete kiekvienai pamokai pasiruošti 3—4 mokiniams. Kitą dieną pamoką atsakinėja vienas iš pasiruošusiųjų, demonstruodamas bandymą. Nepasiruošusieji atsakinėja tą medžiagą, kur nereikia bandymo. Tokiu būdu mokiniai įpratunami vartoti demonstracinius prietaisus, susipažįsta arčiau su fizikos kabinetu, pamėgsta fiziką, atidžiau seka mokytojo demonstravimus. Tokį metodą taikė Šiaulių III septynmetės mokyklos mokytojas D. Butkus, taip pat Šiaulių pedagoginio instituto studentas. Rezultatai gana geri.

Dėstant fiziką, paskutiniu metu imta derinti mokinių bandymus su mokytojo demonstraciniu eksperimentu: dalį paprastesnių reiškinių mokiniai nagrinėja, panaudodami frontalių laboratorinių darbų aparatūrą bei įvairias ant stalų išdėstytas medžiagas. Sudėtingesnius dalykus demonstruoja tik mokytojas. Taip išsivystė nauja mokyklinio fizikos eksperimento forma — frontalus mokinių eksperimentas. Šios eksperimento formos derinimas su demonstraciniu eksperimentu yra labai veiksmingas. Reikia skatinti bei vystyti jo metodiką.

Plečiant demonstracinio eksperimento panaudojimo ribas, visą laiką reikia vadovautis bendraisiais pedagoginiais ir metodiniais reikalavimais. Paliesime keletą psichologinių bei loginių reikalavimų.

Psichologijos mokslas aiškina, kad suvokimas yra stipresnis, kai reiškinys suvokiamas ne vienu kuriuo nors, bet keliais jutimo organais. Visiems mokytojams yra žinomas elektros kibirkšties demonstravimo elektroforine mašina efektingumas. Čia mokiniai ir mato, ir girdi. Todėl mokytojui, kur yra galima, reikia stengtis išnaudoti visas galimybes. Demonstruojant lempinio generatoriaus veikimą, generuojamus virpesius galima stebėti osciloskopu, tačiau stebimo reiškinio efektingumas padidėja, jei dar remiamasi ir girdėjimu. Tam ant vienos iš ričių (virpesių grandinės arba grįžtamojo ryšio) šerdies užmaunama trečioji ritė, sujungta su garsiakalbiu. Mokiniai ne tik mato oscilogramą, bet ir girdi atitinkamo tono garsą. Jie stebi oscilogramas ir garso kitimą, keičiant virpesių grandinės induktyvumą arba talpumą. Panašių pavyzdžių galima rasti ir daugiau.

Demonstruojant bandymus, fizikos mokytojui svarbu mokėti naudoti analizę ir sintezę. Pasitaiko, kad mokytojui sunkiai sekasi išaiškinti paprastus dalykus todėl, kad jis nemoka gerai analizuoti nagrinėjamų reiškinių, o paskui jų apibendrinti, daryti išvadas. Buvo stebėta, kaip mokytojas ne visai sėkmingai demonstravo ir aiškino inercijos dėsnį todėl, kad nemokėjo gerai išanalizuoti šį sudėtingą reiškinį (kūnų savybę išlaikyti reliatyvią rimtį, tiesiaieigį ir tolyginį judėjimus), atskirai demonstruodamas atitinkamus bandymus, o paskui padaryti apibendrinančią išvadą, pateikti dėsnio formulavimą, be to, išaiškinti, kad kūnai, pagal inercijos dėsnį, gali judėti ir neveikiami jokios jėgos. Tuo tarpu pirmą kartą praktiškai atliekančiai gerai pasikonsultavusiai studentei temos išdėstymas nesudarė jokių sunkumų. Reikia pastebėti, kad šiuo požiūriu daugelis klau-

simų ne visai sklandžiai išdėstyti ir fizikos vadovėliuose. Tai galima pasakyti ir apie inercijos dėsnį.

Atliekant demonstracinių eksperimentą, gana dažnai tenka taikyti palyginimo metodą. Kad būtų galima išaiškinti, dėl kurių priežasčių ir kaip kinta vienas ar kitas dydis, nustatyti tarp jų funkcinę priklausomybę, nagrinėjimui nereikalingus dydžius reikia laikyti nekintamais. Mokytojas turi tam tikru būdu paruošti bandymą ir jį atlikti. Imkime pavyzdį. Demonstruojant šiluminį spinduliavimą termoskopu su manometru, nagrinėjama spinduliavimo arba spindulių sugėrimo priklausomybė nuo kūno paviršiaus spalvos. Visais atvejais turi būti išlaikomas vienodas atstumas tarp šilumą skleidžiančio kūno ir termoskopo. Kiekvieną bandymą reikia demonstruoti vienodą laiko tarpą ir visuomet ataušinti termoskopo dėžutę, kad manometro parodymai grįžtų į pirmąją padėtį. Mokytojui, nemokant gerai pritaikyti palyginimo metodo, susidaro sunkumų išaiškinti reiškinį bei dydžių priklausomybę, eksperimentą mokiniai sunkiai supranta, sumažėja jo veiksmingumas.

Išplečiant demonstracinio eksperimento panaudojimo ribas, remiantis juo ne vien nagrinėjant naujus klausimus, bet ir plačiai įtraukiant mokinius, teisingai analizuojant bei apibendrinant rezultatus, galima pasiekti didesnio bandymų efektyvumo, priartinti mokymą prie gyvenimo.

SPI Fizikos katedra
VVPI Teorinės fizikos katedra

Iteikta
1962 m. kovo mėn.

PANAUDOTA LITERATURA

1. Румянцев И. В., Демонстрации при изучении кинематики и законов динамики в средней школе, Л., 1957.
2. Жерехов Г. И., Политехническое обучение в демонстрационных опытах, М., 1957.
3. Елизаров К. Н., Электромагнитные колебания и волны в курсе физики средней школы, Л., 1954.
4. Семеняк Ю. А., О некоторых демонстрациях по электротехнике, «Физика в школе», 1959, № 4.
5. Резников Л. И. и Шахмаев Н. М., Об использовании технических приборов и новых материалов в преподавании физики, «Физика в школе», 1956, № 5.
6. Галанин Д. Д., Некоторые очередные задачи методики физики, «Физика в школе», 1953, № 3.
7. Шахмаев Н. М., Из опыта оборудования физического кабинета, М., 1957.
8. Айманов К., Изучение некоторых принципов телемеханики с помощью самодельных моделей, «Физика в школе», 1959, № 5.
9. Зворыкин Б. С., Приборы по автоматике, радиосвязи и радиоуправлению, «Физика в школе», 1959, № 5.
10. Пинский А. А., Изучение переменного тока в курсе физики средней школы, М., 1958.
11. Ченобытов А. М., Криволинейное и вращательное движение в курсе физики средней школы, Л., 1957.
12. Черняк П. К., Рачек И. М., Изучение темы «Переменный ток», «Физика в школе», 1954, № 6.
13. Малышев И. М., Волновые и квантовые свойства света, М., 1957.
14. Шахмаев Н. М., Некоторые вопросы методики изучения электромагнитного поля в средней школе, «Известия АПН РСФСР», М., 1959, № 106.
15. Емельянов Ф. С., Использование стробоскопических явлений, Сборник по методике и технике физического эксперимента, М., 1960.
16. Кильдюшевский Б. Ф., Развитие мышления учащихся на уроках физики, Вопросы преподавания физики в школе, 1954.
17. Иванов А. А., Демонстрационный эксперимент на уроках физики, Из практики политехнического обучения, М., 1955.
18. Соловейчик И. А., Статическое электричество в технике, «Физика в школе», 1961, № 6.

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШКОЛЬНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

С. ЯКУТИС, В. ВАЛЕНТИНАВИЧЮС

Резюме

Совершенствование содержания школьного курса и методов, применяемых при обучении физике, требуют дальнейшего развития демонстрационного эксперимента. Целесообразно отказаться от чрезмерной схематичности приборов. Их конструкция должна в некоторой степени соответствовать установкам, применяемым в практике. В демонстрационном эксперименте должны найти также отражение новейшие достижения техники.

Демонстрационный эксперимент следует использовать не только при изложении нового материала, но и на других этапах урока. Привлечение учащихся к постановке и проведению демонстрационного эксперимента оказывает положительное влияние на качество знаний и развитие практических умений и навыков школьников.
