

ENSV matemaatikute ja füüsikute
II teaduslik-pedagoogilise
konverentsi lühiettekannete
KOGUMIK

TARTU 1962



ENSV HARIDUSMINISTEERIUM
TARTU RIIKLIK ÜLIKOOI
ENSV TA LOODUSEUURIJATE SELTS

ENSV MATEMAATIKUTE JA
FÜÜSIKUTE
II
TEADUSLIK-PEDAGOOGILISE
KONVERENTSI
LÜHIETTEKANNETE
KOGUMIK

Tartu 1962

Тартуский государственный университет
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 18
СБОРНИК СООБЩЕНИЙ МАТЕМАТИКОВ И ФИЗИКОВ ЭССР
НА II НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
На эстонском языке



Vastutav toimetaja F. Vichmann
Korrektor H. Rajando

=====

TRÜ rotaprint 1962. Trükipoognaid 7,5.
Tir. 500 eks. MB 03000. Tell. nr. 748.

Hind 23 kop.

ÜLEVAADE ENSV HARIDUSMINISTEERIUMI
JUURES TÖÖTAVA FÜSIKA JA ASTRONOOMIA KOMISJONI TÖÖST
JA FÜSIKA ÕPETAMISE SUUNDADEST

A. E m m o

Füüsika ja astronoomia komisjon töötab Haridusministeeriumi juures nõuandva organina.

NLKP XXI kongressil otsustati tihendada sidet kooli ja tootva töö vahel. Sellest otsusest lähtudes toimub üldharidusliku kooli ümberkujundamine. Sellesse töösse on rakendatud ka füüsika ja astronoomia komisjon. Komisjoni peamisteks tööloikudeks kahe viimase aasta jooksul on olnud:

1) erinevate koolitüüpide füüsika ja astronoomia õppeplaanide arutamine;

2) õppeplaanidele vastavate õppeprogrammide ja nende seletuskirjade koostamine ja arutamine;

3) koolide varustamine ajakohaste õpikute ja muude käsiraamatutega.

Õppeplaanide koostamisel on komisjonil olnud vähe üelda. Meie kaheksaklassilistes koolides praegu kehtiv füüsika õppeplan erineb Vene NFSV-s kehtivast. Vastavalt õppeplanile tuli meie vabariigi kaheksaklassilistele koolidele koostada eri õppeprogrammid, sest õppematerjali jaotus ja ulatus sõltub õppeplanist. Praegu töötavad meie vabariigi kaheksaklassilised koolid füüsika programmi järgi, mis on koostatud ainult meie vabariigi jaoks. Ajalehes "Õukogude Õpetaja" avaldati komisjoni poolt koostatud ja läbiarutatud programmi projekt ja küsimustik selle kohta. Selle küsimustiku alusel arutati projekti rajoonide õpetajate kokkutulekul. Arutluste tulemusi kasutas füüsika ja astronoomia komisjon programmi projekti viimistlemisel, kusjuures enamik parandusettepanekuid võeti arvesse.

Alates 1962/63. õppeaastast võetakse meie vabariigi koolides kasutusele samasugune füüsika õppeplan, nagu see on Vene NFSV-s; siis on ka meie koolides võimalik kasutada sa-

mu õppeprogramme, mis kehtivad Vene NFSV-s.

Komisjon on arutanud töölisnoorte ja maanoorte koolide füüsika õppeprogramme ja koostanud nende kohta seletuskirja.

Komisjonil on tulnud korduvalt tegelda füüsika ja astronoomia õpikute küsimusega. Toetudes I matemaatikute ja füüsikute konverentsi otsustele taotles komisjon füüsika tõlkeõpikute asendamist originaalõpikutega. Selle tulemusena sai VI klass kohalike autorite kirjutatud füüsikaõpiku, mis trükiti katseõpikuna. 1959. aastal kuulutas Haridusministeerium välja konkursi VII ja VIII klasside füüsikaõpikute saamiseks. Konkursile esitati mitu füüsikaõpiku käsikirja, kuid Haridusministeerium ei tunnistanud ühtegi neist nõuetele vastavaks ja kasutamisele võeti tõlkeõpikud. Esitatud õpikute käsikirjad ei olnud niivõrd halvad, et neist ümbertöötamisel ei oleks saanud korralikku füüsikaõpikut, kuid aeg nende ümbertöötamiseks jäi lühikeseks. Põhimõtteliselt ei ole Haridusministeerium originaalõpikute suhtes eitaval seisukohal, kuigi töö originaalõpikute kallal praegu seisab.

Komisjon on tutvunud meie koolides kasutatava astronoomiaõpikuga, mis on tõlgitud vene keelest. Komisjon leidis, et õpik on vananenud, ei käsitle ainet metoodilisest seisukohast rahuldavalt ega sobi meie tänapäeva kooli. Ka siin pole komisjoni taotlused andnud tagajärgi.

Komisjoni algatusel ja heakskiitmisel on ilmunud füüsika praktikumi tööjuhendid õpilastele. Arvatavasti kergendab see raamat õpetaja tööd füüsika laboratoorse teööde korraldamisel.

Komisjoni koosolekutel on arutatud õpilastele ja õpetajatele vajaliku füüsikaalase kirjanduse soetamise küsimust. Leiti, et nii kaheksaklassiline kui ka täielik keskkool vajab ajakohast õppeprogrammide ja metoodilistele nõuetele vastavat füüsika ülesannetekogu. Õpilastele on vaja kas ajakirja või artiklite kogumikku, milles neid tutvustatakse teaduse ja tehnika uudistega.

Õpetajatele on vaja füüsika katsete korraldamise juhiseid, mis aitaksid tõsta füüsika õpetamise taset koolis.

Õpetajad vajavad lühikesi ja sisukaid teadust, õpetamise metoodikat ja katsete korraldamise tehnikat käsitlevaid teoseid. Vene keeles ilmub väga palju vastavat kirjandust, kuid kõiki tõlkida pole võimalik. Ka ei ilmu suur osa sellealast kirjandust meil müügile, seepärast tuleb hoolega valida, mida tõlkida. Igakord ei ole tõlgitud materjal õpetajale just kõige vajalikum ja on tõlgitud isegi mittevajalikku.

Ka meie vabariigis tehakse uurimistööd füüsika õpetamise metoodika ja katsete korraldamise tehnika alal. Selle töö viljana laekub igal aastal "Pedagoogilistele Loengutele" väärtuslikke töid, mis on ilmunud ka eri raamatutena. Paljud eesrindlikud füüsika ja astronoomia õpetajad uurivad õpetamise probleeme. Füüsika õpetamise alal kirjutavad kandidaaditöid Haridusministeeriumis J. Hendre ja Tartu Riiklikus Ülikoolis M. Jaagus. Tartu Riiklikus Ülikoolis ja Eduard Wilde nimelises Tallinna Pedagoogilises Instituudis valmib igal aastal hulgaliselt diplomi- ja kursusetöid füüsika õpetamise metoodika ja katsete korraldamise tehnika alalt. Nendes töödes leidub mõndagi, mis on vajalik füüsikaõpetajatele ja vääriks tutvustamist õpetajate laiematele ringkondadele.

Peale eespool nimetatud töölohkude on komisjon arutanud füüsika ja astronoomia õpetajate ettevalmistamise küsimust ja läbi vaadanud vastavad õppeplaanid, mille esitasid Ed. Wilde nimeline Tallinna Ped. Instituut ja Tartu Riiklik Ülikool.

Komisjon on igal aastal koostanud füüsika küpsuseksami piletid. Käesoleva aasta kevadel viib komisjon läbi õpilaste teadmiste kontrollimise füüsikas ja uurib koolide varustamist füüsika katseriistadega.

Komisjon on koostanud kaheksaklassilisele koolile vajalikkude füüsika terminite ja sümbolite kogu. Seda tööd jätkatakse täieliku keskkooli ulatuses.

Kavatsustest ja suundadest füüsika õpetamisel võib nime-

tada järgmist:

1. Haridusministeeriumil on kavatsus muuta õppeprogrammid stabiilseteks, mille tagajärjel saab muuta stabiilseiks ka õpikud.

2. Füüsika õpetamist tuleb enam siduda tootva tööga ja teiste õppeainetega.

3. Õpilastele tuleb anda kindlaid ja praktikas rakendatavaid teadmisi ja oskusi füüsika ja tehnika alalt.

4. Õpetamisel tuleb senisest suuremal määral arendada õpilaste aktiivsust ja juhendada nende iseseisvat töötamist raamatuga.

5. Füüsika õpetamisel rakendada katsetel tänapäeva tehnikat; varustada koolid küllaldase arvu ajakohaste õppevahenditega ja neid õpetamisprotsessis ka kasutada.

TETRAEEDRI RUUMALA VALEMITEST

J. G a b o v i t š

Elementaargeomeetria üheks klassikaliseks ülesandeks on kolmnurga pindala arvutamine kolme külje järgi. Lahendus on antud üldtuntud Heroni valemiga. Kolmnurga ruumiliseks analoogiks on tetraeeder, ja Heroni ülesande ruumiliseks analoogiks on järgmine probleem: arvutada tetraeedri ruumala kuue antud serva järgi. Esimesena andis meetodi selle ülesande lahendamiseks 16. sajandi kuulus itaalia matemaatik Nicolo Tartaglia. Ent Tartaglia ei andnud valmis valemit ülesande lahendamiseks, sest tol ajal oli algebra-line sümboolika alles kujunemisel. Vastava valemi autoriks oli 17. sajandi väljapaistev saksa teadlane-entsüklopedist Joachim Jungius, kes peale matemaatika tegeles astronoomia, füüsika, keemia, botaanika ja paljude teiste teadustega.

Jungius ise ei avaldanud trükkis tema poolt tuletatud valemit, ja kuigi seda tegi tema õpilane W. Weland 1640.a., ei saanud Jungiuse valem matemaatikutele üldtuntuks. 18. sajandi kuulsaim matemaatik, Peterburi Akadeemia tegevliige Leonhard Euler ei tundnud ei Tartaglia ega Jungiuse vastavaid töid ja andis iseseisva meetodi tetraeedri ruumala arvutamiseks kuue serva järgi.

Tähistame tetraeedri ühest tipust väljuvad servad a, b, c ning vastavad kiivservad a_1, b_1, c_1 . Siis Jungius-Euleri valem tetraeedri ruumala V arvutamiseks on järgmine:

$$\begin{aligned}
 144V^2 = & a^2 a_1^2 (b^2 + b_1^2 + c^2 + c_1^2 - a^2 - a_1^2) + \\
 & + b^2 b_1^2 (c^2 + c_1^2 + a^2 + a_1^2 - b^2 - b_1^2) + \\
 & + c^2 c_1^2 (a^2 + a_1^2 + b^2 + b_1^2 - c^2 - c_1^2) - \\
 & - (a^2 b^2 c_1^2 + a^2 b_1^2 c^2 + a_1^2 b^2 c^2 + a_1^2 b_1^2 c_1^2) .
 \end{aligned}$$

Kõnesoleva ülesande revideeris 19. saj. inglise matemaatik J. Silvester, kes juhtis tähelepanu Jungius-Euleri valemi "kohmakusele" ja raskele meelespidamisele. Silvesteril õnnestus anda sellele valemile hoopis lihtsam ja "elegantsem" kuju, avaldades valemi parema poole viierealise determinandina :

$$288V^2 = \begin{vmatrix} 0 & c_1^2 & b_1^2 & a^2 & 1 \\ c_1^2 & 0 & a_1^2 & b^2 & 1 \\ b_1^2 & a_1^2 & 0 & c^2 & 1 \\ a^2 & b^2 & c^2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Euler lahendas ka teise klassikalise ülesande: arvutada tetraeedri ruumala külgservade ja tipu tasanurkade järgi. Kui nurgad servadega (b,c) , (a,c) , (a,b) tähistada vastavalt α, β, γ , siis on

$$V = \frac{1}{3} abc \sqrt{K} ,$$

kus

$$K = \sin \delta \sin(\delta - \alpha) \sin(\delta - \beta) \sin(\delta - \gamma),$$

$$\delta = \frac{\alpha + \beta + \gamma}{2} .$$

Uue ülesandena vaadeldakse käesolevas töös järgmist:

arvutada tetraeedri ruumala külgtahkude pindalade S_1, S_2, S_3 ja külgtahkude vaheliste nurkade järgi. Selle ülesande lahendamiseks on tuletatud valem

$$V = \frac{2}{3} \sqrt{S_1 S_2 S_3} \sqrt{L} ,$$

kus

$$L = -\cos \delta \cos(\delta_1 - \alpha_1) \cos(\delta_1 - \beta_1) \cos(\delta_1 - \gamma_1),$$

$$\delta = \frac{\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1}{2} .$$

TARTU 2. KESKKOOLI ÕPPEOBSERVATOORIUMI

TÖÖST

R. H a l l i m ä e

Tartu 2. Keskkooli õppeobservatooriumi - Nõukogude Liidu esimese kooliobservatooriumi - rajamine ulatub 1948. aastasse, mil allakirjutanu sai kõnesoleva kooli füüsika ja astronoomia õpetajaks. Selgus, et kooli ning Tartu Linna Pedagoogilise Kabineti käsutuses oli mitmeid geofüüsikalisi ja astronoomilisi instrumente, mida võis kasutada mitte ainult õppemetoodiliseks tööks, vaid ka teaduslike vaatluste otstarbeks. Õppeaasta paari esimese kuu kestel teostati tarvilikud ettevalmistused ning novembris 1948 algasid süstemaatilised meteoroloogilised vaatlused õhurõhu, temperatuuri, niiskuse, pilvituse ja lumikatte alal.

Kuni kõnesoleva ajani puudusid allakirjutanul metoodilised kogemused ulatuslikuma vaatlustegevuse organiseerimiseks kooli tingimustes. Polnud kasutada mingeid vastavaid eeskujusid. Üheaegselt vaatlusmetoodika teadusliku külje süvendamisega algasid loovad otsingud vaatlustegevuse orgaaniliseks seostamiseks õppetööga. Põhimõtteks oli, et vaatlusalasest tegevusest võtaksid osa võimalikult kõik õpilased, kelle füüsika klassikursus on seotud vastava vaatlusala temaatikaga.

Esimeste tööaastate praktika andis väärtuslikke kogemusi. Suure arvu õpilaste tohutu huvi sedalaadi tegevuse suhtes õigustas taotlusi laiendada vaatlusalast temaatikat. See omakorda nõudis instrumentaariumi täiendamist. Vabariigi Haridusministeerium hindas uue pedagoogilise algatuse tähtsust ning toetas observatooriumi erisummadega. Samuti leidis ministeeriumi toetust allakirjutanu ettepa-

nek ehitada koolihoonele spetsiaalne vaatlustorn. Mõningatest kohapealsetest raskustest tingituna vaatlustorni väljaehitamine sai teoks alles 1953.aastal.

Vaatlustorn, mis ehitati allakirjutanu projekti järgi, kujutab endast koolihoone viiendat koorust.

Torni instrumentideruumiks on endine veepaagiruum, kuhu neljandalt korruselt viib trepp. Vaatlusplatvorm, vaba pinnaga $4 \times 4 \text{ m}^2$, paikneb instrumentideruumi peal, asudes maapinnalt umbes 14 meetri kõrgusel. Selle põrand on betoneeritud. Platvorm on ümbritsetud vastava kaitsebarjääriga.

Vaatlustorni valmimine võimaldas täiendada vaatlusprogrammi anemomeetria-, aktinomeetria- ja astronoomiaalase temaatikaga.

Pikaajalise süstemaatilise vaatlusprogrammiga alustati Päikese astrofüüsikalise aktiivsuse vaatlusi (Wolffi relatiivarvude määramine). Vaatlusteks kasutati Maksutovi tüüpi reflektor-pikksilma, mis oli varustatud vastava tumefiltriga.

Juba 1952.aastal korraldati esimesi katsemõõtmisi taevavõlvi fotomeetria alal. Uuriti seniitheeladuse muutusi tõkkekihi fotoelementidega. Samataoline mõõtmisseeria korraldati 1954.a. 30.juuni täieliku päikesevarjutuse ajal täisvarjuvööndi piirkonnas Šilute linna lähistel Leedu NSV-s, kus viibis meie ekspeditsioonigrupp.

Kooliobservatooriumi esimese aastakümne teise poole tegevust iseloomustab süvenev kontaktitaotlus ühelt poolt vabariigi ja Nõukogude Liidu teaduslike uurimisasutustega ning teiselt poolt vabariigi koolidega. 1955/56. õppeaastal organiseeriti koostöös TRÜ astronoomia ja geofüüsika kateedriga temperatuuri gradiendimõõtmised 2 meetri kõrguselt õhus kuni 1,5 meetri sügavuseni pinnases. Kontakti tulemusena Geofüüsika Peaobservatooriumiga Leningradis saadakse viimaselt mõningaid täiendavaid instrumente. Arendatakse kirjavahetust mõningate NSVL Teaduste Akadeemia uurimisasutustega. Töötatakse välja kavandid aktinomeetritelisteks mõõtmisteks koostöös ENSV Teaduste Akadeemia

Füüsika ja Astronoomia Instituudi aktinomeetriaajaamaga.

Koolide geograafiaväljakute tegevuse elustamiseks organiseeriti 1954.-59.a. neljal korral vabariigi koolidevahelised meteoroloogilised päevad. 1957.aastal toimusid allakirjutanu juhendamisel Tartu 2.Keskkoolis kooliobservatooriumi baasil ühepäevased seminarnõupidamised Tartu, Otepää, Paide ja Jõgeva rajooni õpetajatele geofüüsikaliste ja astronoomiliste vaatluste metoodika alal kooli tingimustes.

1959.a. aprillis tähistas kooliobservatoorium oma 10. aastapäeva. Pidulikust aktusest koolis võtsid osa ENSV Teaduste Akadeemia Astronoomia Observatooriumi teaduslikud töötajad, teaduslike uurimisasutuste ning vabariigi koolide esindajad.

Kooliobservatooriumi teise aastakümne tööd iseloomustab uurimistemaatika keskendumine teatavate põhiprobleemide ümber ning uued loovad otsingud töö metoodilises korralduses.

Mainigem siinkohal kooliobservatooriumi teaduslikke välilaagreid. Neist esimene toimus 1959.a. Puka, teine 1960.a. Puhja ning kolmas 1961.a. Põlva Keskkooli juures. Neljas teaduslik välilaager tuleb organiseerimisele käesoleva aasta suvel Karksi-Nuia Keskkooli baasil.

Õpilaste teaduslik välilaager on uus tava, uus mõiste Nõukogude Liidu pedagoogikas. Selle idee kujunes vajadusest võimaldada õpilastele, kellel on loomupäraseid kalduvusi ja huve täppisteaduste alal, süvenevat, uuriva iseloomuga tegevust vahetult looduslikes välioludes.

Kujunenud tava kohaselt töötab välilaager igal aastal erinevas paigas, et sel viisil võimaldada õpilastele oma sünnimaa looduse tundmaõppimist.

Välilaagri tegevus toimub kohapealse keskkooli juures. Kasutatakse kooli internaati. On korraldatud ühistoitlustamine, mida juhivad vastutavad õpilased. Töö- ja laboratooriumiruumidena kasutatakse kooli õpperuume (välilaager toimub suvisel õppetõvaheajal). Välilaagri kestu-

seks on kujunenud kolm nädalat, mis võimaldab piisavat süvenemist laagri töö temaatikasse. Laagri arvuline koosseis piirdub I2-I4 õpilasega.

Iga välilaagri temaatikas on kaks kuni kolm põhi-probleemi, mis moodustavad nn. laagritöö tuuma ning millel on teadusliku uurimistöö iseloom.

Käesoleval ajal iseloomustavad kooliobservatooriumi tegevust järgmised põhiteemad:

I. Meteooride astronoomia. Töö sihiks on uurida statistiliste vaatluste alusel meteoorivoolude intensiivsust ning määrata voolu maksimumi epohh ja selle võimalikud muutused.

Vaatlusi alustati 1959.a. augustis perseiidide meteoorivoolu puhul. Öödel ajavahemikus 9. - 16. augustini kell 0.00-2.00 Moskva aja järgi vaadeldi ühtekokku I072 meteoori selgesti piiritletud maksimumiga (4I3) 13. augusti ööl. Keskmine maksimaalne tunnisagedus seega 206 meteoori.

Võrreldes varajasemate andmetega alates 1921.a. tunnub, et selle voolu maksimumi aeg on järk-järgult nihkunud hilisematele daatumitele. Meie poolt registreeritud tunnisagedus ületas keskmise maksimumi rohkem kui neljakordselt.

1961.a. suvel Põlva välilaagris taotlesime kordusvaatlusi. Paraku oli enamik öid pilves, ka oletatav maksimumi öö. Sama meteoorivoolu kordusvaatlused on planeeritud 1963.a. suvele (käesoleva aasta suvel on voolu maksimumi ümbruses kuuvalged ööd).

1961/62. õppeaastal olid plaanis drakoniidide, geminiidide ja kvadrantiidide voolu vaatlused. Vaatlusi takistasid pilvitusolud. Kahe esmanimetatud voolu kohta saadi mõningat materjali voolu intensiivsuse iseloomustamiseks. Kvadrantiidide voolu ajal olid paraku kõik ööd täispilvitusega.

Kuni käesoleva ajani on aastatel 1959-1961 meie poolt registreeritud andmeid ühtekokku umbes 2000 meteo-

ri kohta. Vaatlusmaterjali annab NSVL Teaduste Akadeemia komeetide ja meteoride komisjoni kasutusse.

Seoses kosmiliste lendudega omab meteorivoolude süstemaatiline uurimine tõsist teaduslikku väärtust. Koo-liobservatooriumi tööplaanis on neid vaatlusi jätkata paljude aastate kestel.

2. Aktinomeetriselised mõõtmised linna mikrokliima alal.

Mõõtmiste sihiks on määrata linna atmosfäärilisandite (tolmu, suitsu jne.) mõju kiirguse elementidele. Uurimist teostame koostöös ENSV Teaduste Akadeemia Füüsika ja Ast-ronoomia Instituudi atmosfäärifüüsika sektoriga. Sektori aktinomeetriaajaam paikneb väljaspool linna, koo-liobserva-tooriumi vaatluspunkt aga linnas. Mõlemas vaatluskohas ka-sutatakse sama tüüpi termoelektrilist püranomeetrit, mille koefitsiendid on määratud ja võrreldud vaatlusperioodi al-gul ja lõpul.

Esialgsetest andmetest on selgunud, et Tartu tüüpi linnas läheb ca 5% kiirgusenergiast neeldumise arvel ka-duma. Vaatlusi jätkatakse.

Probleemi uurimine omab olulist tähtsust linnade hü-gieeni seisukohalt. Uute elamukvartalite planeerimisel tööstusrajoonide juurde tuleks eelnevalt korraldada aktino-meetrisi ja mikrometeoroloogilisi mõõtmisi. See võimal-daks valida antud olustikus kõige soodsamaid linnamedit-siinilisi tingimusi.

3. Õhutemperatuuri ja niiskuse režiimi uurimine pin-nalähedastes õhukihtides olenevalt pinnase profiilikalla-kust ja selle asendist maastikul.

Kõnesolevaid uurimisi algasime 1960. aasta suvel koo-liobservatooriumi teises teaduslikus välilaagris. Mõõtmisi toimetasime Kavilda jõe ürgorus Tartu-Viljandi maantee lähedases lõigus.

Esialgsetest tulemustest selgus, et öise jahtumise tingimustes tekivad maapinnal piki kallakut horisontaalsed õhuvoolud. Selle tulemuseks on lokaalsetest tingimustest mõjutatud temperatuurilained.

Samataolisi mõõtmisi jätkasime kolmandas teaduslikus välilaagris 1961.a. suvel Põlva ürgorus ja selle sälkorgudes. Vaatluspunktide asukohad kallakutel ning nende suhtelised kõrgused määrasime nivelleerimise teel.

Kõnesolev probleem vajab üksikasjalikku, pikemaajalist uurimist paljude aastate kestel. Need tööd koos vaatlusmetoodika üksikasjaliku uurimisega on kooliobservatooriumi lähemate aastate tegevuskavas. Me taotleme selles toetust ja koostööd teaduslikelt uurimisasutustelt ja seltsidelt. 1962.a. suvel toimetame vastavaid mõõtmisi Karksi ürgorus ja sälkorgudes.

Näib kahtlusteta, et pinnase kallaku otstarbeka valikuga on võimalik vähendada kevadiste ja sügiseste öökülmade ohtu põllu- ja aiakultuuridele, seda eriti vahelduva profiiliga Kesk- ja Lõuna-Eesti aladel. Probleemi edaspidisel uurimisel on seega suur tähtsus vabariigi põllumajandusele.

Poolteist aastakümnet Tartu 2.Keskkooli õppeobservatooriumi tööd on olnud pedagoogiliselt märkimisväärne loomine. Nõukogude pedagoogikasse tekkis selle kaudu uus mõiste, uus oskussõna - kooliobservatoorium. Selle arenguga on olnud seotud kõnesoleva kooli umbes 700 kõige parema õpilase tegevus alates 1948.aastast. Rohkem kui kümnendik neist on hilisema stuudiumi kaudu kõrgemates õppeasutustes jäänud ustavaks teadusliku töö kutsele.

Kooliobservatooriumi senine tegevus on õigustanud veendumust, et selle taotlused suudavad ergutada mitte ainult reprodutseerivat, vaid ka loovat teaduslikku mõtet.

On alasiid (meteeoorivoolude astronoomia, mikroklimateoloogia), kus suuremaarvuline, hoolikalt väljaõpetatud õpilasvaatlejate kaader on tulemusrikkalt rakendatav ulatuslike teaduslike probleemide teenistusse. Eespool on sellele temaatikale osutatud üksikasjalisemalt.

Kooliobservatooriumi tegevus on viimastel aastatel võtnud koolidevahelise ulatuse. Tema järgnevate aastakümnete arengu edu huvides on vajalik, et vabariigi Haridusministeerium seda sihikindlamalt toetaks - varustaks observatooriumi kaasajale vastava teadusliku instrumentaariumiga ning legaliseeriks tema tegevuse.

ELEKTRONOSTSILLOSKOABI KASUTAMISEST
KESKKOOLIS

J. H e n d r e

Kooli katsetehnikas kasutatakse veel vähe u u s i -
m a i d tehnilisi vahendeid. Selles ilmneb kooli katse-
tehnika kvalitatiivne mahajäämus õpetatavast teooriast.

Eriti piiratud on kooli demonstratsioonivahendite
baas elektromagnetiliste võnkumiste näitlikuks käsitlemi-
seks. Enamikul juhtudel piirduakse jooniste ja plakati-
tega, mis fikseerivad küll nähtuse üksikuid momente, kuid
ei võimalda saada täielikku ettekujutust selle dünaami-
kast.

Avaraid võimalusi elektriliste võnkumiste tundmaõppi-
miseks pakub elektronestsilloskoop, millega saab vahetult
jälgida kiiresti toimuvate elektriliste protsesside kulgu.
Elektronestsilloskoopi kasutades võib demonstreerida ka
teisi nähtusi füüsikast.

Alljärgnevalt on loetletud katsed, mida saab elektron-
ostsilloskoobiga demonstreerida senistest moodustest kvali-
tatiivsemalt:

1. Võnkliikumise graafik.
2. Võnkumiste liitmine.
3. Ringliikumise seos võnkliikumisega.
4. Häälte liigitus laine kuju ja iseloomu järgi.
5. Häälte tugevus ja valjus. Tooni kõrguse sõl-
tuvus hääleallika võnkesagedusest.
6. Tämbel. Ülemtoonid. Tuklemine. Resonants.
7. Häälelainete interferents ja difraktsioon.
Häälelainete peegeldumine. Seisvad häälelai-
ned.
8. Elektronikiiretoru ehitus ja töötamine. Elekt-
ronikiire omadused.
9. Trioodi ja transistori võimendusomadused.
Trioodi tunnusjoon.

10. Magnetiline hüsterees.
11. Vahelduvvoolu graafik. Amplituud ja sagedus.
12. Vahelduvvoolu pinge ja voolutugevuse efektiivväärtused.
13. Mahtvusliku ja induktiivse takistuse sõltuvus vahelduvvoolu sagedusest. Filtreerimine.
14. Pinge ja voolu vaheline faasinihe vahelduvvoolu ahelas.
15. Vahelduvvoolu alaldamine. Silumisfiltrite toime. Alaldaja tunnusjoon.
16. Elektromagnetilised võnkumised võnkeringis. Sumbuvad võnkumised.
17. Elektromagnetilised sundvõnkumised. Resonants.
18. Lampgeneraatori töötamine. Sumbumatud elektromagnetilised võnkumised. Võnkeperioodi sõltuvus võnkeringi mahtvusest ja induktiivsusest.
19. Amplituud- ja sagedusmodulatsioon. Detekteerimine.
20. Lihtsaima raadiovastuvõtja töötamine.
21. Elektronide jaotus energia järgi termoelektronaamilisel emissioonil.
22. Elektronide põrked (Francki-Hertzi katsed).
23. Ioniseeritud osakeste impulsside vaatlemine.

Keskkooli füüsika- ja elektrotehnikakursuses ulatub elektronostsilloskoobiga demonstreeritavate katsete koguarv 70-ni. Elektronostsilloskoopi kasutades saab keskkoolis teostada kümnekond praktilist tööd. Kõigis katsetes võib seejuures kasutada koolide jaoks toodetavaid standardseid või oma-valmistatud füüsikariistu ja elektronostsilloskoopi.

Elektronostsilloskoobi töötamise põhimõtteid saab õpilastele selgitada alles elektrikursuses. Tootmisõpetusega keskkooli füüsikaprogrammi järgi hakatakse elektronkiire omadusi ja elektronikiiretoru õppima X klassis teema "Elektronilised nähtused vaakumis" käsitlemisel. Sellele vaatamata võib elektronostsilloskoopi demonstratsioonivahendina kasutada juba varem. Kasutatakse ju õppeprotsessi näitlikus-

tamiseks palju selliseid õppevahendeid, millede ehitust ja töötamist õpilastele ei selgitata või selgitatakse hiljem (näit. ajanõitaja, sähdeinduktor, kinoaparaat jt.). Selliseks õppevahendiks on ka elektronostsilloskoop.

Elektronostsilloskoobi esmakordset kasutamist füüsikatundides tuleb soovitada võnkliikumise üleskirjutamise (graafiku) käsitlemisel järgmistel asjaoludel: 1) võnkliikumise graafikut ja ostsillogrammi, mis saadakse ostsilloskoobi ekraanile, on võimalik omavahel võrrelda; 2) võnkliikumist on võimalik näitlikult analüüsida graafiku järgi; 3) nimetatud teema käsitlemisel on võimalik demonstreerida rida ostsillograafilist üleskirjutamist selgitavaid katseid.

Ostsillograafilise meetodi rakendamisel füüsikatundides kinnistatakse matemaatikatundides omandatud teadmisi funktsionaalsest sõltuvusest ja graafikutest, millele tootmisõpetusega keskkoolis pööratakse erilist tähelepanu.

Tööstuslikult toodetavatest elektronostsilloskoopide tüüpidest on demonstratsioonkatsete läbiviimiseks kõige sobivam tüüp EO-7. 1961.a. hakati Vene NFSV-s valmistama ka kooli tüüpi elektronostsilloskoobe. Elektronostsilloskoopi võib ehitada ka kooli oma jõududega.

Elektronostsilloskoopi võib pidada üheks universaalseks demonstratsioonivahendiks, mis peab teiste demonstratsioonivahendite hulgas leidma koha igas füüsikakabinetis.

MÖSSBAUERI EFEKT

V. H i ĩ n j a k o v, A. P u r g a, K. R e b a n e,
O. S i l d

1958. aastal avastas noor saksa teadlane Rudolf Mössbauer uue efekti, mis võimaldab registreerida footonite (γ -kvantide) sageduse muutust mitmesugustes protsessides kõikidest seni tuntud meetoditest palju täpsemalt. Mössbauer tegi kindlaks, et teatud tingimustel on võimalik saada erakordselt kitsaid sageduselt ühtelangevaid γ -kiirte kiirgus- ja neeldumisjooni.

Ühe joone sageduse tühine muutus, mis võib olla esile kutsutud näiteks kiirgusallika liikumisest kiirasega, kõigest I $\frac{\text{mm}}{\text{sec}}$ γ -kvantide neelaja suhtes või kiirgaja ja neelaja asukoha erinevatest gravitatsioonivälja potentsiaalidest, viib resonantsneeldumise nõrgenemisele või täielikule kadumisele. Selline γ -kvantide sageduse väikese nihkega seotud efektide registreerimise võimalus lubab uurida terve rida füüsika põhiprobleeme.

Pärast ülijuhtivuse nähtuse selgitamist ja paarsuse mittejäävuse avastamist pole ükski sündmus füüsikas esile kutsunud nii elavat huvi kui Mössbaueri efekt ja valguse kvantgeneraatorite loomine. Mössbaueri väljapaistvat avastust hinnati 1961. a. Nobeli preemiaga.

Mössbaueri efekt leiab aset ainult siis, kui γ -kvantide kiirgavad ja neelavad tuumad asuvad tahkes kehas. Kitsaste joonte saamine vabade tuumade korral ei ole võimalik, sest osa tuuma energiat kulub siis γ -kvandi kiirgamise käigus tuuma tagasipõrkeks. Kui tuuma mass on M ja kiiratava γ -kvandi sagedus ν , siis tagasipõrkeks kulub energia

$$R = \frac{(\hbar \nu)^2}{2 M c^2}$$

(c - valguse kiirus vaakuumis, \hbar - Plancki konstant).

Tagasipõrke energiale vastav sageduse muutus on tavaliselt joone loomulikust laiusest tunduvalt suurem. Ka neeldumisel läheb osa γ -kvandi energiat üle tuuma kui terviku kineetiliseks energiaks. Järelikult tuuma üleminekul ergutatud olekust põhiolekusse omavad kiiratavad γ -kvandid väiksemat energiat kui γ -kvandid, mis ergutavad tuumi resonantsneeldumise protsessis. Lisaks sellele tuleb vabade tuumade korral arvestada veel erinevatest liikumiskiirustest tingitud joonte laienemist, mis samuti on palju suurem loomulikust laiusest.

Kui γ -aktiivsed tuumad paigutada tahkesse kehasse, siis pilt oluliselt muutub. Sel juhul on tuum seotud olekus, võttes osa kristallvõre võnkumistest. Kui tuumas toimub energia üleminek (γ -kvandi kiirgamine või neelamine), muutub üldreeglina ka kristalli võnkeolek, s.o. toimub kristalli võnkekvantide (foononite) tekkimine või kadumine. Kvantmehhaaniline arvutus näitab, et teatud (tavaliselt küllalt väike) osa γ -üleminekuid toimub ilma foononite tekkimiseta ja kadumiseta. Sellisel juhul γ -kvandi kiirgamisel või neelamisel tekivad tagasipõrge jaotub kogu kristallile. Kuna kristalli mass ühe tuuma massiga võrreldes on väga suur, on põrkeenergia antud juhul tühiselt väike. Seetõttu ilma foononite tekkimiseta või kadumiseta kiiratud γ -kvantide sagedus langeb suure täpsusega ühte neelatavate γ -kvantide sagedusega. Kiirgus- ja neeldumisjoone laiused on väga lähedased joone loomulikule laiusele. Käesoleval ajal on vaadeldud jooni laiusega $10^{-13} - 10^{-16}$ eV.

Kiirgusjoone nihkumine neeldumisjoone suhtes kõigest ühe sajandiku joone laiuse võrra on hästi registreeritav. Seetõttu on võimalik γ -kvantide sageduse määramine suhtelise täpsusega $\frac{\Delta\nu}{\nu} \sim 10^{-17} - 10^{-18}$. Selline täpsus võimaldab laboratoorses tingimustes teha katseid Einsteini üldise relativsussteooria kontrollimiseks. Üldine relativsussteooria väidab teatavasti, et footoni mõõdetav sagedus ν oleneb neelaja ja kiirgaja gravitatsioonipotentsiaalide

erinevusest. Gravitatsioonipotentsiaali muutus $\Delta\varphi$ võrra kutsub esile sageduse suhtelise muutumise

$$\frac{\Delta\nu}{\nu_0} = \frac{\Delta\varphi}{c^2} .$$

Maapinna läheduses on sageduse suhteline muutus 10^{-16} ühe meetri kohta. Kümne meetrilise kõrguse vahelgi kiirgaja ja neelaja korral on sageduse nihe Mössbaueri efekti abil hästi mõõdetav. Kõrgeks ajaks on rida sellelaadilisi mõõtmisi juba tehtud. Tulemused on heas kooskõlas üldise relatiivsusteooriaga. Nii näiteks 1960. a. Pound'i ja Rebka poolt teostatud mõõtmised andsid sageduse muutuseks $0,98 \pm 0,04$ Einsteini teooria alusel arvatatud sageduse muutusest.

Mössbaueri efekt avab suured võimalused ka tuumafüüsika ees. Nii on nüüd võimalik mõõta Zeemani efekti γ -kiirte jaoks, mis varem väiksuse tõttu (10^{-8} eV) ei olnud registreeritav. On võimalik uurida ka selliseid peenefekte nagu tuuma energianivoode lõhenemine kristallisisese elektrivälja toimel.

Erilist huvi pakuvad Mössbaueri efekti rakendusvõimalused tahke keha uurimisel. Osutub, et nimetatud efekti saab edukalt rakendada tahke keha füüsika ühe põhiprobleemi - kristallvõre võnkumiste spektri uurimiseks.

Mössbaueri efekti rakendamise probleemiga tahke keha omaduste uurimisel tegelevad ka Tartu füüsikud. ENSV TA Füüsika ja Astronoomia Instituudis uuritakse kristallvõre punktdefektide mõju sellele efektile, kasutades Tartus väljatöötatud momentide meetodit. See ei paku huvi mitte üksnes Mössbaueri efekti teooria seisukohalt, vaid on tihedalt seotud kristallis toimivate teiste tuumaprotsesside (näit. neutronite kiirgamine, neelamine ja hajumine) teooriaga. Peale selle võimaldab Mössbaueri efekt uuel viisil uurida kristallide omadusi punktdefektide läheduses, millest omakorda väga oluliselt sõltuvad kristallide elektrilised ja optilised omadused.

Tartus teostatud tööde tulemusena on juba välja selgi-

tatud rida kristallstruktuuri häiretest tingitud Mössbaueri efekti iseärasusi. Need oleksid: efekti täiendav anisotroopia; Mössbaueri joone laienemine või isegi lõhenemine mitmeteks komponentideks ja joone intensiivsuse ja kuju temperatuurilise sõltuvuse oluline muutumine.

M. J a a g u s

Nõuet seostada füüsika ja teiste üldhariduslike aine-
te õpetamist tootmisõpetusega ei tule pidada täiesti uueks
seisukohaks, vaid varem tuntud teooria ja praktika seosta-
mise printsiibi esinemisvormiks uutes soodsamates tingimus-
tes.

Ettekandes vaatleme seostamise üht külge: mida tuleb
õpetajal teha füüsikatundides aine seostamiseks tootmisõpe-
tusega, ning kuidas seda teha tuleb. Kõrvale jääb seostami-
se teine külg: mida ja kuidas tuleb õpetada tootmisõpetajal
aine seostamiseks füüsikaga ja teiste üldhariduslike aine-
tega.

Füüsika tootmisõpetusega seostamise vajadus tuleneb es-
majoones füüsika õpetamise enda huvidest. Seostamine või-
maldab äratada ja suurendada huvi füüsika õppimise vastu,
näitab õpitavate teadmiste vajalikkust edaspidises elus ja
töös, kinnistab, süvendab ja laiendab omandatud teadmisi
ning arendab õpilaste võimeid teadmiste ja oskuste rakenda-
mises.

Milliseid seisukohti võtta aluseks seostamisel kasutatava
materjali valikul? Polütehnilise hariduse nõuete kohaselt
võib füüsikatundides kasutada materjali kõigist tootmisharu-
dest ja kõigilt erialadelt. Et aga õpilased tunnevad pare-
mini oma tootmiseriala ning sellele vastavat tootmisaru, siis
on loomulik eelistada füüsika õpetamisel näiteid ja problee-
me nendelt aladelt. See teenib ka õpilaste tootmisalase ette-
valmistuse taseme tõstmise huve. Materjali valikul tuleb
eelistada seda, millel on suurem polütehniline väärtus, s.t.
mille tundmisest võiks olla kasu ka teistel erialadel tösta-
misel.

Seostamismaterjal võib hõlmata moodsa ja tuleviku teh-

nika küsimusi ka väljaspool tootmisõpetuse programmi.

Füüsikatundides tuleb kasutada tootmisalast materjali, mis pakub huvi füüsika õpetamise seisukohalt, mille käsitlemine vastab füüsikakursuse loogikale ja süsteemile, mille tehniline külg on õpilastele juba tuttav või mille tehniline külg ei ole keerukas ning on lühikese ajaga õpilastele selgitatav.

Teiseks põhiprobleemiks seostamise läbiviimisel on seostamismeetodite valik.

Füüsika õpetamist saab ja tuleb tootmisõpetusega seostada kõigi didaktiliste ülesannete lahendamisel: uue aine esitamisel, kordamisel, teadmiste kontrollimisel jne., ning kõigi õpetamismeetodite abil: materjali suulise esitamise, õpikuga iseseisva töötamise, ülesannete lahendamise, laboratoorsete tööde ning ekskursioonide läbiviimise jne. teel. Millist vormi anda sisule ehk millist meetodit kasutada seostamismaterjali esitamisel, see sõltub näidete ja probleemide iseloomust ning muudest tingimustest. Siin vaatleme ainult kahte seostamismeetodit - tootmistehnilise sisuga ülesannete ja õppeülesannete lahendamist.

Tootmistehnilise sisuga ülesannete lahendamisel on suur tähtsus huvi äratamisel füüsika ja tehnika probleemide vastu ning tootmises vajalike oskuste kujundamisel. Nende lahendamine ei tohi aga välja lülitada tavaliste treening-ülesannete lahendamist, millel on oluline osa teadmiste kinnistamise ja rakendamise oskuse kujundamise esimesel staadiumil.

Täielike andmetega ülesannete kõrval tuleb kasutada ka ülesandeid, kus andmete arv erineb vajalikust, s.t. kus andmetest osa puudub või on neid ülearu. Puuduvate andmete hankimine sunnib õpilasi tutvuma kirjanduse, tootmisprotsessi ja -tehnikaga. Selliste ülesannete lahendamine on õpilastele vajalikuks eeltreeninguks ülesannete iseseisvaks koostamiseks. Beltreeninguks on ka harjutused, kus tuleb sõnastada ülesande tekst antud andmete, jooniste või skeemide järgi,

ja klassis õpetaja juhendamisel lihtsamate ülesannete koostamine ilma nende lahendamiseta.

Tootmistehnilise sisuga ülesandeid tuleb kasutada õpetundides, anda neid lahendamiseks kodus, kontrollitöös, kordamisperioodil, klassivälises töös ja küpsuseksamitel.

Tootmistehnilise sisuga füüsikalülesannetele tuleb esitada rida nõudeid:

1. Ülesannete sisu peab olema seotud füüsikas õpitava materjaliga. Nendes tuleb tuua esiplaanile füüsikas õpitavad nähtused ja nendele tuginevad seaduspärasused.

2. Ülesannetes peab esinema loomulik reaalne füüsika ja tootmise või tehnika seos. Ülesanded peavad laiendama õpilase poliitehnilist ja tootmistehnilist silmaringi.

3. Tuleb eelistada õpilastele vähemalt mingil määral tuttava tehnilise materjali põhjal koostatud ülesandeid.

4. Ülesannete tehniline külg, andmete rohkus jne., ei tohiks varjutada ülesannete füüsikalist sisu.

5. Ülesannetes esinevate suuruste väärtused peavad vastama tegelikult elus ja tootmises esinevatele, peavad vastama tehnilistele normidele.

6. Ülesannetes kasutatavad mõisted ja terminid peavad vastama kaasaja teaduses ja tehnikas kasutatavatele.

7. Ülesannete valikul või koostamisel tuleb eelistada selliseid, millistes otsitavateks on füüsikalised suurused, mida praktikas on tegelikult vaja leida.

Tootmistehnilise sisuga õppeülesanded koosnevad tavaliselt mitmest küsimusest, vaatlus-, arvutus- või katselisest ülesandest, mille lahendamiseks antakse tavaliselt pikema ajavahemik. Õppeülesannete täitmisel selgitavad õpilased välja füüsikaseaduste rakendusi tootmises, jälgivad tööpinkide, masinate ja mehhanismide tööd, tehnoloogilist protsessi, mõõdavad mõningaid suurusi, arvutavad, teevad jooniseid ning graafikuid jne. Õppeülesandeid antakse peamiselt tootmispraktika ajaks, kuid ka vabal ajal täitmiseks (eriti põllumajanduses ja ehituse alal).

Tootmistehnilise sisuga õppeülesandeid võib vastavalt nende eesmärgile jaotada järgmisteks liikideks:

1. Ettevalmistavad õppeülesanded. Neid antakse enne vastava materjali õppimist.

2. Kinnistavad õppeülesanded. Neid antakse pärast õppematerjali läbitöötamist ühe või mitme teema ulatuses. Vastavalt sellele liigitatakse neid lihtsateks või kombineerituteks.

Ettevalmistavaid õppeülesandeid antakse tavaliselt kogu klassile, kinnistavaid aga tihti ka individuaalselt või üksikutele õpilasrühmadele.

Õppeülesannete andmisel tuleb kasutada järgmisi vorme: 1) kogu klassile antavad ühised õppeülesanded (nii ettevalmistavad kui ka kinnistavad) dikteerib õpetaja, millele järgneb suuline instruktageerimine; 2) rühmale või individuaalselt antavad õppeülesanded antakse tavaliselt kirjutusmasinal või käsitsi paljundatud instruktageerimiseks.

Enne uue materjali käsitlemist on sobiv õppeülesandeid anda siis, kui vaatlusobjekt on iseseisvaks tundmaõppimiseks jõukohane. Saadud materjali läheb õpetaja õpilastel esitada vestluse käigus uue aine esitamisel.

Keerukama objekti ja õppeülesande puhul tuleb õppeülesanne anda pärast uue materjali esitamist. Selle täitmist kontrollitakse koos teiste koduste ülesannete kontrollimisega kas tunni kontrollivas osas või väljaspool tunde.

Kinnistavaid kombineeritud õppeülesandeid vormistavad õpilased tavaliselt referaatidena. Neid kannavad õpilased ette kas tunnis või klassivälises töös (ringi koosolekutel, konverentsidel).

Tootmistehnilise sisuga ülesanded ja õppeülesanded on väärtuslikud seostamismeetodid. Nende kõrval tuleb kasutada aga ka teisi. Pikema aja (näit. õppeaasta) vältel tuleb püüda kasutada võimalikult kõiki seostamismeetodeid, sest nii on seostamise efektiivsus kõige suurem.

FUNKTSIOONI MÕISTE ÜLDISTAMISEST KAASAJAL

G. K a n g r o

Funktsiooni mõiste - üks kõige viljakamaid mõisteid matemaatikas - on füüsilise maailma nähtuste vahelise sõltuvuse kirjeldamise ja uurimise matemaatiliseks vahendiks. Selle sõltuvuse sügavam tundmaõppimine, tema uute külgede avastamine toob kaasa paratamatu vajaduse ka funktsiooni mõiste järk-järguliseks täpsustamiseks, üldistamiseks ja täiendamiseks.

Käesoleva sajandi vältel on klassikalisest funktsiooni mõistest välja kujunenud kolm kvalitatiivselt uut funktsiooni kontseptsiooni : 1) operaator, 2) üldistatud funktsioon ja 3) konstruktiivne funktsioon. Need kolm kontseptsiooni on saanud aluseks uutele suundadele matemaatilises analüüsis.

1. Operaatorid. Mitme muutuja funktsiooni puhul kujutab funktsiooni määramispiirkond punktihulka mitmedimensionaalses eukleidilises ruumis, funktsiooni muutumispiirkond aga hulka ühedimensionaalses eukleidilises ruumis. Klassikalise funktsiooni mõiste juurest jõuame operaatori mõisteni, kui laiendame funktsiooni määramispiirkonna ja muutumispiirkonna mõistet kuni mis tahes hulga mõisteni. Tähendab, operaator on funktsioon, mille määramispiirkonnaks ja muutumispiirkonnaks võivad olla suvalised hulgad. Operaatorit, mille väärtuseks on arvud, nimetatakse funktsionaaliks. Näiteks funktsiooni $x = x(t)$ tuletist $x' = x'(t)$ võib vaadelda kui operaatorit, mille määramispiirkonnaks on kõigi diferentseeruvate funktsioonide hulk, integraali $\int_a^b x(t)dt$

aga kui funktsionaali, mille määramispiirkonnaks on kõigi integreeruvate funktsioonide hulk. Operaatorite omadusi uurib matemaatilise analüüsi kõige noorem, sealjuures aga kõige ulatuslikum haru - funktsionaalanalüüs, mis hakkas

kujunema käesoleva sajandi algul. Funktsionaalanalüüs vaatab klassikalise analüüsi põhilisi ülesandeid hoopis üldisemalt, abstraktsemalt seisukohalt. Niisugune abstraktne käsitlus võimaldab sügavamalt uurida neid põhilisi seaduspärasusi, mis on ühised kõigile lahendusmeetodi poolest sarnastele, konkreetset sisult aga erinevatele ülesannetele. Sel teel saadakse väga üldised, kuid sisukad teooriad, mida saab eduga rakendada paljude konkreetsete ülesannete lahendamisel matemaatika ja teoreetilise füüsika mitmesugustel aladel. Võtame näiteks arvutusmatemaatika, mille ülesandeks on matemaatilise analüüsi ja algebra põhiülesannete viimane numbriliste tulemusteni. Kuigi arvutusmatemaatika konkreetset ülesanded on väga mitmekesised ja nende lahendusmeetodid äärmiselt erinevad, võib arvutusmatemaatika põhilist ülesannet ja lahendusmeetodit väga ülevahtlikul kujul kirjeldada funktsionaalanalüüsi kontseptsioonides, eriti operaatori mõiste abil.

2. Üldistatud funktsioonid. Seoses kvantide mehaanika arenguga on füüsikud avaldanud klassikalise funktsiooni mõiste kohta kahesuguseid kritiseerivaid märkusi:

1) klassikalise analüüsi teoreemide eeldused on sageli liiga komplitseeritud;

2) klassikalises analüüsis pole kvantide mehaanikas tähtsat osa etendavat Dirac'i funktsiooni $\delta(x)$, mille puhul

$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x) dx = 1$, kuid millel on ainult nullpunktis mullist erinev väärtus.

Seoses Cauchy ülesande ühesuse uurimisega lineaarsete hüperboolsete diferentsiaalvõrrandite puhul õnnestus nõukogude matemaatikul Sobolevil jõuda niisuguse üldistatud funktsiooni mõisteni, mille puhul ei esine ülaltoodud puudusi. 1950.a. ilmus prantsuse matemaatiku Schwartzi monograafia "Distributsioonide teooria", kus süstemaatiliselt käsitleti üldistatud funktsioonide teooriat. Pärast Schwartzi monograafia ilmumist omandas üldistatud funktsioonide teooria matemaatikute seas suure populaarsuse, mida eriti on

soodustanud Nõukogude Liidus viimaste aastate jooksul ilmunud neli köidet Gelfandi juhtimisel koostatud monograafiast "Üldistatud funktsioonid".

Mis on üldistatud funktsioon? Klassikalist funktsiooni $x = x(t)$ nimetame finiitseks, kui leidub niisugune vahemik, väljaspool mida $x(t) = 0$. Olgu X kõigi piiramata arv kordi diferentseeruvate finiitsete funktsioonide hulk. Me ütleme, et hulgas X funktsioonide jada $x_n = x_n(t)$ koondub funktsiooniks $x = x(t)$, kui leidub niisugune ühine vahemik (α, β) , väljaspool mida kõik funktsioonid x_n ja x on nullid, kusjuures kehtib seos

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n^{(k)}(t) = x^{(k)}(t) \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

ühtlaselt vahemikus (α, β) . Üldistatud funktsiooniks nimetame iga pidevat lineaarset funktsionaali¹, mis on defineeritud ruumis X . Olgu f mingi integreeruv funktsioon. Siis integraal

$$\varphi(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) x(t) dt \quad (1)$$

kujutab, nagu selles kerge on veenduda, pidevat lineaarset funktsionaali φ ruumis X , s.o. üldistatud funktsiooni. Üldistatud funktsioon φ on määratud - ja sealjuures üheselt - funktsiooniga f . Kuid mitte iga pidev lineaarne funktsionaal ruumis X pole määratud kujul (1). Saab näidata, et näiteks funktsionaali δ , kus $\delta(x) = x(0)$, ei saa esitada kujul (1). Nii nagu irratsionaalarvude teooria põhjendamisel Dedekindi järgi samastame need ratsionaalarvude valla lõiked, millel on ratsionaalne tekitaja, selle tekitajaga, nii samastame pidevad lineaarsed funktsionaalid

Funktsionaali φ nimetatakse pidevaks lineaarseks funktsionaaliks ruumis X , kui iga x_1, x_2 ja x_0 korral selles ruumis: 1) $\varphi(x_1 + x_2) = \varphi(x_1) + \varphi(x_2)$; 2) $\lim_{x \rightarrow x_0} \varphi(x) = \varphi(x_0)$.

φ , mis on määratud integreeruva funktsiooniga f , selle funktsiooniga f . Sellega kuuluvad klassikalised integreeruvad funktsioonid erijuhuna üldistatud funktsioonide hulka.

Oletame hetkeks, et f on diferentseeruv funktsioon, mille tuletis f' on integreeruv. Siis funktsionaali φ' , kus

$$\varphi'(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f'(t) x(t) dt,$$

võib samastada tuletisega f' . Ositi integreerides saame (1) põhjal

$$\varphi'(x) = - \int_{-\infty}^{\infty} f(t) x'(t) dt = -\varphi(x').$$

Siit nähtub, et on loomulik defineerida üldistatud funktsiooni φ tuletist φ' kui funktsionaali, mis rahuldab tingimust

$$\varphi'(x) = -\varphi(x'). \quad (2)$$

Sellega on igal üldistatud funktsioonil - ja eriti igal integreeruval klassikalisel funktsioonil - olemas tuletis. Vaatleme näiteks integreeruvat funktsiooni f , kus

$$f(t) = \begin{cases} 0, & \text{kui } x < 0 \\ 1, & \text{kui } x > 0 \end{cases}.$$

Siin

$$\varphi(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) x(t) dt = \int_0^{\infty} x(t) dt$$

ja seega (2) järgi

$$\varphi'(x) = -\varphi(x') = - \int_0^{\infty} x'(t) dt = x(0).$$

Et $\delta(x) = x(0)$, siis $\varphi'(x) = \delta(x)$, s.o. φ (mida võib samastada funktsiooniga f) on üldistatud funktsiooni δ algfunktsioon. Üldiselt saab näidata, et igal üldistatud funktsioonil φ on olemas algfunktsioon g , mis kujutab klassikalist integreeruvat funktsiooni. Defineerides üldistatud funktsiooni määratud integraali Newton-Leibnizi valemiga

$$\int_a^b \varphi(x) dx = g(b) - g(a),$$

saame

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x) dx = 1.$$

Osutub, et üldisatud funktsioon δ , kus $\delta(x) = x(0)$, kujutabki Diraci funktsiooni.

3. Konstruktiivsed funktsioonid. Seoses kaasagsete arvutusmasinate kiire arenguga on matemaatikute erilist tähelepanu üha enam kõitnud nn. konstruktiivsed funktsioonid, mille väärtuste arvutamiseks saab koostada teatavas mõttes realiseeritud algoritme. Konstruktiivse funktsiooni mõiste täpne piiritlemine nõuab irratsionaalarvude teooria kriitilist läbitõttamist, sest klassikalised reaalarvude teooriad ei anna mingit vahendit irratsionaalarvude konstruktiivseks määramiseks. Rahuldav konstruktiivse irratsionaalarvu mõiste on antud esmakordselt Turingi poolt 1937.a. Viimastel aastatel on nõukogude matemaatikute Markovi ja Šanini juhtimisel välja tõõtatud konstruktiivse funktsiooni mõistel baseeruva nn. konstruktiivse matemaatilise analüüsi alused. Lühidalt võib öelda, et konstruktiivne matemaatiline analüüs erineb klassikalisest analüüsist selle poolest, et viimasest on välja eraldatud konstruktiivselt seisukohalt liigne ballast. Näiteks konstruktiivsel reaalmvutuja funktsioonil ei ole konstruktiivset katkevust üheski punktis, nagu näitas Markov 1954.a., mistõttu katkevad funktsioonid ei vaja siin erilist uurimist. Siinjuures tuleb rõhutada, et konstruktiivse analüüsi paljud tulemused erinevad põhiliselt klassikalise analüüsi tulemustest. Näiteks konstruktiivses analüüsis ei kehti Borel-Lebesgue'i teoreem, mille järgi igast mingit lõiku katvast lõpmatust vahemikusüsteemist saab eraldada lõpliku osasüsteemi, mis samuti katab vaadeldavat lõiku; ei kehti Weierstrassi teoreem lõigus pideva funktsiooni ekstreemalsetest väärtustest jne. Konstruktiivse matemaatilise ana-

lõuasi praktiline väärtus sõltub lõppkokkuvõttes sellest, kui võrd otstarbekalt õnnestub piiritleda konstruktiivse funktsiooni mõistet.

LIHTSAID VAHENEID ANALOOGARVUTITE TÖÖTAMIS- PÕHIMÕTTE DEMONSTREERIMISEKS KOOLIS

A. K a s k n e e m

Et veenda õpilasi kaasaegsete elektrotehnikale tuginevate arvutite töövõimes, sobib demonstreerida füüsika- ja matemaatikatunnis analoogarvutite töötamispõhimõtet.

Nimetus a n a l o o g a r v u t i tulenebki sellest, et tegelikkuses esinevatele mitmesugustele arvutusülesannetele luuakse a n a l o o g i l i s e d olukorrad elektrotehnikas ja otsitakse nendele lahendusi elektri (ja elektroonika-) mõõteriistu rakendades. Kasutades kooli laboratooriumis olemasolevaid reguleeritavaid takisteid, raadioamatöörident ülejäänud detaile, oommeetrit, volt- ja milliampereid ning vooluallikaid, võib elektrilistele suurustele - voolule, pingele, takistusele - tuginedes sooritada lihtsamaid matemaatilisi tehteid.

Kasu on sellest kahekordne: a) õpilased kogevad, et elekter võimaldab arvutada, b) õpilased süvenevad elektrotehnika põhitõdedesse ja nende rakendusse.

Liitmine ja lahutamine

a) Seadmestik koostatakse vastavalt joon.1 antud skeemile. Sellelt nähtub, et liitmine taandatakse elektrivoolude liitmisele (ühtlasi demonstreeritakse Kirchoffi seadust - vool on võrdne haruvoolude summaga). Vajatakse kahte reostaati (antud juhul lihtsalt raadiotehnikas kasutatavaid potentsiomeetreid), kahte 10 mA-lise ja ühte 20... 25 mA-lise mõõtepiirkonnaga milliampermeetrit (testrit) ning vooluallikat, milleks sobib tavaline taskulambipatarei. Reostaatide R_1 , R_2 abil reguleeritakse mõõteriistade A_1 ja A_2 häälded lihtsatele arvudele (näit. 8 mA ja 5 mA) ning näidatakse, et mõõteriista A_3 osuti hääldib voolude summat tähistavale arvule (13 mA).

Kirjeldataud skeem sobib ka lahutamise analoogimiseks

(näit. $16 - 9 = 7$) - mõõteriistal A_1 seatakse potentsiomeetriga R_1 arv 9 ja reguleeritakse potentsiomeetrit R_2 seni, kuni A_2 -l nähtub hälve 16. Mõõteriistalt A_2 loetakse siis arvuline vastus 7.

b) Joonisel 2 näidatud skeemi kohaselt koostatakse ühendused kahest reostaadist R_1, R_2 või lihtsalt kahest raadiopotentsiomeetrist, mis on varustatud varem normitud skaaladega 0...50 (vastab 0...50 k Ω -le). Oommeetri (tavaline tester mõõtepiirkonnaga 100 k Ω) näitab arvude summat, mis on potentsiomeetritel seatud. Lisaseletuses tuleb öelda, et kirjeldatud põhimõtted sobivad ka rohkem kui kahe liidetava summa leidmiseks, selleks vajatakse vaid rohkem milliampermeetreid ja potentsiomeetreid (a) või rohkem potentsiomeetreid (b).

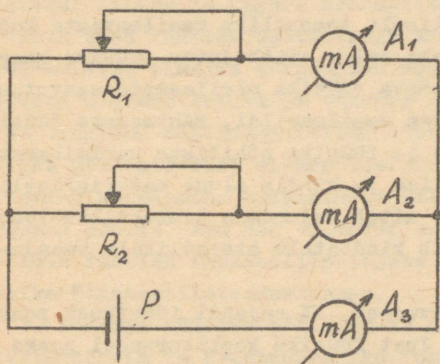
Viimati toodud lülitus on nn. "narrikindel", õpilased võivad seda ise julgesti käsitseda, ilma et tarvitseks kartta mingit mõõteseadme läbipõletamist.

Korrutamine ja jagamine

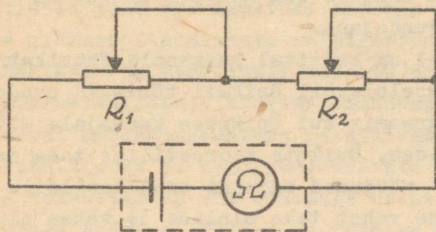
Jagamistehtega $x = a : b$ on analoogiline Ohmi seaduse matemaatiline kuju $I = U : R$. Ühendused koostame vastavalt skeemile joon.3. Potentsiomeeter (või reostaat) R_1 ei tarvitse skaalat omada, R_2 skaalalt nähtugu seatud takistuse väärtus. Olenevalt kasutatavatest mõõteriistadest (voldid ja milliamprid või voldid ja amprid) ning vooluallikast (aku - koormatav tugeva vooluga, taskulambipatareid - koormatavad nõrga vooluga) olgu R_1 ja R_2 suurusjärgudes kas oomid või kilo-oomid.

Näiteks jagatist $x = 7:2$, mis sisuliselt võiks olla $I = 7 [V] : 2 [\Omega]$, demonstreeritakse järgmiselt. Reostaat R_2 seatakse arvule (s.o. 2 Ω või 2 k Ω), R_1 reguleeritakse seni, kuni voltmeeter näitab 7 volti. Ampermeetrit loetakse siis jagatis 3,5 (amprit või milliamprit). Muutes toimingu järjekorda (lähtudes valemist $U = I R$) võime lahendada $x = a b$ tüüpi ülesandeid.

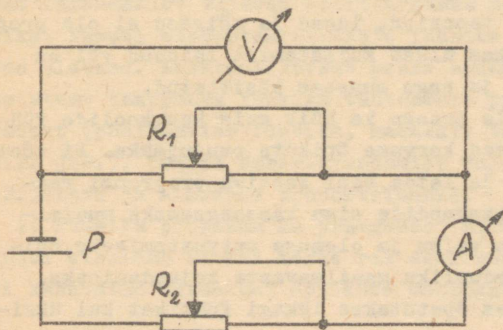
Beltoodud ülesannete ettevalmistamisel arvestatagu seda, et takistid (reostaadid, potentsiomeetrid) valitaks selliste maksimumväärtustega, mis teeb võimalikuks mõõteriistade ülekoormamise. Sellest tingituna alustatagu takistuste reguleerimist suuremast arvust vähendamise suunas.



Joon. 1



Joon. 2



Joon 3.

FÜÜSIKA KOOLIKURSUSE KAASAEGSUSEST JA HUVI KASVATAMISEST TÄPPISTEADUSTE VASTU

A. K o p p e l

1. Tänapäeval on tõeliselt teadusliku maailmavaate kujunemise üheks põhieelduseks selge ettekujutus füüsika kaasaegsest tasemest. Tänapäeva füüsika olulisemate saavutuste, tema poolt antud kaasaegse maailmapildi, tähtsamate füüsikaliste teooriate ideede ja füüsika põhiliste uurimismeetodite tundmine annab tõelise ja kindla aluse materialistlikuks maailmatunnetuseks, aitab kujundada dialektilis-loogilist mõtlemisvõimet, viib kindlatele ateistlikele veendumustele.

Ettekujutuse tänapäevasest, XX sajandi füüsikast peaks andma juba keskharidus. Just füüsika koolikursusel peaks olema kaasajal tähtis ja oluline osa kasvava põlvkonna teadusliku maailmavaate kujundajana.

2. Rea vooruste kõrval on kehtival keskkooli füüsikaprogrammil, eriti aga kasutuselolevail õpikuil tõsiseid puudusi. Aine alaosad on nii programmis kui õpikutes kaasajale mittevastavates proportsioonides. Õpikute teoreetiline tase on aegunud, oma põhilaadilt mõödunud sajandi maailmapildile vastav, õpikutes on raske vahet teha olulise ja vähem olulise vahel. Paljud kaasaja füüsika kõige tähtsamad saavutused, fundamentaalsed teooriad, ideed ja mõisted ei ole programmis ega õpikuis kas üldse kajastamist leidnud või on seal vägagi põgusalt ja nagu muuseas käsitletud.

Nähtavasti ei ole praegu ka kõik meie keskkoolide füüsikaõpetajad võimelised korvama õpikute puudujääke. Ei võeta alati vaevaks otsida ja leida seni kehtiva programmi raamidest võimalusi füüsikatundide sisu kaasaegsemaks muutmiseks, kaasaja füüsika vaimu ja olemuse tutvustamiseks, õpilastes kaasaegse teadusliku maailmavaate kujundamiseks. Paljudes meie koolides õpetatakse ikkagi füüsikat kui üksi-

kute faktide konglomeraati, ei osata või ei võeta vaevaks esile tuua füüsika eri osade ühiseid jooni, fundamentaalseid mõisteid ja ideid, ei näidata füüsikat tema arengus. Mõtlemisvõime ja arutlemisoskuse vaevanõudev arendamine asendatakse sageli tuupimisele rajaneva aine hästi "üles-titlemise" lihtsa ja mugava heakskiitmisega.

Kõik need füüsika õpetamisele keskkoolides omased puudused tulevad ilmsiks kõrgemates koolides. Nad avalduvad vastuste üldises laadis ja tasemes sisseastumiseksamitel. Neist tingitud maailmavaatelise ettevalmistuse nõrkus, teadusliku mõtlemisviisi elementide nõrk valdamine, loogilise mõtlemise asendamine tuupimisega halvavad tõsiselt õppetööd kõrgemas koolis. Aga nad viitavad muudugi ka puuduste olemasolule füüsika keskkooliõpetajate ettevalmistamisel TRÜ Füüsika-Matemaatikateaduskonnas.

3. Kaasaja füüsika põhilisteks alussammasteks on relatiivsusteooria ja kvantmehaanika. Tundmata nende teooriate põhiideid jääb arusaamatuks kaasaja füüsika saavutuste tõeline olemus. Teadmisteta relatiivsusteooriast ja kvantmehaanikast on tegelikult võimatu dialektilise materialismi põhiseisukohtade tõeline omandamine. Seepärast näib tänapäeval mõõdapäisematuna relatiivsusteooria ja kvantteooria põhialuste ja neid põhjendavate tähtsamate eksperimentide tutvustamise või vähemalt neist teooriatest mingi ettekujutuse andmise lülitamine füüsika koolikursusesse. Tunduvat laiendamist vajavad koolikursuses aatomi- ja tuumafüüsika, samuti elementaarosakeste füüsika probleeme käsitlevad alaosad. Keskkoolikursus peaks andma ettekujutuse ka teistest tänapäeva füüsika, tähtsamate probleemide valdkondadest (pooljuhtide füüsika, madalate temperatuuride füüsika jne.). Tõsist ümberkujundamist vajaksid aine käsitlemise järjekord ja alaosade proportsioonid.

4. Füüsika programm ka praegusest mitte palju erineval kujul sisaldab siiski terve rea seni kasutamata või halvasti kasutatud võimalusi õpilaste mõningaks tutvustamiseks

füüsika tänapäevase tasemega, õpilastes kaasaegse teadusliku maailmavaate kujundamiseks.

Saab tutvustada tervet rida relatiivsusteooria ja kvantteooria tõesid juba enne neist teooriatest üldpilti andmata, rääkida nende teooriate fundamentaalsest tähtsusest kogu tänapäeva füüsika arengus, n.ö. "avada uks" seaduspärasuste valdkonda, mis on omased suurtele kiirustele ja mikro maailmale. On võimalik anda selge ettekujutus materია tänapäeval tuntud esinemisvormidest - aineist ja väljast kui üksteisest erinevatest, ent vastastikusel seoses, kõrvuti ja samaväärsetena olemasolevatest materiaalistest realiteetidest. Tuumafüüsika probleeme käsitledes tuleks tingimata põhjalikumalt rääkida elementaarosakestest, nende omadustest ja tähtsusest tuumafüüsikalistes uurimistes.

Väga tähtis on pöörata tähelepanu füüsikale kui seostatud tervikule, rõhutada põhiliste looduseaduste, samade põhiliste mõistete, analoogiliste ideede ja mõttekäikude esinemist füüsika eri osades. Aine käsitusviis peaks olema võimalikult teaduslik, tuleks kujundada juba keskkoolis pilt füüsika kui teaduse olemusest ja uurimismeetoditest. Meisterliku pedagoogi käsitusel muutub kogu füüsikakursus hoopis arusaadavamaks ja ülevaatlikumaks, kui õpetatakse tundma füüsikalisi nähtusi vahetus seoses nende olemuse, nende sisemise mehhanismi selgitamisega üldisema teooria seisukohalt, kui alatasa rõhutatakse nähtustes üldisemate, rohkem harravate seaduspärasuste väljendumist.

Igakülgsele tuleks valgustada kogu kursuse ulatuses eksperimendi ja teooria vahekorda. Tuleks näidata teooria suurt osa just teenäitajana, uute faktide ennustajana. Matemaatika kui inimese mõistuse võimsust tohutult suurendava teadusliku uurimismeetodi, tema jõu ja ettenägelikkuse ning tähtsuse rõhutamine kaasaegses füüsikas peab algama koolikursuse esimestest tundidest.

Suur osa on füüsika koolikursusel täita dialektilise materialismi põhiliste kategooriate ja seaduste tutvustaja-

jana, loogilise mõtlemise ja tunnetusprotsessi dialektikast arusaamise kasvatajana. Tuleks rõhutada meelelise kogemuse piiratust, abstraheeritud mõistete tunnetuslikku tähtsust, loodust teatud täpsusega kirjeldavate mudelite suurt heuristilist jõudu. Füüsika ülesannete lahendamine peaks olema iseseisva loogilise mõtlemis- ja arutlemisotskuse ning leidlikkuse kool, kusjuures tuleks tingimata püüda ülesannete temaatikat võimalikult huvitavaks ja kaasaegseks muuta. Peab kujunema ettekujutus füüsikast kui arenevast teadusest, meie maailmapildi pidevast muutumisest, meie tunnetuse piiride laienemisest. Juba keskkooli füüsika peaks andma kindla veendumuse, et loodus on näivast keerulisem, et on looduse seadusi, mis, tundudeski esialgu "tervele mõistusele" vastukäivatena, ei ole aga kaugeltki midagi müstilist.

5. Kaasajal on huvi kasvamine täppisteaduste vastu eriti oluline, kuna kõrgem kool peab andma aasta-aastalt üha rohkem lõpetajaid täppisteaduste alal ning seetõttu kasvab pidevalt ka vastuvõtukontingent TRÜ Füüsika-Matemaatikateaduskonda. Huvi kasvamine täppisteaduste, sealhulgas füüsika vastu on aga tihedalt seotud koolifüüsika õpetamise praegusest kaasaegsemaks muutmisega.

On oluline, et füüsika koolikursus ei jätaks kõike äraseletavat muljet (ja seda veel kaugesse minevikku jäänud tasemel), ei viiks arvamusele, et midagi enam juurde õppida ei olegi. Näidates kaasaegse füüsikateaduse hoone kontuure võimalikult sellistena nagu nad on, peaks koolikursus tingimata avama uusi horisonte, viitama sellele, kui palju on veel ära teha füüsika igas valdkonnas, näitama konkreetselt teaduse üksikuid "lahtisi otsi".

Et noori huvitab alati esmajoones just uus, et neid võlub see, mis ei ole veel päris selge, aga milles võib leida otsimise ja avastamise romantikat, siis võidab füüsika kaasaegse taseme ja arenguperspektiivide värvikas ja probleemiderikas tutvustamine kahtlemata juurde uusi täppisteaduste entusiaste, suurendab huvi füüsika kui loodustea-

duse õppimise vastu kõrgemas koolis.

6. Füüsika koolikursuse praegusest kaasaegsemaks muutmine on suures osas, vähemalt esialgu, õpetajate ise-
seisvaks loominguks. Tuleks olemasolevad võimalused hästi
läbi mõelda, proovida mitmeid võimalusi, katsetada. Kind-
lasti peaks kõnesolev probleem edaspidi rohkem kõitma ka
füüsika õpetamise meetodikute tähelepanu. Samuti tuleks ar-
vestada füüsika koolikursuse õpetamise siin käsitletud as-
pekte füüsikaõpetajate ettevalmistamisel.

Näib, et eriti sobiv on füüsika kaasaegse taseme,
põhiliste füüsikaliste teooriate ideede tutvustamine ja
füüsikast ühtse terviku kujundamine kordamise ajal lõpu-
klassis, kui koolikursus tervikuna on juba läbi võetud. Nii
mõndagi uut tuleks aga muidugi pakkuda õpilastele ka varem
kursuse programmipärasel läbivõtmisel. Ja tingimata peaks
kaasaja füüsika saavutustest, ideedest ja probleemidest
rääkima kooli füüsikaringis.

Füüsikaõpetaja peab olema oma teaduse entusiast, ta
peab end pidevalt hoidma kursis füüsika tõusva tasemega.
Füüsikaõpetaja peaks alati olema õpilastes kaasaegse teadus-
liku maailmavaate kasvatajaks, tal peaks olema jõudu ja
energiat teha õpetamisest tõeline looming. Tehes õpetamise
rasket, kuid auväärset tööd, peab keskkooli füüsikaõpetajal
olema kaasajal "stügv veendumus võimalusse ja vajadusse an-
da kaasaegne teadus ja kõik kultuuri ülimald saavutused la-
de rahvahulkade käsutusse..." (P.Langevin).

A. K o r j u s

1.1. Kaasajal on teadulik uurimistöö võtnud härmiselt suure ulatuse, seda nii teaduslikust uurimistööst osavõtivate inimeste arvu kui ka teadusliku produktsiooni (s.o. trükitist ilmunud teaduslike tööde mahu) poolest. Igal aastal ilmub miljoneid teaduslikke artikleid väga erinevates keeltes. Ka ühe kitsa teadusliku distsipliini raamides võtavad sellest uurimistööst osa paljudesse eri rahvustesse kuuluvad ja eri keeli kõnelevad inimesed. See asjaolu nõuab riikide ja eri rahvustest teadlaste vahel üha laiemat ja laiemat teadusliku informatsiooni vahetamist, sest ilma sellise vahetamiseta pole mõeldav teaduse küllalt kiire edasiarenemine.

1.2. Teadusliku informatsiooni vahetamisel teeb töiseid raskusi asjaolu, et eri maade teadlased kirjutavad oma tööd eri keeltes (igauks enamasti oma rahvuskeeles). Kuna võõrkeele õppimine on küllaltki vaevarikas ja aeganõudev töö, siis pole mõeldav, et iga teadlane õpiks ära kõik võõrkeeled, milles tema erialalt töid ilmub (mõnedel aladel on tarvis tunda vähemalt 4 võõrkeelt!).

Sellest raskusest on põhimõtteliselt võimalik üle saada kahel viisil:

- a) kokkuleppe teel, et kõigi maade teadlased avaldaksid kõik oma tööd ühes kindlas keeles;
- b) iga riik tõlgib kõik vajalikud artiklid oma keelde.

1.3. Rahvuslik uhkustunne ja rida teisi kaalutlusi pole võimaldanud ühtegi elavat keelt kasutusele võtta ainsa teaduslike tööde keelena. Veel enam, on selge, et sellist kokkulepet ka tulevikus ei õnnestu saavutada. Ka kunstlikult loodud keeled (näiteks esperanto, interlingua jt.) pole seni rahuldanud neid tingimusi, mida esitatakse üldisele teaduslike tööde keelele. Üldisele teaduslike tööde keelele

esitatakse kaks põhilist nõuet:

- a) ta peab olema kõigist rahvustest teadlaste poolt kergesti õpitav;
- b) ta peab võimaldama küllalt paindlikult kirja panna mistahes teadusliku mõtte (ja seda nii, et mõte oleks mis tahes üheselt määratud).

Kuna nende tingimuste täitmine on äärmiselt komplitseeritud rahvuskeelte suurte erinevuste tõttu, siis on vähe tõenäoline, et õnnestub kunstlikult luua üldtunnustatud teaduslike tööde keelt.

1.4. Mõnede üksikute teaduslike distsipliinide raames on aga võimalik, et võetakse kasutusele ühtne teaduslik keel. Üheks selliseks alaks on arvutusmatemaatika, mille jaoks rahvusvaheliselt kasutatavat keelt A l g o l töötakse saksa ja USA matemaatikute initsiatiivil välja alates 1959. aastast.

2. Teadusliku informatsiooni vahetamisel üleskerkivate keeleliste raskuste lahendamise ainsaks reaalseks teeks jääb teadusliku kirjanduse ulatuslik ja operatiivne tõlkimine. Loomulikult ei saa alahinnata ka teadlastele tähtsamate võõrkeelte õpetamist.

2.1. Teadusliku kirjanduse ulatuslik tõlkimine nõuab tohutu suure tõlkijate kaadri ettevalmistamist. Nõuab ju teadusliku kirjanduse tõlkimine peale võõrkeelte tundmise veel ka vaadeldava eriala tundmist. See muudab tööde ulatusliku tõlkimise kui mitte päris võimatuks, siis igal juhul äärmiselt kulukaks. Lisaks pole käsitsi tõlkimine küllalt operatiivne: väga sageli jõuab tõlgitud töö teadlasteni alles paar aastat pärast tema ilmumist originaalis. Seetõttu on paljud sellised tõlgitud tööd kaotanud suure osa oma väärtusest, sest kiirelt arenevates teaduslikes distsipliinides on nad ilmumise ajaks jõudnud juba vananeda.

Elektronarvutusmasinate kasutamine teaduslike artiklite tõlkimisel võimaldaks suurendada tõlgitavate artiklite arvu sadu kordi, kusjuures tõlkimiseks ja toimetami-

seks kuluva aja saaks viia miinimumini. Seetõttu on masintõlkimisega seotud probleemide lahendamisel teadusliku informatsiooni vahetamise (ja seega kogu teaduse arengu) seisukohalt tohutu tähtsus.

2.2. Igas teaduslikus distsipliinis ilmub igal aastal tuhandeid artikleid. Ka juhul, kui kõik need artiklid oleksid teadlastele kättesaadavad emakeeles, nõuaks nendega tutvumine ühelt inimeselt aastaid. Viimane asjaolu on kutsunud esile teadlaste üha suurema spetsialiseerumise. Teiselt poolt aga nõuab kaasaeg teadlastelt aina avaramat silmaringi, ulatuslikumaid teadmisi. Ilma selliste teadmisteta pole võimalik ühegi teaduse alal edukalt töötada. Selles seisnebki üks kaasaja teaduse arengu peamisi vastuolusid. Selle vastuolu kõrvaldamise ainsaks teeks on võimsate informatsioonimasinate ehitamine.

Informatsioonimasinad konspekteriks ja tõlgiks ilmuvaid teaduslikke artikleid ning vajaduse korral väljastaksid teadlastele kõikvõimalikke andmeid. Selliste masinate loomisega seotud probleemide lahendamisega tegeldakse väga mitmetes maades (ka meil Nõukogude Liidus).

3. Seoses informatsioonimasinate loomisega ja masintõlkimise probleemide lahendamisega kerkis üles rida filoloogilisi küsimusi, mille lahendamine üldtunnustatud filoloogiliste meetoditega polnud enam võimalik. Nende lahendamine nõudis täpsete (s.t. loogiliselt põhjendatud ja subjektiivsetest ning juhuslikest momentidest täiesti vabade) uurimismeetodite kasutuselevõtmist.

3.1. Teaduses on täpseteks hakatud nimetama ainult neid meetodeid, mis on kas matemaatilisel või loogiliselt rangelt põhjendatud. Veel enam, ka täppisteaduste mõiste on lahutamatu seotud matemaatikaga. Seetõttu on hakatud ka uut keeleteaduslikku suunda, mis keele uurimisel kasutab täpseid meetodeid, nimetama matemaatiliseks lingvistikaks.

Termin "matemaatiline lingvistika" ise ei osutu küllalt täpseks selleks, et edasi anda uue keeleteadusliku suuna olemust, iseloomustada tema meetodeid. Veel enam, ta annab

inimestele sageli vale ettekujutuse vaadeldava suuna taotlustest. Nimelt saadakse väljendusest "matemaatiline lingvistika" aru nagu uue keeleteaduse väljatöötamisest, keeleteaduse täielikust matematiseerimisest. Selline ettekujutus matemaatilise lingvistikast on täiesti väär.

Tegelikult ei seisne matemaatilise lingvistika olemus ja tegelik sisu mitte mingi uue erilise keeleteaduse väljatöötamises, vaid keele uurimise meetodite täiustamises, nende meetodite muutmises täpseteks, kindlateks ja kaasaegseteks. Seega matemaatilise lingvistika suund püüab luua (ja on juba loonudki) võimsamaid keeleteadusliku uurimise meetodeid, mille abil oleks võimalik uurida keelt sügavamalt kui seda seni on tehtud, vaadelda keeleteaduslikus uurimistöös ka neid küsimusi, mille lahendamisel keeleteaduse vana meetodid on olnud võimetud. Seega on matemaatiline lingvistika keeleteaduse edasiarenemise otseseks tulemuseks, tema kaasaegseks haruks.

3.2. Matemaatilises lingvistikas kasutatakse kõrvuti strukturalistlike meetoditega (vahetute moodustajate meetod, transformatsiooni meetod jt.) ka puhtmatemaatilisi meetodeid: matemaatilise loogika ja statistika meetodeid, informatsiooniteooria, algoritmide teooria ja hulgateooria meetodeid.

4. Matemaatilises lingvistikas saadud (ja tulevikus saadavatel) tulemustel on suur tähtsus terve rea praktiliselt tähtsate probleemide lahendamisel. Selliste küsimustena võiks siinkohal nimetada masintõlkimist, informatsioonimasinate loomist, suulist kõnet üleskirjutavate seadmete loomist, ortograafiareeglite põhjendamist ja koolides võõrkeelte õpetamise tõhustamist.

Seni pole koolides võõrkeelte õpetamine olnud eriti tõhus: vaatamata küllaltki suurele kulutatud tundide arvule on saadud üsna tagasihoidlikke tulemusi. Enamasti on õpilased peale keskkooli lõpetamist võimelised võõrkeelset raamatut lugema ainult sõnastiku abiga, võõrkeeles oma mõtteid nad väljendada ei suuda. See on tingitud peamiselt

järgmistest asjaoludest:

a) Keeleõpikud on koostatud peamiselt ilukirjanduse alusel. Nendest õpitav sõnavara on sageli igapäevases kõnes ja teaduslikus kirjanduses harva kasutatav. Teiste sõnadega, õpikute koostamisel pole arvestatud sõnade kasutamissagedust.

b) Keelte õpetamisel pööratakse peatähelepanu suure sõnavara õpetamisele. Väga vähe rõhku pannakse õpitud sõnade kasutamisega seotud praktiliste küsimuste käsitlemisele.

See on täiesti arusaadav, sest olemasoleva keeleteaduse tase ei võimaldanudki neid puudusi keelte õpetamisel kõrvaldada. Nii näiteks pole veel praegugi enamiku keelte tarvis koostatud sagedusõnaraamatuid.

Ka sõnavara kasutamise seisukohalt tähtsaid küsimusi on seni veel läbi uurimata (või siis on vähe uuritud). Nii näiteks pole olemas sõnastikku, milles oleks antud vene sõnade rektsiooni tüübid (s.t. näidatud sõnade juures, missugust muudet nad lauses endaga grammatiliselt seotud sõnadelt nõuavad). Mis kasu on sellest, kui me teame kõiki lause moodustamiseks vajalikke vene sõnu, oskame neid muuta, kuid ei tea, missuguses muutes nad moodustatavas lauses peavad seisma? Lauset me ikkagi moodustada ei saa!

Matemaatiline lingvistika aitab üle saada puudustest keelte õpetamisel.

ÜLEVAADE TRÜ ARVUTUSKESKUSE TÖÖST
PLANEERIMISE MATEMAATILISTE MEETODITE ALAL

I. K u l l

TRÜ arvutuskeskuse töö üheks põhisuunaks on planeerimise matemaatiliste meetodite väljatöötamine ja rakendamine. Nimetatud uurimissuuna suur tähtsus on ilmne, sest rahvamajanduse maksimaalse arengutempo saavutamine on võimalik ainult olemasolevate tootmisvõimsuste ja materiaalsete resursside kõige otstarbekohasema ja ökonoomsema kasutamise korral. Teatavasti rõhutatakse ka NLKP programmis teaduslike planeerimismeetodite kiire ja ulatusliku rakendamise vajalikkust, pühendades rahvamajanduse juhtimise ja planeerimise probleemidele eri osa.

Majandusliku sisuga ülesannetest on TRÜ arvutuskeskuses uuritud nn. transpordi- ehk jaotusülesandeid. Ülesande võib sõnastada järgmiselt: olgu antud mingi kauba tootjad tootmismahuga vastavalt a_1, a_2, \dots, a_m ja selle kauba tarbijad vajadustega b_1, b_2, \dots, b_n . Seejuures eeldame, et $\sum_1 a_i = \sum_j b_j$. Teades ühe ühiku kauba veekulusid c_{ij} i-ndalt tootjalt j-nda tarbijani tuleb leida kõiki tarbijaid rahuldav transpordiplaan, kus transpordi kogukulud oleksid minimaalsed.

Seni on lahendatud katseks mõningad ülesanded. Võrreldes seni kasutatud plaanidega on kokkuhoid 3- 12% .

Üldistatud transpordiülesande näitena võib tuua ülesande kütuste jaotamisest energeetikaseadmetele, kusjuures eesmärgiks on kõikide tarbijate vajaduste rahuldamine ühes soojusenergia tootmise kogukulude minimeerimisega. Võrreldes eelmise ülesandega tuleb täiendavalt teada seadmete kasutegureid eri kütuste korral. Seni on lahendatud mõned sellised ülesanded Tartu linna kohta. Uurimistööd teostatakse koos E.Landraga (ENSV TA Energeetika Instituut).

Et transpordiorganisatsioonid ei teosta üksikute kaupade vedu üksteisest sõltumatult, peab ka transpordiprobleeme vaatlema komplekselt: arvestama mitmeid kauba- ja transpordiliike jms. Selliseid probleeme uuritakse ka TRÜ arvutuskeskuses. Põhimõtteliselt taandub selline ülesanne väga suure tundmatute arvuga lineaarse planeerimise ülesandele. Peale arvutustehniliste probleemide esineb siin veel teisi- gi küsimusi, nagu: kuidas korraldada algandmete regulaarset saamist, millisel määral vastavad tariifid transpordi omahinnale jne.

Kolhooside ja sovhooside söödakultuuride optimaalse vahekorra leidmine taandub samuti lineaarsele planeerimisele. Eesmärgiks on leida söödakultuuride selline vahekord, mis rahuldaks täielikult majandi söödavajadused ja mille puhul tootmiskulud oleksid minimaalsed. Seni on arvutusi teostatud Luunja ja Alliku sovhoosi kohta. Arvutuste tulemused näitasid, et söödakultuuride optimaalse vahekorra puhul on võimalik söötasid toota umbes 30% odavamini kui seni.

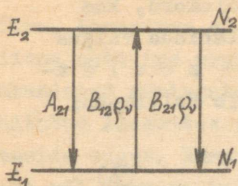
TRÜ arvutuskeskuses uuritakse veel dünaamilise planeerimise meetodite rakendusvõimalusi rahvamajanduse mitmesugustel aladel (metsamajanduses, elektri jaamade koormuste määramisel).

H. K ä ä m b r e

Raadioelektroonika on oma sünnist peale arenenud elektromagnetilise kiirguse üha lühemate lainepikkuste kasutamise suunas. Lainepikkuse vähendamine võimaldab edasi anda rohkem informatsiooni ajahükkus ning vähendada tunduvalt antennide mõtteid, mis on vajalikud kiirguse koondamiseks vähe hajuvaiks suunatud kimpudeks. Suunatud kiirguskimbud lubavad suurendada side kaugust ning tõsta radartehnika täpsust ja ulatuvust. Mainitud eelised on eriti märgatavad seoses viimastel aastatel tekkinud kosmilise side vajadusega. Töötamiseks millimeeterlainete ja lühemate lainete piirkonnas ei kõlba aga enam vanadel printsiipidel loodud raadioaparatuur. See asjaolu on viinud täiesti uudse elektroonikaharu - kvantelektroonika loomisele viimase aastakümne jooksul. Kvantelektroonikas kasutatakse elektromagnetiliste lainete võimendamiseks ja genereerimiseks kvantmehaanika abil kirjelduvate süsteemide - aatomite ja molekulide indutseeritud kiirgust. Kvantelektroonika arengu loomulikuks etapiks oli elektromagnetiliste lainete spektri infrapunase ja nähtava piirkonna vallutamine. Seda tähistab esimeste valguse generaatorite ja võimendajate loomine reas laboratooriumides viimaste aastate jooksul.

Vaatleme kõigepealt indutseeritud kiirguse, negatiivse optilise neeldumise ja negatiivse absoluutse temperatuuri mõisteid, mis kvantelektroonikas omavad printsiipiaalset tähtsust.

Indutseeritud kiirguse olemasolu postuleeris 1917.a. A. Einstein. Vaatleme aatomi või molekuli kaht energianivoosid E_1 ja E_2 (joon.1). Kui aatom asub algmomentil ergutatud energianivoosil E_2 , võib ta üle minna nivoole E_1 tõenäosusega A_{21} , kiirates vabaneva energia elektromagnetilise kiirguse kvandina $h\nu = E_2 - E_1$. See on s p o n t a a n n e k i i r g u s . Kui aga aatomile langeb väljastpoolt kvant



Joon.1

süsteemi alumisele nivoole, kusjuures lisaks pealelangenuid footonile kiiratakse veel teine footon, mis on sama energia, levimissuuna ja polarisatsiooniga kui esimene. See ongi indutseeritud kiirgus, teketõenäosusega $B_{21}\rho\nu$. Einstein näitas, et

$$B_{12} = B_{21} \quad (1)$$

ja

$$A_{21}/B_{21} = 8\pi h c^{-3} \nu^3 \quad (2)$$

Indutseeritud kiirgus on koherentne indutseeriva kiirgusega. Neeldumise tõttu nõrgeneb ainet läbiva valguse intensiivsus Bouguer'i seaduse järgi:

$$I = I_0 e^{-\alpha l} \quad (3)$$

kus α tähistab neeldumiskoeffitsienti. Seevastu indutseeritud kiirgusprotsessid ilmselt tugevdavad, võimendavad ainet läbivat valgust. Saab näidata, et kiirguse jaoks sagedusega ν kehtib

$$\alpha = h\nu (B_{12}N_1 - B_{21}N_2) / c\Delta\nu, \quad (4)$$

ehk, arvestades (1),

$$\alpha = h\nu B_{21}N_1 (1 - N_2/N_1) / c\Delta\nu. \quad (5)$$

Siin $\Delta\nu$ on üleminekule $E_2 \rightarrow E_1$ vastava spektrijaone pool-laius ning $N_{1,2}$ - aatomite kontsentratsioon alumisel ja ülemisel nivool. Tavaliselt, näiteks kõigis termodünaamilise tasakaalu olukorras olevais keskkondades, $N_2 < N_1$, seega

$\mathcal{E} > 0$ ja $I < I_0$. Kui aga kunstlikult luua olukord, kus $N_2 > N_1$, siis $\mathcal{E} < 0$ ja $I > I_0$, s.o. ainet läbinud valgus tugevneb, toimub n.ö. n e g a t i i v n e n e e l d u m i n e. Termodünaamilises tasakaalus kehtib Boltzmanni jaotus

$$N_2/N_1 = e^{-(E_2-E_1)/kT}. \quad (6)$$

Formaalselt kirjeldab olukorda $N_2 > N_1$ sama valem (6), kui $T < 0$. Seepärast kõneldaksegi aatomite kollektiivist, kus mõne nivoodepaari jaoks kehtib $N_2 > N_1$ kui n e g a t i i v s e a b s o l u u t s e temperatuuri juures olevast süsteemist.

Nagu näeme, võib negatiivse absoluutse temperatuuri juures oleva keskkonna läbimine elektromagnetilise kiirguse võimendumisele tänu indutseeritud kiirguse ülekaalule neeldumise üle. Sellel põhinebki kõigi kvantelektroonika seadmete töö, funktsioneerigu nad siis mikroraadiolainete või optiliste kiirguste piirkonnas. Märkime, et mikrolainete kvantelektroonilisi generaatoreid ja võimendajaid nimetatakse sageli ingliskeelse lühendsõnaga MASER (microwave amplification by stimulated emission of radiation), valgusgeneraatoreid ja võimendajaid aga analoogilise lühendiga LASER (light amplification by stimulated emission of radiation). Lühiduse huvides pruugime ka siin neid lühendeid.

Üks esimesi, kes viitas sellisele kiirguse võimendamise võimalusele, oli nõukogude füüsik V. Fabrikant. Esimesed sel põhimõttel töötavad sentimeeterlainete generaatorid läid aastail 1954-55 nõukogude füüsikud N. Bassov ja A. Prokhorov ning nendest sõltumatult ameeriklased Gordon, Zeiger ja Townes. Bassovit ja Prokhorovi autasustati nende tööde eest Lenini preemiaga. Laserites kasutust leidnud kristallide optilisi emadusi on põhjalikult uurinud Leningradi teadlased P. Feofilov ja N. Tolstoi.

Negatiivse absoluutse temperatuuri loomiseks aine mingite energetiliste nivoode vahel tuntakse mitmesuguseid

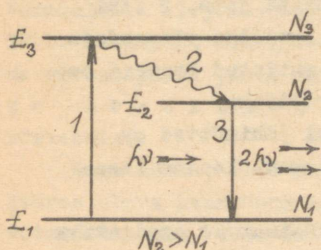
viise. Laserites on neist kasutust leidnud kaks: 1) intensiivne optiline ergutus, nn. "optiline pumpamine", mida on rakendatud mõningate luminesitseerivate kristallide alusel ehitatud laserites ja 2) elektrilahendus metalli aurus või gaaside segus. Kummalgi juhul kasutatakse teatavate aatomite või ioonide kolme kuni nelja energianivood. Lähemalt selgitab aktiivse keskkonna loomise printsiipi joon. 2. Kui ergutus on küllalt intensiivne, muutub optiline võimendaja valgusgeneraatoriks. Peaaegu kõik seni ehitatud laserid ongi määratud koherentse valguse genereerimiseks.

Mõningate laserite konstruktsiooni põhimõtted on skematiseeritud joonisel 3; lühiaidmeid seni loodud laserite kohta esitab tabel 1.

Laseritest kiiratava valguse tähtsaimateks omadusteks on koherentsus (tuleneb otseselt indutseeritud kiirguse iseloomust), erakordne monokromaatsus, kiirtekimbu seninähtamatult suur intensiivsus ja väike hajumine (vaid mõni nurgasekund kuni - minut). Laserite valguse intensiivsus on miljoneid kordi suurem kui päikesekiirguse intensiivsus samas spektraalvahemikus (kiirguse efektiivne temperatuur $\approx 10^{10} \text{K}$). Valguse rõhk laseri kimbus võib ulatuda sadesse ja koguni miljonitesse atmosfääridesse. Kiirtekimbu erakordset suunatust ning väikest hajumist iseloomustab hästi järgmine hinnang: kui laseri kiirtekimp hajuvusega $0,01^\circ$ suunata Kuule, tekitaks see seal valgustatud ketta diameetriga 16 km; tavalise prožektoriga valguslaigu diameeter samal kaugusel oleks 40000 km.

Kõik need omadused loovad haaravaid perspektiive laserite väga mitmekesiseks rakendamiseks teaduses ja tehnikas. Laseri valguse monokromaatsus ja koherentsus võimaldab tema kasutamist sidetehnikas ühistel alustel raadiolainetega. Laseri valguskimp ei erine ju millegi poolest suundantenniga raadiosaatja kiirgusvihust. Laseri valgusele saab näit. rakendada sagedusmodulatsiooni. Seejuures annab sageduse miljonitekordne kasv võimaluse edasi anda tõhutuid informatsioonihulki. Näiteks võib He ja Ne segul töötaval lase-

ril põhimõtteliselt edasi anda 10000 televisiooniprogrammi. Kiirguskimbu kitsas suunatus ja tohutu intensiivsus annavad erakordseid võimalusi kosmiliseks sideks. Esialgused hinnangud näitavad, et laseritega saab saata ja vastu võtta signaale 10 valgusaasta pikkustel distantsidel. Selline kaugus pole kättesaadav ühelegi seni tuntud sidevahendile.

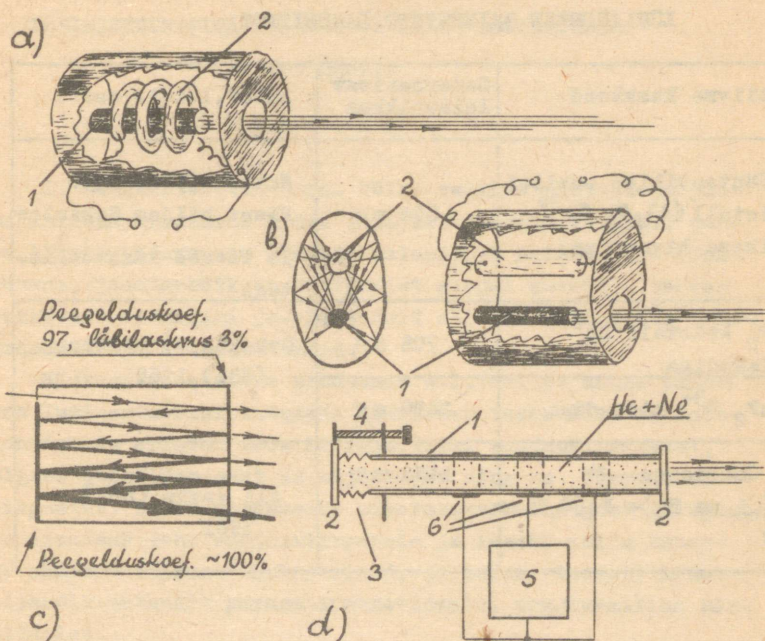


Joon. 2

Protsesside skeem laseri töökeskkonnas, mis sisaldab 3 sobiva nivooga kvantsüsteeme (näit. Cr^{3+} ioonid rubiinis). 1 - intensiivne optiline ergutus ("pumpamine"); 2 - kiirguse üleminek; 3 - indutseeritud kiirgus. Et saavutada $N_2 > N_1$, peab E_2 olema metastabiilne nivoo.

Laseri valguskimbu hiiglaslik intensiivsus lubab kavandada paljude seni lahendamata teaduslike ja tehniliste ülesannete kallale asumist (keemiliste reaktsioonide mõjutamine intensiivse kiiritamisega, raskeltsulavate ainete ülitäpne lõikamine valguskiirega, mitmesugused spektroskoopilised, luminesentsialased uurimused, teatavate metroloogiaprobleemide lahendamine jne.). On kavas uurida koguni footonite hajutamist footonitel - eksperiment, mis omab suurt tähtsust kvantelektrodünaamikas, mille teostamisest varem aga ei saadud mõeldagi.

Laserid kujutavad endast täiesti uuelaadset valgusallikat, mille valgus oluliselt erineb kõigi seni tuntud valgusallikate omast. Laserite loomine on üks viimase aja suuremaid saavutusi füüsikas.



Joon 3

a) ja b) - rubiinil töötavate laserite konstruktsiooni skeeme. 1 - rubiinivarb, mille otsad on lihvitud ja hõbetatud tasaparalleelseks peegleiks; 2 - võimas sähvatuslamp - optilise "pumpamise" teostaja; c) valguse võimendumine rubiinivarvas paljukordsel peegeldumisel hõbetatud otstelt. Ergutuse küllaldase intensiivsuse korral muutub varb valguse generaatoriks. d) gaaside segul töötav laser. 1-kvartstoru; 2 - peeglid; 3- elastne vahelüli; 4- peegli reguleerimisseade, mis võimaldab peegleid paralleelseks viia; 5- kõrgsagedusgeneraator gaaslahenduse tekitamiseks; 6 -elektroodid.

T a b e l 1.

LÜHIANDMEID ESIMESTEST LASERITEST

Aktiivne keskkond	Genereeritava lainepikkus	Autor, leitud aasta
Sünteetilise rubiini kristall (Al_2O_3 Cr^{3+} väikese lisandiga)	694 m μ	Maiman (USA), 1960 Pisut hiljem Schawlow ja Townes kaastöölisega
CaF_2 kristall Sm^{2+} -lisandiga	708 m μ	Sorokin, Stevenson (USA), 1960
CaF_2 U^{3+} -lisandiga	2490 m μ	
Gaasisegu He (1 mm Hg) + Ne (0,1 mm Hg)	1153 m μ	Ali Javan (USA), 1961

LUMINESTSENTSINÄHTUSTEST JA NENDE DEMONSTREERI -
MISEST KOOLIS

A. L a i s a a r

I. Luminestsentsi - nn. külma valguse nähtustega puutus inimene kindlasti kokku juba eelajaloolisel ajal, pannes tähele kõdunevate kändude salapärast helendamist ööpiimeduses, jaanimardikate hiilgamist soojal suveöö, taevas vehklevaid virmalisi jm. Sajandeid oli see nähtus üks salapärasemaid ja arusaamatumaid.

Nõukogude teadlane akadeemik S.I.Vavilov andis esimesena luminestsentsinähtusele ammendava teadusliku definitsiooni, mis eristab seda kiirguseliiki soojuskiirgusest, valguse peegeldumisest ja hajumisest ning nn. Tšerenkovi kiirgusest. Luminestsentsiks nimetatakse niisugust kiirgust, mis lisandub keha soojuskiirgusele ja kestab palju kauem kui nähtava valguse võnkeperiood, jätkudes vähemalt kümne miljardik sekundit pärast luminestsentsi ergutusallika kõrvaldamist.

Luminestseerida võivad üsna paljud anorgaanilised kui ka orgaanilised ained nii gaasilises, vedelas kui ka tahkes olekus.

Selleks et luminestseeriv aine kestvalt valgust kiirgaks, on tarvis talle pidevalt väljastpoolt energiat juurde anda - teda ergutada. Luminestsentskiirgus võib tekkida väga mitmesuguste energialiikide toimel. Vastavalt sellele eristatakse luminestsentsinähtusi tihti ergutusviiside järgi: f o t o l u m i n e s t s e n t s (ainete luminestsents ultraviolettkiirte või ka lühilainelise nähtava valguse toimel), k a t o o d l u m i n e s t s e n t s (katoodekiirte toimel), r ö n t g e n l u m i n e s t s e n t s

(röntgenikiirte toimel), r a d i o l u m i n e s t s e n t s (radioaktiivsete kiirguste toimel), e l e k t r o l u m i n e s t s e n t s (vahelduva elektrivälja toimel), k e m o l u m i n e s t s e n t s (keemilistel reaktsioonidel vabaneva energia toimel), b i o l u m i n e s t s e n t s (keemiliste protsesside toimel elusorganismides).

Järelhelenduse kestuse järgi jaotatakse luminesentsinähtusi tinglikult kahte liiki. Kui luminesents kustub väga kiiresti, nii et järelhelendus ei ole ilma spetsiaalsete aparaatideta märgatav, siis on tegemist f l u o r e s t s e n t s i g a . Kui aga järelhelendus kestab sekundeid, minuteid või isegi tunde, nimetatakse seda f o s f o r e s t s e n t s i k s .

2. Luminesentsi rakendusvõimalused on väga laiaulatuslikud. Märkime tähtsamaid neist.

Luminesentsi rakendamine valgustustehnikas. Järjest laiemalt kasutatakse valgustuse otstarbeks luminesentslampe, millel on tavaliste hõõglampidega võrreldes rida olulisi eeliseid: nad kulutavad 3-4 korda vähem elektrienergiat, annavad päevavalgusele lähedasema spektraalse koostisega valgust, jäädes seejuures peaaegu külmaks, on 3-6 korda pikema elueaga kui hõõglambid. Pika järelhelendusega luminofoore kasutatakse avariivalgustuses helendavate suunanäitajate, numbrilaudade, detailide valmistamiseks. Dekoratsioonideks ja teatrilaval kasutatakse üha laiemalt lumineseerivaid värve, kangaid, plastmasse.

Nähtamatute kiirguste avastamine ja registreerimine. Ilma lumineseerivate ekraanideta, mis muundavad mitmesugused nähtamatud kiired silmale nähtavaks kujutiseks, oleksid mõeldamatud sellised aparaadid, nagu raadiolokaator, televiisor, röntgeniapparaat, katoodosstillograaf, elektronmikroskoop - ühe sõnaga, kõik elektronoptilised riistad. Lumineseerivad kristallid võimaldavad registreerida ja mõõta radioaktiivseid kiirgusi.

Luminesentsanalüüs. Asjaolu, et erinevate lumineseerivate ainete helendus erineb üksteisest värvuse, inten-

siivsuse, järelhelenduse kestuse jm. poolest, kasutatakse nende ainete kindlakstegemiseks. Luminestsentsanalüüs leiab rakendamist keemias ainete puhtuse määramisel, geoloogias maapõuevarade, eriti nafta leiukohtade otsimisel, masinatööstuses detailide defektide kindlakstegemisel, põllumajanduses ja toiduainetetööstuses põllumajandussaaduste ja toiduainete kvaliteedi kontrollimisel, arstiteaduses mitmesuguste haiguste, eriti kasvajate diagnoosimisel, mikrobioloogias mitmesuguste bakterite uurimisel, arheoloogias ja paleontoloogias vanaaegsete kulunud ürikute ja mitmesuguste kivististe uurimisel, kriminalistikas salakirjade nähtavastegemisel ja dokumentide võltsingute avastamisel jne.

3. Luminestsentsnähtusi pole keskkooli II. klassi füüsikaõpikus käsitletud kuigi õnnestunult. Seal on näitena toodud lämmastikhapu uranüüli $UO_2(NO_3)_2$ (õpikus valesti märgitud lämmastikhapu uraani nime all, vt. §188) kristallide helendamine löögi mõjul - luminestsentsnähtus, mille pole absoluutselt mingisugust praktilist tähtsust. Samal ajal aga pole üldse mainitud näiteks katoodeluminestsentsi, millel on ometi hindamatu praktiline väärtus. Tõsi küll, katoodeluminestsentsist on mõõdamines juttu teises kohas (tsinksulfiidist ekraani helendamine katoodkiirte toimel, § 70). Ent sellest nähtusest tuleks siiski veidi üksikasjalisemalt rääkida luminestsentsnähtuste käsitlemisel. Õpik pakub teisigi näiteid luminestsentsnähtuste rakenduste kohta, kuid kõik nad on raamatus laiali pillatud, ja füüsikaõpetaja ülesandeks on nende väljaotsimine ning süsteemikindlam esitamine. Märkigem mõningaid võimalusi selleks. Elektroluminestsentsi kohta võib näitena tuua gaaside helendamise huumlahendustorus kõrgepingeallika elektrivälja mõjul (§69). Katoodeluminestsentsi kohta - katoodtoru (§70), elektronkiiretoru (§124) ja raadiolokaatori ekraani helendamine (§125). Röntgenluminestsentsi kohta - tsinksulfiidiga või baarium-plaatinatsüanüüdiga kaetud ekraani helendamine (§181). Radioluminestsentsi kohta - alfaosakeste mõjul tekivad sähvatused spintariskoobi ekraanil (§194).

Luminesentsi käsitlemisel on räägitud fotoluminesentsist. Õpikus on toodud isegi üks joonis fotoluminesentsi vaatlemise kohta (joon.334). Ent õpilastele jääb arusaamatuks, milleks on seal vajalik valgusfilter valgusallika ja lumineseeriva objekti vahel.

4. Kooli tingimustes on üsna lihtne ~~ringitöö~~ raames valmistada aparatuuri luminesentsnähtuste demonstreerimiseks. Selleks on vaja kolme komponenti: u l t r a v i o - l e t t k i i r g u s e a l l i k a t , v a l g u s - f i l t r i t j a l u m i n e s t s e e r i v a i d a i n e i d .

Ultraviolettkiirte allikaks sobib kõige paremini mõni elavhõbe-kõrgrõhulamp, näiteks ПРК-2. See on saadaval arstiriistade või elektritarvete kauplustes, hind ca 5 rbl. Lambi lülitamiseks voluvõrku on vaja koostada võrdlemisi lihtne skeem, mille jaoks tarvisminevad materjalid on kõik kergesti kättesaadavad.

Valgusfiltritest, mis lasevad läbi valgusallikast tuleva ultraviolettkiirguse ning peavad kinni luminesentsi vaatlemist segava nähtava valguse, sobivad kõige paremini filtrid УФС-2 ja УФС-3. Nende muretsemiseks võib pöörduda ENSV TA Füüsika ja Astronoomia Instituudi luminesentsilaboratooriumi poole (A.Laisaar). Orienteeriv hind ca 4-24 rbl. Üksikasjalisemaid andmeid ultraviolett-valgusallikate ja filtrite kohta võib saada A.Laisaare artiklist ajakirjas "Nõukogude Kool" nr. 2 (1961.a.) lk. II8-II5.

Lumineseerivatest ainetest puudus ei tule. Kõigepealt lumineseerime meie ise. Näiteks väga intensiivse sinkjasvalge helendusega lumineseerivad meie hambad. Helendavad ka silmavalged ja nahk. Tugevat helendust annavad mitmesugused taimse ja loomse päritoluga ained: paber, riie, õlid ja rasvad, petrooleum, samuti paljud ravimid: akrihiin, streptotsiid, rivanool, glütseriin. Väga tugevasti helendab tarvitatud fotoilmuti. Lumineseerivad paljud mineraalid.

Endavalmistatud aparatuuri võib kasutada mitmesuguste huvitavate katsete ja vaatluste läbiviimiseks klassivälises töös. Selle kohta leidub mõningaid näpunäiteid autori ülalmainitud artiklis.

ATEISTLIKU KASVATUSTÖÖ VAJALIKKUSEST KESKKOOLIS

A. M i t t

NLKP XXIII kongressi otsused ja NLKP uus programm suunavad meid kindlakäeliselt kommunismi ülesehitamisele meie kodumaal.

Lähema kahekümne aasta jooksul luuakse lõplikult kommunismile üleminekuks vajalik materiaalne-tehniline baas.

Kuid üleminek-kommunismile eeldab vajaliku materiaalse-tehnilise baasi loomise kõrval ka inimese teadliku suhtumise kujundamist kommunismisse.

Inimeste kommunistliku teadlikkuse väljakujundamisel on üheks oluliseks momendiks nende teadvuses ja käitumises säilinud kapitalismi igandite kõrvaldamine.

Üheks niisuguseks ekspluataatorlikest ühiskonnavormidest küllaltki laialdaselt säilinud ning sügavalt juurdunud igandiks on religioon. Meie ühiskonna arengu käesoleval etapil on religioon meie ideoloogia põhiliseks vastaseks, mis on muutunud pärssivaks jõuks meie edasiminekul kommunismi poole.

Kommunismi astuvate inimeste teadlikkus peab olema puhas religiooni tuhandeteaastasest läpatavast hallituskorrast, mis on alati püüdnud ja püüab tänasenigi summutada teaduslikku progressi. Kui veel mõnisada aastat tagasi religiooni võitlus teaduse vastu kulges "kindlakäeliselt" inkvisitsiooni piinakambrite ja tuleriitade abil, siis käesoleval ajastul toimub see võitlus teiste vahendite kõrval teaduse saavutuste (antiosakeste avastamine, kosmonautika, termodünaamika II printsiip, darvinism jne.) võltsimise kaudu religiooni huvides, millega desorienteeritakse teaduslikult mitte küllalt ettevalmistatud inimesi.

Teaduse ümberlükkamatute tõdede mõjul on muutunud kirikutegelaste taktika teaduse suhtes. Kaasaja religioon püüab külge kleepuda teadusele. Välismaal avaldatavate

kiriklike väljaannete seas torkavad silma sellised raamatud, nagu "Teaduslikud tõestused maailma loomise kohta", "Religiooni ja teaduse koostöö vajadusest", "Loodusteadus teel religioonile" jt. Paavst Pius XII esines viimasel astronoomide rahvusvahelisel konverentsil (!) kõnega, kus sõnasõnalt oli öeldud: "Paludes teile issanda jumala abi, kes on loonud maailma inimese jaoks, et inimene võiks seda tunnetada ja armastama hakata, jumala nimel meie anneme teile, teie perekondadele ja teie kolleegidele apostelliku õnnistuse. Issand jumal, kes sisendas inimese hingesse väsimatut teadusejanu, pole mitte millegagi piiranud tema maailma vallutavaid püüdlusi!"

Kaasaja kirik seletab, et religioon ja teadus peavad sammuma käsikäes, sest mõlemad olevat inimesele vajalikud paremale järjele jõudmiseks. Seejuures olevat teadus religiooni suhtes alluvas olukorras, sest religioon andvat oma dogmade kaudu vankumatuid absoluutseid tõdesid, kuna teadus suutvat vaid osaliselt selgitada jumala poolt loodud loodusseadusi, esitades neid suhteliste tõdedena!

Niisiis kaasaja kirik peab arvestama teadust. Kuid seejuures kirik, tunnistades õigeks mitmesuguseid teaduse poolt avastatud fakte (selle eest pole pääsemist), moonutab nende filosoofilist olemust, sest kõige kardetavamad on religioonile just õiged materialistlikud järeldused, teoreetilised üldistused, mida pakub meile teaduslik materjal. Ei saa ju materialistliku filosoofia järeldusi kasutada religiooni huvides. Neid võib kas ümber lükata või omaks võtta. Kirik ei ole võimeline materialistliku filosoofia seisukohti ümber lükkama, seetõttu püüab ta olukorrast välja pääseda, fikseerides n.-õ. "mõjusfääre" teaduse ja religiooni jaoks eraldi. Teaduse mõjusfääriks kiriku seisukohalt on maailm oma looduslikus loomulikkuses, religiooni tegevuse valdkonnaks on "üleloomulikkude sündmuste maailm". Ilmekalt väljendab seda seisukohta paavst Pius XII: "Püüdke kõigest jõust soodustada teaduse arengut, kuid hoiduge ületamast neid piire, mida meie oleme kinnitanud, et kaitsta usu tõepärasust!"

See on kirikutegelaste täiesti selgesti väljendatud seisukoht: tegelge oma asjadega, uurige, kui tahate, loodust; teadke meiegipärast, et meie oleme loodusele ülearu- sed, et meie parasiteerime pidevalt areneva inimkonna organismis, kuid ärge segage end meie asjadesse.

See on nii-öelda teaduselt lüüasaanud kirikutegelaste "rahulepingu projekt" teaduse ja religiooni vahel.

Ei lähe läbi! Kõik teaduse saavutused kinnitavad, et maailmas pole olemas midagi üleloomulikku. Kogu maailma areng kulgeb rangelt loodusseaduste kohaselt ja seetõttu ei saa olla ka mingit "üleloomulikkude sündmuste mõju- sfääri". Teisiti öeldes, religioon, mis tegelikult pakub meile reaalse maailma moonutatud fantastilisi kujutelmi, pole kellelegi vajalik. Religioon kui idealistliku ideoloogia kandja on väärnähtus ja sotsiaalselt oma reaktsioonilisuse tõttu kahjulik pidur progressiivselt arenevale inimkonnale.

Meie haritlaskonnas on üsna laialdaselt levinud täiesti väär vaade, mille kohaselt ateistlik kasvatustöö elanikkonna hulgas ei olevat hädavajalik. Religioosselt meelestatud inimesi leiduvat veel ainult kõige vanema generatsiooni koosseisus ja nende väljasuremisega pidavat kirikud ja palvemajad automaatselt likvideeruma.

Õnnetuseks võimalikud ei ole kaugeltki nii naiivsed kui selliste vaadete kandjad. Võimalikud teavad väga hästi, et nende tulevik sõltub just sellest, kui suurt osa noorsoost nad suudavad haarata religiooni mõrdatesse. Eriti pingsalt tegutsevad selles suunas sektandid.

Selletõttu on meie koolil oma kasvatustöö käigus vaja igati kaasa aidata noorsoo väljakujundamiseks võitleva materialismi vaimus. Selles vastutusrohkes lõigus võivad ja peavad kaasa lööma kõigi erialade õpetajad, kuid eriti palju on selles osas teha füüsikaõpetajatel, sest füüsika on teadus, mis uurib looduse üldisemaid seadusi ning suudab nende kaudu kõigil selgemal ja veenvamal kujul põhjendada maailma materiaalist olemust, loodusseaduste objektiiv-

sust ja maailma tunnetatavust. Füüsikakursusest võetud näi-
dete varal võib täie selgusega esile tõsta teaduse täht-
sust tootlike jõudude arengukäigus. Kuid paralleelselt sel-
lega on vajalik paljastada kiriku reaktsioonilist osa inim-
konna arengukäigus, tema halvavat mõju teadusele. Tuleb
kirjeldada teaduse leppimatut võitlust religioosse pime-
duse vastu; on vaja näidata, et kirik on kõigi ekspluataa-
torlike ühiskonnavormide korral olnud ja on ekspluataato-
rite lähemaks liitlaseks, seega ekspluataatorliku korra
üheks kandvaks tugisambaks. Kommunism on teadusele raja-
tud ühiskonnavorm, kommunistliku korra juures ei ekspluatee-
rita kedagi ja selle tõttu ei vajata ka " taevaseid liit-
lasi" ekspluateerimise alal.

Millised näited füüsikakursusest on sobivad ateist-
liku kasvatustöö läbi viimisel? Sellele küsimusele on liht-
ne vastata, sest praktiliselt on iga küsimus füüsikakursu-
ses selleks sobiv. Palju raskem oleks vastata, millised näi-
ted füüsikakursusest ei sobi selleks! Küsimus taandub põhi-
liselt sellele, millisel kujul pöimida füüsikakursuse käsit-
lemisse ateistliku kasvatustöö momente. Seda peab iga õpe-
taja ise põhjalikult kaaluma, sest ateistlike momentide
sissetoomine ei tohi mõjustada käsitletava teema tervik-
likkust.

Ateistliku kasvatustöö momendid peavad orgaaniliselt
kuuluma käsitletava teema kohta esitatava materjali koos-
seisu.

MATEMAATILISTE MEETODITE KASUTAMISEST
TEHASTE JUHTIMISEL JA PLANEERIMISEL

R. M u l l a r i

Partei XXII kongress näitas kätte üldised suunad ja kontrollarvud rahvamajanduse arendamiseks järgneval 20 aastal. Meie ees seisavad suured ülesanded. Samaaegselt esineb aga majanduselus veel küllaltki palju edasiliikumist takistavaid püüdnusi, ebakõlasid. Üheks olulisemaks puuduste põhjuseks on see, et majandusmeeste käes ei ole küllalt võimsat arvutustehnikat ja vastavaid matemaatilisi meetodeid, mis võimaldaksid teostada majanduslike näitajate üksikasjalikku ja operatiivset kvantitatiivset analüüsi ja teha selle alusel igas olukorras optimaalseid otsustusi. Seetõttu jäävad majanduselu juhtimisel objektiivsete näitajate asemel sageli domineerima üksikute töötajate subjektiivsed, paljuski ühe- külgsed ja ebaõiged ettekujutused. Sellises olukorras on häired paratamatud.

Põhjaliku muutuse peaks tooma elektronarvutustehnika ja matemaatiliste planeerimismeetodite kasutamine majanduselu juhtimisel.

Kõige otsustavamaks sektoriks rahvamajanduses on tööstus. Siin on kõigepealt tarvis põhjalikumalt kvantitatiivset analüüsi rahvamajanduse vajaduste väljaselgitamisel tööstussaaduste järele, et paremini määrata, mida ja kui palju tuleb toota. See suur töö on jõukohane ainult elektronarvutitele. Teiseks tuleb saavutada tööstuse tootmisvõimsuste ratsionaalseim ärakasutamine rahvamajanduse vajaduste rahuldamisel. Siin on tarvis

1) viia tehastele antavad riiklikud plaanid võimalikult heasse vastavusse tehaste tootmisvõimsustega. Olemasolevad plaanid ei koorma tehaste masinaparki ühtlaselt. Kõrvuti ülekoormatud tööpinkidega seisavad peaaegu kasutamata töö-

pingid. Siin peituvad suured sisemised reservid. Nende ära kasutamiseks on tarvis elektronarvutite ning spetsiaalsete matemaatiliste meetodite abi;

2) kasutada täielikumalt ära tehaste tootmisvõimsust töö parema organiseerimise arvel. Kui tehase töö operatiivne juhtimine põhiliselt tugineb juhtivate töötajate mälule, kogemustele ja intuitsioonile, juhtub paratamatult, et üksikud tööpingid on ajaliselt väga ebaühtlaselt koormatud. Tormamised vahelduvad tööseisakutega. Segadust tekitab tootmises ka liiga hilja avastatud häirete likvideerimine. See alandab toodete kvaliteeti ja vähendab tehase tootmisvõimsust. Olukorra parandamiseks tuleb jällegi kasutada tootmist iseloomustavate näitajate üksikasjalikumat kvantitatiivset analüüsi, spetsiaalseid matemaatilisi meetodeid, elektronarvutustehnikat.

Nagu eelnevast nähtub, on matemaatikale ja matemaatikutele tööstuses ees suur tööpõld. Eriti kui arvestada veel seda, et kommunistlikus ühiskonnas ei või tootmise organiseerimisel olla neid puudusi, mis esinevad meil veel praegu. Tootmine kommunistlikus ühiskonnas nõuab kõrgelt arenenud organisatsioonivorme, teaduslikult põhjendatud planeerimismeetodeid. See kõik on aga seotud matemaatiliste meetodite ja elektronarvutustehnika laialdase rakendamisega tootmise juhtimisel.

Matemaatiliste planeerimismeetodite väljatöötamine ja nende juurutamine tööstuse juhtimisse on aga seotud tõsiste organisatsiooniliste raskustega, samuti tuleb võita paljusid väärarusaamasid, eelarvamusi. Olulisemad neist oleksid järgmised:

1) matemaatikutele on liiga nõrk side tööstusega. On aga selge, et matemaatilisi planeerimismeetodeid saab välja töötada ainult tihedas seoses nende praktilise rakendamisega. Siin on tarvis inimesi, kes oleksid kodus samaaegselt nii majandusteaduses, tootmistehnoloogia küsimustes kui ka matemaatikas;

2) matemaatiliste planeerimismeetodite rakendamisest saadav efekt ühes tehases ei saa olla maksimaalne, kui neid

ei ole rakendatud kogu rahvamajandusnõukogu ulatuses. Üksiku tehase töö sõltub vabariiklike plaani- ja varustusorganite ja teiste tehaste tööst. Seetõttu ei ole võimalik tösta tööd kõrgemale organisatsioonilisele tasemele ühes tehases eraldi;

3) ei ole küllalt usaldusväärseid andmeid, mis võimaldaksid teostada tootmise põhjalikumat kvantitatiivset analüüsi. Nende andmete kogumine ja ettevalmistamine on aga küllaltki suur ja aeganõudev töö, mille tegemiseks pole piisavalt tööjõudu;

4) kuna administratiivset tööd tehastes ei loeta tootvaks tööks, püütakse tehaste administratiivse personali hulka pidevalt vähendada. Sellega väheneb inimeste hulk, kes saaksid tegelda matemaatiliste planeerimismeetodite rakendamise ja selleks vajalike andmete kogumisega. Parteri XXII kongressil aga näidati, et teadus on kaasajal muutumas tootlikuks jõuks. On selge, et seoses teaduslikult enam põhjendatud planeerimismeetodite rakendamisega tuleb oluliselt muuta suhtumist tehaste administratiivse personali osasse;

5) on levinud väärad ettekujutused matemaatiliste planeerimismeetodite kasutamise võimalustest. Siin esineb nii üle- kui alahindamist. Esimest esineb nii matemaatikutel, kes liiga vähe tunnevad tööstust, kui ka inimestel, kellel on ülepakutud populaarteaduslike kirjutiste mõjul tekkinud müstiline ettekujutus matemaatika rakendamise võimalustest. Ülehindajad ei suuda mõista matemaatiliste planeerimismeetodite rakendamisega seotud suure eeltöö vajalikkust. Alahindamine on aga enamasti põhjustatud väärast vaatest matemaatikale. Arvatakse, et matemaatikat saab kasutada ainult jääkade, tardunud, täpselt kirjeldatavate objektide uurimisel, ega teata võimalusi, mida pakuvad tõenäosusteooria ja ligikaudsed arvutusmeetodid.

Kirjeldatud raskuste ületamiseks tuleks astuda rida organisatsioonilisi samme, nagu:

1) luua organ, kes võtaks matemaatiliste planeerimis-

meetodite rakendamise vabariigi piires enda kätte. Sellesse organisse peavad kuuluma majandusteadlased, tööstuse esindajad ja matemaatikud ja tal peavad olema küllalt suured õigused;

2) luua ülevabariigiline tehaste masinapargi koormusarvutuste teostamise süsteem. Matemaatiliste planeerimismeetodite rakendamisega "laiuti" luuakse reaalne baas nende rakendamiseks "sügavuti" ;

3) alustada tehastes informatsiooni kogumist koormusarvutuste teostamiseks. See toob endaga paratamatult kaasa tehaste administratiivse personali mõninga suurendamise. Ei ole aga kahtlust, et lõppkokkuvõttes tasub saadav efekt tehtud kulud mitmekordselt.

Matemaatiliste planeerimismeetodite väljatöötamine ja nende rakendamine tehaste töö juhtimisse on kompleksne, meie majanduselu paljuski reorganiseeriv ülesanne. Seetõttu on ta seotud tõsise võitlusega uue ja vana vahel ning nõuab entusiaste paljudelt elualadelt.

FÜÜSIKA ÕPETAMISE OLUKORRAST VABARIIGI KOOLIDES

V. P a j u

Meie ühiskonna tormiline areng kommunismi suunas esitab üha suuremaid nõudmisi õppe- ja kasvatustööle koolis, sealjuures ka füüsika kui tänapäeva tehnika ühe alusteaduse õpetamisele.

Füüsika õpetamise tase meie koolides on viimastel aastatel tõusnud. Valdav enamik füüsikaõpetajatest on saanud hea teadusliku ja meetodilise ettevalmistuse. Seoses koolisüsteemi ümberkorraldamisega toimub üleminek uutele programmidele, mis vanade programmidega võrreldes on ajakohasemad ja elulähedasemad. Füüsika õpetamist on aidanud elulähedasemaks muuta ka tootmisõpetuse võtmine keskkooli õppeplaani: tootmisõpetuse üldained ja paljud eriained on tiheidalt seotud füüsikakursusega. Viimastel aastatel on tõusnud tundide kasvatuslik ja meetodiline tase. On hakatud loobuma tunni ülesehituse trafaretsest skeemist ja laialdasemalt rakendama mitmesuguseid aktiivseid töövorme.

Sellele vaatamata esineb füüsika õpetamisel veel tõsisemaid raskusi ja puudusi, mis peegelduvad õpilaste teadmistes.

Juba aastaid on õpilaste teadmiste kõige põhilisemaks puuduseks nende formaalsus, mis ilmneb kõige selgemini füüsikaliste mõistete ja nende vahel valitsevate seoste formaalses tundmises. Enamik õpilasi oskab küll defineerida füüsikalisi suurusi ja sõnastada või väljendada valemi abil füüsikalisi seadusi, kuid paljud õpilastest ei saa aru nende sisust, ei oska tuua nende kohta näiteid loodusest ja tehnikast ja ei ole võimelised neid rakendama ülesannete lahendamisel.

Õpilaste teadmiste teiseks nõrgaks küljeks on nende ebapüsivus. Suur osa õpilastest on unustanud peaaegu täielikult eelmiste klasside kursuse, sealjuures ka kõige põhilisemad füüsikalised mõisted.

Õpilaste formaalsed ja pealiskaudsed teadmised tulevad suurel määral õppematerjali liiga suurest mahust, mis ei võimalda jätta küllaldaselt aega kordamiseks, ülesannete lahendamiseks ja praktilisteks töödeks. Need tööliigid, eriti süstemaatiline kordamine, jäävad täielikult uue materjali käsitlemise ja õpilaste teadmiste kontrollimise varju. Seoses üleminekuga uuele õppeplaanile vajab füüsika programm koondamist vananenud ja teisejärgulise tähtsusega materjali väljajätmise arvel. Lähemat uurimist vajaks ka õpilaste üldise töökoormuse probleem.

Õpilaste teadmiste tasemele avaldab negatiivset mõju ka kasutuselolevate õpikute raskepärane ja süsteemitu käsitlusviis. Õpik ei sobi ilmselt iseseisvaks töös, mis on tänapäeva koolis üheks põhiliseks tööliigiks. Samuti on õpetajate terava kriitika osaliseks saanud P.A.Znamenski ülesannetekogu, mille ülesanded on liiga rasked, eritüübilised ja süstematiseerimata.

Õpetajate tööd raskendab ka õpikute ja ülesannetekogude vananemine. Ei saa õigeks lugeda praktikat, et õpikute kordustruküid antakse aasta-aastalt välja peaaegu muutmatusena.

Sageli juhinduvad füüsikaõpetajad mitte programmist, vaid õpikust, kus käsitletakse ka küsimusi, mida programm ette ei näe. See kehtib ka ülesannetekogu kohta: füüsikaturundides lahendatakse liiga raskeid ülesandeid, mille keerukas loogiline struktuur ja matemaatiline külg varjutab ülesande füüsikalise sisu.

Füüsika õpetamise taseme tõstmine sõltub mitte ainult programmidest ja õpikutest, vaid peamiselt füüsikaõpetajate tööst. Füüsika õpetamisel tuleks eelkõige arvestada rohkem jõukohasuse printsiipi ja rohkem tähelepanu osutada füüsikakursuse süstemaatilisele kordamisele. Üheks füüsika-

tundides esinevaks tüüpiliseks veaks on aine dogmaatiline käsitlus: sageli antakse õpilastele fakte valmis kujul, põhjendamata neid katsete, igapäevasest elust omandatud kogemuste ja varem õpitud teoreetiliste teadmistega. Kordamisel ja õpilaste teadmiste kontrollimisel rõhutatakse liialt teadmiste formaalset külge.

Füüsika demonstratsioonkatsete ja laboratoorsete tööde osas jääb tegelik õppetöö tunduvalt maha programmi nõuetest. Sageli jäetakse tundides demonstreerimata ka kõige tähtsamad katsed. Samuti jääb suur osa laboratoorsetest töödest sooritamata või sooritatakse need nii, et iga katseadme juures töötab 5-6 õpilast.

Füüsikakatsete vähese rakendamise peamiseks põhjuseks on koolide nõrk materiaalne baas. Eriti vähe on koolides katseriistade komplekte frontaalsete laboratoorsete tööde sooritamiseks. Seetõttu tuleks laialdasemalt kasutada praktikumivormi, sealjuures ka 6.-8. klassis. Füüsika praktikumi laialdasemat rakendamist näeb ette ka uus füüsika programm.

Koolide nõrga materiaalse baasi peamiseks põhjuseks on koolide halb varustamine õppevahenditega: müügilolevate õppevahendite nomenklatuur on liiga väike ja see vaheldub kiiresti. Väga vähe on õppevahendite baaskaupluses saada lihtsamaid odavaid õppevahendeid. Seetõttu kasutatakse õppevahendite ostmiseks määratud summasid ebaotstarbekalt: sageli muretsetakse koolidele teisejärgulise tähtsusega kallihinnalisi seadmeid (televiisoreid, kalleid mõõteriistu, fotoaparaate), kuna samal ajal on puudus lihtsatest õppevahenditest. Samuti on koolides mõningaid õppevahendeid suuremal arvul kui neid vajatakse. Et üleliigseid õppevahendeid leidub koolides küllaltki palju, siis tuleks rajoonide haridusosakondadel need üle anda teistele koolidele, kes neid vajavad.

Koolide varustamisel õppevahenditega tuleb ka arvestada uuele programmile üleminekut. Näiteks puuduvad 8-

klassilises koolis peaaegu täielikult õppevahendid uute teemade "Hääl" ja "Valgus" käsitlemiseks. Seetõttu tekib nende järele suurendatud nõudmine.

Üheks koolide füüsikakabinettide täiendamise teeks on lihtsate õppevahendite valmistamine koolis. Senini on see toimunud peamiselt klassivälise töö korras, kuid selleks saab edukalt kasutada ka tööõpetuse tunde.

Koolide varustamine uute ajakohaste õppevahenditega on füüsika õpetamise taseme tõstmise üheks tähtsamaks eeltingimuseks.

ÜLEVAADE ENSV TA KÜBERNEETIKA
INSTITUUDI ARVUTUSKESKUSE TÖÖ SUUNDADEST

I. P e t e r s e n

Küberneetika Instituudi Arvutuskeskus asutati 1960.a. sügisel. Arvutuskeskus on varustatud tehase "Punane Ret" poolt valmistatud elektronarvutusmasinaga M-3 ja rea lisa-seadmetega, mis osalt on saadud Minski arvutusmasinate tehasest ja osalt valmistatud kohapeal. Masin on fikseeritud komaga, kaheaadressiline ja teostab tehteid 30 - koha-liste kahendarvudega. Operatiivmälu koosneb 1024-pesalisest ferriitmälust ja sama suurest trummelmälust. Masina töökiirus ferriitmälul on keskmiselt 1500 ja trummelmälul 30 operatsiooni sekundis. 64 tuhande pesaline välismälu on praegu häälestamisel. Sisendseadmeteks on telegraafi transmitter ja fotosisend, mis töötavad vastavalt kiirustega 1/2 ja 20 arvu sekundis. Väljundeid on samuti praegu kaks - standardne teletaip ja M-20 kiirtrükkija, mille kiirused on vastavalt 1/2 ja 20 arvu sekundis.

Arvutuskeskuse üheks töösuunaks on olemasoleva arvutusmasina täiustamine ja töökindluse tõstmine. Masinal on praegu 49 oluliselt erinevat koodi, millede hulgas aga puuduvad sellised programmeerimise seisukohalt vajalikud koodid, nagu normaliseerimine, loogiline liitmine, tsükliline liitmine, tehted ümardatava osa säilitamisega ja suunamine sõltuvalt ületäitumisest. On koostatud skeemid ja suurelt osalt valmistatud ka subplokid masina täiendamiseks nimetatud koodidega. Peale nende täiustuste sisseviimist kujuneb Küberneetika Instituudi arvutusmasin peaaegu samaväärsiks masinaga "Minsk". Edasi on kavatsusel masinat täiendada ostsilloograafväljundiga, mis võimaldab arvutuskäigus jälgida arvutusest osavõtvate funktsioonide graafikuid ja neid fotografeerimise teel salvestada. Veel on plaanis operatiivmälule lisada üks 1024-pesaline trummelmälu.

Arvutuskeskuse matemaatikud on seni peamiselt tegelnud jooksvate ülesannete programmeerimisega ja standardsete programmide koostamisega. Lahendatud ülesanded on olnud väga mitmekesised - alates lihtsatest vaatlusandmete töötlemistest ja funktsioonide tabulleerimisest kuni osatuletistega võrrandite süsteemide segaülesannete lahendamiseni. Palju on lahendatud mitmesuguseid transendentseid võrrandeid ja nende süsteeme. Arvutuskeskuse masinat on kasutanud ka instituu- di teised sektorid. Nii on sellel masinal välja töötatud ja silutud programmjuhtimisega metallilõikepinkide automaatse programmeerimise süsteem.

Ka edaspidi kulub peamine osa arvutusmasina tööajast mitmesuguste eritüübiliste teaduslike ja tehniliste ülesannete lahendamisele. Iseseisva suunana on välja kujunemas regressioonanalüüsi arvutuste teostamine vaatlusandmete läbitöötamiseks ja optimaalsete tehnoloogiliste režiimide otsimiseks ning selle metoodika juurutamine Tallinna tööstus- ettevõtteleis.

Arvutuskeskuses on asutud tegelema ka automaatse programmeerimisega. Esialgul on selles osas koostatud rida interpreteerivaid süsteeme. Lähemaks ülesandeks on aritmeetiliste operaatorite programmeerimise programmi koostamine Algoli baasil.

Arvutusmeetodite alal on uuritud mõningaid lineaarsete ja mittelineaarsete võrrandite lahendamise algoritme ja funktsionaalide miinimumkohtade otsimise algoritme. Ka selles osas jätkatakse lähemal aastail tööd, kusjuures peaarv on asetatud arvutusmasinaile sobivate algoritmide otsimisele ja nende koonduvuse uurimisele. Teoreetilise kallakuga suundadest tegeldakse arvutuskeskuses veel rele- kontaktkeemide sünteesi algoritmi küsimustega.

HARIDUSMINISTEERIUMI MATEMAATIKAKOMISJONI TÖÖST JA MATEMAATIKA ÕPETAMISE EDASISTEST PERSPEKTIIVIDEST

O. P r i n i t s

Kooli ja elu sidemete tugevdamise seaduse elluviimine on viimastel aastatel dnm ja omka järgnevatel aastatel meie hariduselu töötajate peatülesandeks. Selle ülesande teenistusse on rakendanud Haridusministeerium ka oma ainekomisjonid.

Matemaatikakomisjon on oma töös peatähelepanu suunanud uute programmide ja õpikute väljatöötamisele. Sellest tööst on suur osa juba koolipraktikasse rakendatud. Kasutusel on uus matemaatika programm algklassidele ja 8-klassilistele koolidele, samuti on I-VIII klassini tarvitusele võetud uued matemaatikaõpikud. Nii uued programmid kui ka matemaatikaraamatud on saanud nende kasutajate-õpetajate ja õpilaste poolt hea vastuvõtu osaliseks. Sellest andis tunnistust nii möödunud aastal Pedagoogika Teadusliku Uurimise Instituudi poolt läbiviidud küsitlus kui ka 1961.a. aprillis toimunud vabariiklik matemaatikaõpetajate nõupidamine.

Peamisteks erinevusteks varem kasutusel olnud matemaatika õpetamise süsteemi ja praeguse vahel on:

- 1) loobumine matemaatika kui õppeaine jaotamisest üksikuteks distsipliinideks;
- 2) geomeetria propedeutilise kursuse sissetoomine;
- 3) ühe matemaatikaraamatu printsiibile üleminek.

See hoog, mis matemaatikakomisjoni töös ilmnis uute programmide kehtestamisel 8-klassilises koolis, ei ulatunud sellise jõuga keskkooli vanemasse astmesse. Kuigi ka selle kooliastme jaoks töötati välja uus matemaatika programmi projekt, ei ole seda veel asutud rakendama. On loota, et eeloleval õppeaastal hakatakse siiski ka keskkooli vanemas astmes katsetama uut programmi ja õpikut.

On koostamisel katseõpik IX klasside jaoks, mis eeloleval õppeaastal võetakse kasutamisele ca kümnes klassis.

Katseõpik suudetakse välja anda ainult rotaprintil trükituna. Seega on nüüd tingimused märksa piiratumad kui katsetamisel V, VI ja VII klassi õpikutega. Meie eesmärgiks on likvideerida see äärmiselt ebanormaalne olukord, mis kujuneb välja eeloleval õppeaastal meie vabariigi koolide IX klassides, kus minnakse tagasi vanade, oma aja ammu äraelanud õpikute kasutamise juurde. Selleks on vaja, et planeeritud katsetust teostataks suurima entusiasmi ja huviga. Ainult sel teel saame kindlustada paari aasta pärast normaalse töö matemaatika õpetamisel keskkooli vanemas astmes.

Üha laiemaks paisub meil töölisnoorte koolide võrk ja üha suureneb kaugõppekeskkooli õpilaste arv. Nende koolide eriolukord sunnib seal rakendama programmi, mis on mõnevõrra erinev päevakoolide matemaatikaprogrammist. See omakorda tingib aga ka uute õpikute vajaduse. Selles töölõigis on matemaatikakomisjon jõudnud programmi vastuvõtmiseni 8-klassilise kooli ulatuses ning järgnevatel koosolekutel hakatakse analüüsima uut töölisnoorte koolide V ja VI klassi matemaatikaraamatut.

Matemaatikakomisjoni üheks mahukamaks ülesandeks on ühtse terminoloogia, fraseoloogia ja sümbolika väljatöötamine. Selle töö vajadus tõsteti päevakorda meie eelmisel konverentsil ja on loota, et see töö lõpetatakse käesoleval aastal. Vastav komisjon eesotsas TPI dotsendi sm.O. Rõngaga on juba nii mõndagi ära teinud ning Eesti Riiklik Kirjastus on vastava töö kirjastamise oma plaani võtnud. Käesoleval õppeaastal viiakse mitmetes koolides läbi katsetus arvutuslükati käsitlemiseks seitsmendates klassides. Vene NFSV programmides nähakse arvutuslükati käsitlemine ette kaheksandates klassides. Et meie programmides on seitsmendas klassis ette nähtud peatükk "Ligikaudne arvutamine", millega on võimalik siduda ka arvutuslükati õpetamist, siis otustatigi seda praktikas kontrollida. Selle eksperimendi viib läbi Pedagoogika Teadusliku uurimise Intituut. Nagu näitavad esialgsed tulemused, töötavad õpilased arvutuslü-

katiga suure huviga. Omaette probleemiks jääb siiski, kas me arvutuslühikati kasutuselevõtmisega ei vähenda õpilaste arvutamisoskust.

Matemaatikakomisjon on teinud katsed ministeeriumi naaber-alade komisjonide töö lähendamiseks. Kahjuks ei leidnud see algatus näiteks füüsikakomisjonis kõige paremat kõlapinda. Kaheldamatult peab aga Maridusministeerium leidma töövormi, mis neid üksikute alade esindajate gruppe lähendaks. Sellega muutuks ainekomisjonide töö märksa kompaktsemaks ja efektiivsemaks.

Matemaatikakomisjoni töö tulemusi arutati ka Moskvas Vene NFSV Pedagoogika Teaduste Akadeemia matemaatika sektoris. Seal toimunud arutluskoolesolekul leidis meie matemaatikakomisjoni töö täielikku tunnustamist ja lähematel aastatel väljaantavasse 3-kõitelisse matemaatika metoodika käsiraamatusse on lülitatud peatükk matemaatika õpetamisest eesti koolis. See fakt on meile tunnustuseks ja kohustab meid veelgi tähelepanelikumalt suhtuma matemaatika õpetamise ümberkorraldamisse.

Järgnevalt matemaatika õpetamise perspektiividest. Nagu juba nimetatud, tuleb järgnevatel aastatel peatähelepanu suunata matemaatika õpetamisele keskkooli vanemas astmes ja töölisnoorte koolides ning kaugõppekeskkoolides.

Seoses matemaatika õpetamisega keskkooli vanemas astmes on päevakorraks tõusnud küsimus, kas on kõigile keskkooliõpetajatele vaja anda matemaatikas ühesugust ettevalmistust. Respool nimetatud Moskva koolesolekul tegime ettepaneku anda keskkooli vanema astme jaoks mõnedes üldainetes kolm erineva raskusastmega programmi. Koolis õpetatav tootmisharu määraks, millise raskusastmega programm kuulub rakendamisele. Selle ettepaneku põhiidee langeb ühte viimasel ajal nimekate matemaatikute (A.N. Kolmogorov, S.L. Sobolev) poolt ajakirjanduses avaldatud kirjutistes esitatud ettepanekutega.

Töölisnoorte koolide ja kaugõppekeskkoolide matemaatikaõpetajad peavad lähemil aastail esitama kaasabi uute õpikute

koostajalle, et need õpikud muutuksid tõeliselt õpikuiks, mis vastavad nende koolide iseärasustele.

Juba mitu aastat on matemaatika õpetamise parandamise huvides taotletud töövihikute väljaandmist. Ka see taotlus peab leidma tegelikkuses realiseerimist. Võib olla, et töövihikud on just eriti vajalikud töölisnoorte koolides.

Matemaatika õpetamise taseme tõstmisel on suur osa täita õpetajail. Tartu Riiklik Ülikool asus eriplaani alusel meie matemaatika- ja füüsikapedagoogide kaadrit täiendama. Et uus kaader oleks tõeliselt hea, selleks peaks iga praktik näitama, missuguses osas on vaja pedagoogide ettevalmistamist tõhustada.

Pedagoogilise kaadri ettevalmistamine põrkab meil veel ühe raskuse vastu. Meie noortel puudub vajalik huvi pedagoogi elukutse vastu. Meie käesoleva konverentsi üheks tulemuseks peaks olema see, et iga õpetaja, minnes tagasi oma kooli, loeb oma aukohustuseks saata vähemalt üks käesoleva aasta lõpetajaist TRÜ-sse matemaatika-füüsika pedagoogilisse osakonda.

Järjest enam sisseastujaid vajab ka ülikooli matemaatikaosakond. Vastava kaadri ettevalmistamisele peab mõningal määral kaasa aitama TRÜ arvutuskeskuse baasil tootmisõpetust teostav klass. Tuleks tõsiselt kaaluda analoogilise klassi avamist ka Tallinnas.

Iga õpetaja peaks tõsiselt kaaluma, kes tema õpilastest võiks saada matemaatikuks. On otstarbekas sellele mõelda juba IX ja X klassis ning sisendada õpilastesse tahet saada heaks matemaatikuks.

Selleks, et aidata kaasa õpilaste huvi tõstmisele täppisteaduste vastu ning meie matemaatikaõpetajate ideelis-teoreetilise taseme tõstmisele, tuleks leida võimalusi spetsiaalse pedagoogilise ja populaarteadusliku kallakuga ajakirja väljaandmiseks. Vastavaid taotlusi on tehtud nii Tartu Riikliku Ülikooli matemaatikaosakonna poolt kui ka Haridusministeeriumi matemaatikakomisjoni poolt, kuid seni

tulemasteta.

Meie praegusel konverentsil on reserveeritud aeg sõnavõttudeks. Loodame, et kohalviibijad avaldavad siin arvamusi, mis aitavad kaasa matemaatika õpetamise taseme tõstmisele ja matemaatikaõpetajate kaadri ettevalmistamise edasisele tõhustamisele meie vabariigis.

MATEMAATIKA ÕPETAMINE VAHA-EGIPTUSES
JA TÄNAPÄEVA KOOLIMATEMAATIKA HARJUTUSÜLESANDED

J. R e i m a n d

Sissejuhatus

Matemaatika õppimisele pühendatavast ajast kulutavad õpilased üle poole ülesannete lahendamisele, kuid ülesannetega seotud küsimusi on suhteliselt vähe uuritud. Tarvitseb vaid võrrelda metoodikaõpikutes teema esitamise juhtnõõride pikkust ja ülesannete kohta käivaid nappe märkusi. Ülesannete koostamise ja lahendamise küsimustes viidatakse kahjuks sageli autoriteetide uurimuste asemel nende arvamustele või lastakse end ebateadlikult juhtida ülesannetekoogu autoril. Ülesanded valitakse juhuslikult.

Seoses kooli ja elu sidemete tugevdamisega on viimastel aastatel suurenenud ülesannetele pühendatud uurimuste arv. Kahjuks on paljude uurimuste ühiseks jooneks probleemile lähenemine liiga kitsalt vaatekohalt, püüdes asendada vaadeldavad ülesanded võimalikult praktilistega. Selle tulemusena kohati antakse liiga palju rakenduslikke ülesandeid, ülehinnates seda tüüpi ülesannete tähtsust ja alahinnates sellega matemaatika sisemisi vajadusi. Väheneb matemaatilise üldistuse osa ja aeglustub õpilaste matemaatiline areng. Liiga palju aega kulutatakse probleemide lahendamisele väikese võimsusega meetodi abil, kuigi hiljem tutvutakse efektiivsemate lahendusmeetoditega.

Teiselt poolt nõuab kooli ja elu sidemete tugevdamise seadus igalt matemaatikaõpetajalt kohalike tingimuste arvestamist ja kriitilist suhtumist ülesannete otstarbekusse. See seadus sunnib uurima üldise ja üksiku, s.o. matemaatika õpetamise ja harjutusülesannete vahet, suunib omandama teadlikkust selles küsimuses. Harjutusülesannete arengu üldiste seaduspärasuste tundmine ja ajalooliste perioodide nõuete ja vaadete peegeldumine selles arengus ai-

taõ kaasajal leida kõige õigemad teed matemaatika seostamiseks eluga. Elkõige saame seda teha tehnika- ja majanduskõsimuste käsitlemisega koolimatemaatika kursuses (õlesannetes).

Kõesoleval juhul püütakse leida matemaatika õpetamise ja harjutusõlesannete vahelkorda iseloomustavaid õldisi seaduspõarasusi ajaloolisel ja valikulisel meetodil, püütakse neid välja lugeda ligi 3000 a. kestnud "pedagoogilise katse protokollidest" - vanades õrikutes leiduvatest harjutusõlesannetest.

Antud juhul piirdume Vana-Egiptusega.

Harjutusõlesanded Vana-Egiptuses

Esimesed otsesed matemaatilised õrikud kuuluvad ligikaudu II aastatuhande algusesse e.m.a. Need papõõrused tunnistavad kõõllaltki kõrgete matemaatiliste teadmiste olemasolu. Viimaste tekke kohta kirjutas Vana-Kreeka õpetlane E u d e m u s Rhodoselt (IV -III saj.e.m.a.):

"Kuna nõõud on vajalik vaadelda kõesoleva perioodi kunstide ja teaduste algust, siis teatame meie, et egiptlastelt pärineb enamik õlestõhendusi, mille põhjal mõeldi välja geometria; see tulenes maaõmandite mõõtmisest. Neile oli viimane vajalik Niluse õõlenjutuste tõõttu, mis pühkis mineva igõõhele kuuluva maatõki piirid. Pole midagi imestamisvõõrset, et nii selle kui ka teise teaduste avastamine tulenes praktilistest vajadustest, sest kõõik tekkivad teadmised liiguvad edasi mittetõõiuslikult tõõiuslikule. Leiab aset võõarikas õõleminek meeleliselt tajumiselt mõõtestatud vaatlemisele, ja sellelt mõõistuslikule tunnetamisele. Samuti nagu tekkis kaubanduse ja liikluse tõõttu kindlate aritmeetiliste teadmiste algus fõõniiklastel, avastati ka õõlalnimetatud põhjustel geometria egiptlaste juures."

Tõõieliku vastuse matemaatika tekke kõõsimusele annab dialektiline materialism oma klassikalise dõõfinitõõiooniga:

"Nagu kõõik teised teadused, nii ka matemaatika on välja kasvanud inimeste p r a k t i l i s t e s t v a j a

d u s t e s t: maatükkide suuruse ja anumate mahu mõtmi-
sest, ajaarvamisest ja mehhaanikast." (F.Engels ,Anti-Düh-
ring, Tallinn 1954, lk. 35).

Vana-Egiptuses tegelesid igapäevase elu organiseeri-
mise matemaatiliste küsimustega kolmanda järgu preestrid,
keda nimetati kirjutajateks. Kirjutajalt nõuti head arvuta-
misoskust. Arvatakse, et papüürid näitavad meile, mil vii-
sil see omandati.

Ahmese (Rhindi) papüürid

sisaldab 84 süstemaatiliselt valitud ülesannet koos lahendustega ja on igal juhul matemaatiliste oskuste ja teadmiste edasiandmise vahendiks. Papüürid on heledatooniline, kirjutused on tehtud musta ja helepunase tindiga. Punast tinti on kasutatud enamiku ülesannete avasõnade kirjutamiseks, mis kergendab ülesannete eraldamist üksteisest ja vajaliku ülesannet tüübi leidmist. Ei saa eitada sellise vormistamise suunavat, psühholoogiliselt stimuleerivat toimet.

Papüüride ülesanded on allutatud vastava tehte õpetamise eesmärgile. Seda näitab nende süstemaatilisus, analoogiliste ülesannete grupeerimine ja nende andmete varieerimine, arvutamist lihtsustavate andmete valimine jne. Tehete õpetamise eesmärgiks näib olevat praktilist laadi ülesannete lahendamine, mis antakse alles peale tehete omandamise. Tehete omandamine toimub valdavas enamuses täiesti abstraktsete või abstraherumisprotsessis olevate ülesannete abil. Otseselt rakendusliku sisuga ülesandeid on alla poole kogu ülesannete arvust. Tehete õppimine ja ülesannete lahendamine toimub jagamistabelite kasutamise abil.

Tehete õppimiseks ja lahendustüübi omandamiseks eraldatud ülesannete arv on kõikuv, kuid sagedamini on neid neli.

Tähelepanu äratav otsese ja pöördülesande esitamine kõrvuti.

Pindalade leidmist selgitavad ülesanded on enamikus varustatud vabajoonisega. Ülesannete sõnastused on võrdle-

misi lakoonilised ja kohati mittetäielikud. Ei esitata üldtuntud seisukohti ja kokkuleppeid. Nii tähendavad lamavas asendis joonestatud kujundid tasandilisi, püstises asendis kujundid ruumilisi kehi. Kujundite kontuuri sisse kirjutati ainult pindala mõõtarv, kõrgus kirjutati kujundi kohale.

Nende kokkulepete mitteteadmise viis mitmeid teadlasi ekslikule arvamusele, nagu oleksid egiptlased kasutanud võrdhaarse kolmnurga ja trapetsi pindala leidmisel kõrguse asemel haara pikkust. Sellele vaidles vastu rida teadlasi, nende hulgas ka prof. J. S a r v . Ta väitis, et selline jäme viga ei sobi kokku egiptlaste peene geomeetrilise vaistuga, mis avaldub näiteks pindalade leidmisel järjestuses ristkülik, kolmnurk, trapets ja pindala leidmisel viites taandada kolmnurk "tema nelinurgaks" aluse jagamisel kahega.

Moskva papüürus

pärineb samast perioodist kui Ahmese papüüruski ja sisaldab 25 süsteemitult lahendatud ülesannet. Arvatakse, et papüüruses esitatud ülesanded olid käibel sealses koolipraktikas ja antud juhul kasutati neid õpilase kontrollimiseks. Ülesannete süsteemitus pidi imiteerima ülesannete esinemist kirjutaja kutsetöös.

Enamik ülesandeid (10) käsitleb leiva ja õlle valmistamise ning ümberarvutamise seotud küsimusi. Nende ülesannete domineerimine muutub täiesti mõistetavaks, kui arvestada, et sel perioodil maksti templi preestritele ja teenritele tasu leibades ning õlles, millest võib järeldada elanikkonna maksustamist samade toiduainetega. Neid maksustamisarvestusi raskendas mitmesuguste leiva- ja õllesortide olemasolu. Võrreldes antud ülesandeid Ahmese ülesannetega, iseloomustab neid eelkõige arvude lihtsus ja sobivalt valitud andmed. Keerulise matemaatilise sisuga ülesanded esitatakse lihtsate arvudega.

Huvitavate detailidega täiendab ülevaadet eelmiste

Berliini papüürus.

Selle papüüruse kahel fragmendil on säilinud vaid kaks analoogilist ülesannet: antud suurusega ruudu pindala (100 ja 400 ruutküünart) tuleb jagada kaheks erinevaks ruuduks, mille külgede suhe on antud (vastavalt $1 : \frac{3}{4}$ ja $2 : 1\frac{1}{2}$), algebraliseks $x^2 + y^2 = a$ ja $\frac{x}{y} = b$. Need ülesanded, mis kuuluvad Vana-Egiptuse matemaatika kõrgemate saavutuste hulka, esitatakse geomeetrilises kujus. Ülesanded pole praktilised ja nende andmed on sobivalt valitud. Vale-eelduse meetodil teostatavas lahenduse käigus võimaldavad suhte arvude ruutude summad ja pindalad kergesti ruutjuure leidmist. Ka vastused olid ette teada, sest $8^2 + 6^2 = 10^2$ ja $16^2 + 12^2 = 20^2$.

Kokku võttes võime öelda, et Vana-Egiptuses õ p e t a t i m a t e m a a t i k a t ü l e s a n n e t e a b i l , mida saatsid suulised seletused. Praktiliste ülesannete lahendamiseks vajalik matemaatiline aparatuur omandati abstraktsete ülesannetega. Lahendamise võtte omandati vastava keerukusega samatüübiliste ja varieeritud andmetega ülesannete abil. Keerulise matemaatilise sisuga ülesanded esitati lihtsate arvudega, mis laskis küsimuse olemusel paremini mõjule pääseda. Õpetatava sisulist omandamist soodustati otsuste ja pöördülesannete kõrvutamise ja teadmiste kontrollimiseks esitati süsteemilt lihtsate andmetega praktilisi ülesandeid. Et egiptlased kasutasid erikujulisi murde ja kaasaegsest erinevat korrutamist ning jagamist, pole kõikide ülesannete lahendamise võtmed kaasaegsetega võrreldavad, kuid paljudel juhtudel me kasutame sama loogikat ka praegu.

Vana-Egiptuse harjutusülesanded omavad oma ajastust kaugemale ulatuvat mõju.

AEROSOOLIDE JA ELEKTROAEROSOOLIDE KASUTAMISEST MEDITSIINIS, TÖÖSTUSES JA PÕLLUMAJANDUSES

J. R e i n e t

Aerosoolide all me mõistame õhus (gaasis) hõljuvaid tahkeid või vedelaid ülipeeni osakesi. Kui need osakesed kannavad elektrilaenguid, siis nimetatakse neid elektro-aerosoolideks. Aerosoolide keskmine suurus asub vahemikus 1 kuni 1000 μ . Maa atmosfääri, kus leidub tohutult palju hõljuvaid meresoola osakesi, vulkaanide pursete produkte, mandritelt pärinevat anorgaanilist ja orgaanilist tolmu, võime vaadelda kui hiigelsuurt aerosoolsüsteemi, milles elab ja töötab inimene.

Et aerosoolid säästavad õhku, mida inimene sisse hingab, siis on tänapäeva teadlaste ja riigijuhtide kohuseks vältida igasugust atmosfääri rüvetamist ja ära hoida inimorganismile ning loomadele kahjuliku radioaktiivse tolmu sattumist õhku ja vette. Tuleks isegi olla ettevaatlik ka maa-aluste termotuumakatsetega, sest põhjavee ja jõgede kaudu võivad ohtlikud radioaktiivsed ained sattuda merre.

Meditsiinis mõistetakse aerosoolide all inhaleerimiseks kasutatava tahke pulbri või pihustatud medikamentide lahuste udu (tolmu), mille osakeste läbimõõt asub vahemikus 1-10 μ .

Viimasel ajal on meditsiinis aerosoolravi laialdaselt levinud, kuna sel teel organismi viidud medikamenti toime on kõige efektiivsem ja kiireloomulisem. Medikamentide aerosooli toime organismile on seda suurem, mida kaugemale kopsudesse tungib aerosool, inhaleeritav udu (tolm), s.t. mida suurem on aerosooli piisakeste ja kopsualveoolide kokkupuutepind. Aerosoolide sadestumine kopsudes sõltub nende suurusel, raadiusel. Osakesed, mille raadius on 10 μ ja enam, sadestuvad peamiselt ülemistes hingamisteedes ega tungi alveoolidesse, kuna osa-

kesed alla 1^μ suures enamuses tagasi välja hingatakse.

Seega on aerosoolravis olulisemaid küsimusi genereerida aerosoolle, millised suurimal määral imenduvad kopsude kaudu verre. On kindlaks tehtud, et aerosoolidena imendunud medikamendid ei eristu organismist nii ruttu kui suu kaudu manustatud või süstitud medikamendid.

Pihustades antibiootikumide vesilahuseid tavalise aerosoolinhalaatori abil, tekib bipolaarselt laetud udu, milles positiivselt ja negatiivselt laetud osakesed võivad hingamisteedes elektrostaatiliste tungide mõjul kergesti koaguleeruda, mistõttu tilgake, muutudes suuremaks, ei tungi enam edasi väikseimate alveoolideni.

Tekitades aga vastavate generaatoritega elektroaerosoolle anname aerosoolile unipolaarse elektrilaengu (negatiivse või positiivse), mistõttu tekitatud elektroaerosool elektrostaatilise hajumise tõttu ei koaguleeru, vaid, kogni vastupidi, sadestub kopsu alveoolides.

Kuna pikaajaliste uurimistööde käigus on selgunud, et negatiivselt laetud õhukoovid avaldavad organismile soodsamat ja paljude haiguste korral isegi tervendavat toimet, siis kasutatakse meditsiinis peamiselt negatiivselt laetud elektroaerosoolle. Pikaajalised kogemused on kinnitanud, et mõnede hingamisteede haiguste (silikoos jne.) ravil on kõige suurema eduga kasutatud mineraalvete pihustamisel elektriväljas saadud ja unipolaarselt laetud elektroaerosoolle.

TRÜ üldfüüsika kateedris on välja töötatud mitmeid elektroaerosool-generaatoreid (hapniku aerosoolionisaator, aerosoolionisaator kunstliku hingamise aparaadi juurde jne.), mis oma lihtsa ehituse ja portatiivsuse poolest on kohased kasutamiseks niihästi haiglates kui ka polikliinikutes.

Elektroaerosoolide eeliseks aga, võrreldes tavaliste aerosoolidega, tuleb pidada nende vähest koaguleerimist, mistõttu nad jõuavad suuremal määral alveoolideni. Seda tõendavad ka vastavad uurimused, mis kinnitavad, et kopsudesse sadestuvad rohkem samade mõõtmega elektroaerosoolid

kui tavalised aerosoolid. Vastavaid katseid on kerge kontrollida, kui lisada mineraalvetele radioaktiivset joodi J^{131} või radioaktiivset fosforit P^{32} ja tekitada sellest lahusest tavalisi aerosoole ja elektroaerosoole. Kontrollides samast vedelikuhulgast tekitatud aerosoolide ja elektroaerosoolide sadestumist organismis vastavate loendajate abil, selgub, et elektroaerosoolid sadestuvad kopsudesse tunduvalt suuremal määral kui tavalised aerosoolid. Andes veel elektroaerosoolidele negatiivse laengu, ühendame aerionoteraapia aerosoolteraapiaga.

Kõik see on veenvaks tõenduseks, et meditsiinis tuleb eelistada elektroaerosoolide inhaleerimist.

Mitte ainult inhaleerimisel ei kasutata meditsiinis aerosoole ja elektroaerosoole, vaid ka ruumide (operatsioonisaalide, haigla palatite jne.) desinfitseerimisel. Ka desinfektsioonitöödel tuleb eelistada elektroaerosoole, sest viimased, väljudes generaatorist, hajuvad ruumis elektrostaatiliste tungide mõjul igas suunas ühtlaselt. Seetõttu ruumi ja seal leiduvate esemete desinfitseerimine toimub ühesuguselt ja täielikult, kusjuures desinfitseerimiseks vajaliku vedeliku kulu on tunduvalt vähem kui tavalisel pihustamisel. Kuid aerosoole ei kasutata tänapäeval mitte ainult meditsiinis, vaid ka tööstuses ja põllumajanduses.

Aerosoolide kasutamisenä tööstuses võiks mainida staatiliste laengute likvideerimist tekstiilitööstuses vee pihustamisega vastavate düüside abil tööstusruumi. Materjali (puuvill, kunstkiud jne.) ümbertöötamisel tekivad tööstusruumides tugevad elektrostaatilised laengud, mis takistavad materjali töötlemist, põhjustavad toodangus praaki või isegi tulekahju. Viimane võib tekkida elektriliselt laetud materjali, masinate osade (rihmad jms.) vahel juhuslikult tekkinud sädemest.

On otstarbekohane konstrueerida selliseid vee pihustamise düüse, mis tekitavad soovikohaselt unipolaarse laengu. Veepihu (nn. aerosoolide) abil võib tekitada ruumilaengu, mis

oleks vastasmärgiline mõne aine tootmisel tekkinud elektrostaatilise laenguga.

Selline on TRÜ-s üldfüüsika kateedris päevakorras olev probleem, mille uurimisele on juba asutud.

Peale staatiliste laengute likvideerimise võib aerosooli kasutada veel tööstusruumides tolmu, hõljuvate osakeste sadestamiseks. Kuid kõige olulisem aerosoolide ja elektroaerosoolide kasutamise ala on värvimine vastavate pihustite abil. See meetod on tänapäeval värvimistehnikas kõige efektiivsem, eriti siis, kui värvimine, pindade katmine viiakse läbi tugevas elektriväljas, kus koroonalahenduse abil elektriliselt laetud värvaine pihu kantakse elektrivälja toimel esemele.

See meetod võimaldab tunduvalt värvaine kokkuhoidu ja ühtlasemat pindade katmist. Kahjuks elektrostaatiline värvimine ei ole teostatav õnnesesemete õnnsuste värvimisel.

TRÜ üldfüüsika kateedris on välja töötatud ka lihtne elektrostaatiline värvimismenetlus. Selleks on konstrueeritud tavalise värvipüstoli juurde seadeldis indutseeriva ja koroneeriva elektroodiga, mis on kohane igasuguste värvainete elektriliseks laadimiseks.

Elektriliselt laetud värvipihu paisatakse suruõhu all värvimiskambrisse, milles tekitatakse tugev elektriväli. Elektrivälja ja püstolist paisatud suruõhu toimel kantakse värvaine detailidele, mis liiguvad läbi värvimiskambril kuivatusruumi.

Nagu tööstuses nii ka põllumajanduses leiavad ikka enam ja enam kasutamist aerosoolid, eriti aga elektroaerosoolid.

Aerosoolide ja elektroaerosoolide inhaleerimise abil on hakatud võitlema kopsutaudide vastu. Farmides kasutatakse ka lautade ja kõrvalruumide desinfitseerimiseks aerosooli ja viimasel ajal ka elektroaerosooli. Kuid erilist tähtsust omavad elektroaerosoolid viljapuude kahjurite tõrjel. Elektriliselt laetud aerosool sadestub paremini puude leh-

tedele, tungides isegi okste vahele ning hajudes seal elektrostaatiliste tungide toimetel igas suunas. Sel meetodil puude ja põõsaste pihustamisel mürkaine vesilahustega kuulub kahjurite tõrjel tunduvalt vähem aineid kui tavalise pritsimise korral.

Sama meetodit võib kasutada kärbeste ja kahjurite tõrjel või isegi kahjulike mikroorganismide hävitamisel ruumi õhust jne.

Niisiis on tänapäeva meditsiinis, tööstuses ja põllumajanduses laialdaselt levimas aerosoolide, eriti aga elektroaerosoolide mitmekülgne kasutamine. Nende küsimuste kõigekülgne uurimine on käsil TRÜ üldfüüsika kateedri aeroionisatsiooni laboratooriumis.

ÕHUIONISATSIOONI JA ELEKTROAEROSOOOLIDE ALASTEST
UURIMISTÖÖDEST TARTU RIIKLIKUS ÜLIKOO LIS

J. R e i n e t, P. P r ü l l e r,
O. S a k s

Atmosfäärionisatsioonialast uurimistööd alustati Tartus juba 1937.a. A.Miti poolt, kuid see piirdus vaid üheainsa, magistrikraadi taotlemiseks vajaliku tööga, mis haaras kitsapiirilise lõigu õhuionisatsiooni valdkonnast. See töö teostati kodanliku Eesti Tartu ülikooli tingimustes, kus puudus uurimistööks kohane aparatuur. A.Mitt viis uurimised läbi Gerdieni poolt käesoleva sajandi algul konstrueeritud aspiraatoriga, mis oli ette nähtud õhu juhtivuse, mitte aga ionide tiheduse mõõtmiseks.

Kuigi 1937.a. Lääne-Euroopas ja Ameerika Ühendriikides oli kasutusel rida kohasemaid aspiraatoreid (Swann, Weger, Grieger, Torreson ja Wait, Kähler, Israel jne.), ei olnud Tartu ülikoolil ühtegi neist olemas, veel vähem osutus võimalikuks aparatuuri ehitamine ülikooli juures, kuna puudus selleks vajalik töökoda. Alles nõukogude korra tingimustes sai alustada ulatuslikku ja igakülgselt õhuionisatsioonialast uurimistööd Tartu Riiklikus Ülikoolis.

1950.aastal konstrueeriti siin esimene ajakohane kombineeritud atmosfääriioonide loendaja koos tundliku mehaanilise elektromeetriga. Selle loendajaga viidi 1951. aastal H.Marrani ja J.Reinetti poolt Tartus läbi ulatuslikud uurimised atmosfääriioonide spektri alal, alates mollioonidest kuni ultraraskete ionideni. Töö tulemusena valmis kaks väitekirja atmosfääriionisatsiooni muutuste kohta Tartus, millest teine^x pole veel tulnud avalikule

^x H.Marran, Raskete ionide tiheduse kõikumine atmosfääris Tartus 1951.a.

kaitsmisele, sest väitekirjas esitatud materjalid ja tulemused ei ole täies ulatuses trükitis avaldatud.

H.Marranil kujunes töö käigus nn. suundgraafikute meetod, mis andis võimaluse linnaolukorras põhjalikumalt välja selgitada õhuhionisatsiooni mõjutavad meteoroloogilised ja lokaalsed tegurid.

Nende uurimistööde tulemused on aidanud selgitada asustatud keskuste (linna) atmosfääriionisatsiooni olukorda mitmekülgselt.

Atmosfääriionisatsiooni uurimiskäigus Tartus tekkis tarvidus otsida uusi meetodeid ja konstrueerida aparatuur, mis võimaldaks üksikasjalikult selgitada ionide spektraalset loomust ja jälgida selle kiireloomulisi muutusi.

Tuli luua loendajad ja spektromeetrid, millede puhul oleks kõrvaldatud vastasvälja tagasitõrjuv mõju ega ei esineks märgatavat dielektrikute polarisatsiooni ja laengute roomamist isolaatoreidpidi. See ülesanne täideti, võttes kasutusele laengukao meetodil töötavad ja kõrgtundlike elektromeetritega varustatud aspiraatorid, kus elektromeetri mõõtesüsteemi kandvad isolaatorid, olles ümbritsetud aspiraatori siseelektroodiga sama potentsiaali all olevate juhtivate katetega, ei allu elektrivälja muutustele.

Paralleelselt uute loendajate ja spektromeetrite konstrueerimisega kerkis päevakorrale loendajate töö automatiseerimise küsimus, millisel alal on kauemat aega töötanud O.Saks.

O.Saks ongi juba automatiseerinud kombineeritud kergete ja raskete ionide loendaja, varustades selle fotograafilise registreerimisseadeldisega. Selle loendajaga on P.Prüller viimase kahe aasta jooksul läbi viinud süstemaatilisi atmosfääriionisatsiooni mõõtmisi Tartus. P.Prülleri poolt teostatud mõõtmised näitavad, et 1951. aastaga võrreldes on Tartus atmosfääriionisatsiooni tase põhiliselt jäänud endiseks.

Mainitud loendaja on kohandatud ka atmosfääri ioni-

satsioonivoolu pidevaks registreerimiseks. Ionisatsioonivoolu registreerimisel juhitakse mõõdetav vool läbi kõrgeomilise takisti, millel tekkivat pingelangust mõõdetakse dünaamilise elektromeetri abil ja registreeritakse dünaamilise elektromeetri väljundisse lülitatud isekirjutava potentsiomeetriga. Viimase osuti hälve on võrdeline ionide kontsentratsiooniga, võimaldades eristada kontsentratsiooni muutusi 20 e/cm^3 võrra, mis vastab voolutugevuse muutustele loendajas $\approx 2 \cdot 10^{-15} \text{ A}$.

Viimasel ajal on selle probleemi juurde lülitunud veel V.Reeben, J.Salm ja H.Tammet. Viimane on eriti tähelepanu omistanud loendajate ja spektromeetrite ehitusega seoses olevate teoreetiliste probleemide lahendamisele.

Tartu Riiklikus Ülikoolis väljatöötatud loendajaid ja spektromeetreid on valmistatud seni vaid üksikutele teaduslikkudele uurimisasutustele NSV Liidus (Läti NSV Teaduste Akadeemia Eksperimentaalse Meditsiini Instituudile ja Permi Sõe Teaduslikule Uurimisinstituudile).

Äsja oli meie kollektiivil päevakorras dünaamilise kondensaatoriga ja isekirjutajatega varustatud portatiivsete ionide loendajate väljatöötamine, mida võiks rakendada niihästi tehisionisatsiooni kui ka atmosfääriionisatsiooni uurimiseks hüdrometeoroloogiajaamades.

Teine tõsisem probleem peale atmosfääri- ehk loodusliku ionisatsiooni uurimise on tehisionisatsiooni uurimine ning selle rakendamine meditsiinis, tööstuses ja põllumajanduses.

Et mitmekülgset välja selgitada aeroioonide toimet elavatele organismidele (inimesele, loomadele, taimedele, seemnetele jne.), on konstrueeritud mitmesuguseid aero- ja aerosoolionisaatoreid, mille abil ioniseeritakse õhku, meditsiinilist hapnikku või õhus pihustatud vedelikke, nn. aerosooli.

Üks esimesi aeroionisaatoreid, mis on välja töötatud ja meditsiiniliselt rakendamisest leidnud Tartus, on nn. kõrgsageduslik elektroefluviaalne aeroionisaator. Siin toimub õhuionisatsioon alaldatud kõrgsagedusliku kõrgpinge korona-impulsside toimel. Koronaionisatsiooni põhimõttel välja töötatud aeroionisaatoreid on hiljem täiendatud konstruktsiooni poolest ja vähendatud ka gabariite.

Tuleb mainida, et viimasel ajal on Ameerika Ühendriikides aeroionisatsioonialastes uurimistöodes hakatud ka kasutama koronaionisaatoreid.

Uudne oma konstruktsiooni poolest on ka Tartu Riiklikus Ülikoolis väljatöötatud termoionisaator, milles õhuionisatsiooni teostatakse tugevas elektriväljas kuumutatud hõõgniidi (kroomnikkeltraadi) abil, kusjuures ioniseeritud õhk kantakse uumis laiali sama ionisaatori poolt põhjustatud konvektsioonvoolude abil.

Ka on Tartu Riiklikus Ülikoolis tehtud mõningaid täiendusi prof. A.B.Verigo poolt konstrueeritud radioaktiivse kiirgusega ioniseeriva aeroionisaatori juures ja välja töötatud ultraviolettkiiritaja-aeroionisaator, mida viimasel ajal on hakatud kasutama farmides.

Et uurida hüdroadroionisatsiooni toimet, töötati välja uut tüüpi hüdroadroionisaatorid, mille abil on võimalik suurtes ruumides, kus leidub veevõrk, tekitada kas negatiivset, positiivset või bipolaarset ionisatsiooni. Ionisatsioon tekitatakse siin vee pihustamisel elektriväljas. Unipolaarselt või tugevasti bipolaarselt laetud hüdroadroionid puhutakse ventilaatori abil ruumi. Reguleerides elektrivälja polaarsust ja tugevust ning muutes õhuvoolu kiirust ionisaatori katete vahel võib ruumis tekitada soovikohase hüdroadroionisatsiooni.

Varem Nõukogude Liidus kasutusel olnud hüdroadroionisaatorid töötasid füüsikas tuntud balloelektrilisel efektil, andes seega vaid nõrka negatiivset ionisatsiooni.

Tartus väljatöötatud hüdroadroionisaatoreid on seni valmistatud "Severonikkeli" kombinadi haiglatele, Leningradi

I Meditsiinilisele Instituudile ja NSVL TA I.P.Pavlovi
nimelisele Füsioloogia Instituudile.

Et viimasel ajal on meditsiinis hakatud erilist
tähelepanu omistama elektroaerosoolteraapiale (eriti tu-
lemusrikkalt on seda rakendatud silikoosi ja paljude
teiste haiguste ravil), on meie töö tulipunkti asetatud
küsimused, mis on seotud elektroaerosoolide genereerimi-
sega, nende massi ja laengute mõõtmisega ja elektroaero-
soolide kasutamisega meditsiinis, veterinaarias ja töös-
tuses.

Elektroaerosoolide generaatoritest, mis on Tartu
Riiklikus Ülikoolis välja töötatud, võiks mainida nn.
auruinhalaator-ionisaatorit, aerosoolionisaatorit ja
aerosoolionisaatorit kunstliku hingamise aparaatide juur-
de.

Üks olulisemaid küsimusi, mida ka Tartu Riiklikus
Ülikoolis on lahendatud ja tulemusrikkalt meditsiinis
rakendatud, on hapniku ioniseerimise küsimus. Ioniseeri-
tud hapniku inhaleerimise ja nahaaluste süstide kasutu-
selevõtmisega on arstiteaduses püstitatud uus probleem
hapnikuteraapia alal. Näib, et selle küsimuse edasine
uurimine on mõningal määral vajalik seoses hapniku kasu-
tamisega Maa tehiskaaslastel.

Tartu Riiklikus Ülikoolis väljatöötatud aeroionisaa-
toreid ja elektroaerosoolaparaate ningioonideloendajaid
ja indikaatoreid on rea aastate vältel eksponeeritud
NSV Liidu rahvamajanduse saavutuste näitusel Moskvas ja
Nõukogude näitusel Prahlas, Londonis ja Pariisis ning
Brüsseli maailmanäitusel. Nende väljatöötatud näidisek-
sempplaride eeskujul on NSV Liidus antud tootmisse ka
mitmeid aparate (termoionisaator, koronaionisaator jne).

Tänu TRÜ kateedritevahelise koostöö organiseerimi-
sele, eriti Arstiteaduskonna kateedritega, on Tartu
Riiklikus Ülikoolis rajatud selle ala uurimistöös uusi
suundi ja saavutatud uurimistööde käigus mõningaid uusi
tulemusi.

Kõige põhjalikumalt on üldfüüsika kateedri uurimistöö tulemusi meditsiinilises praktikas rakendanud ja kontrollinud Arstiteaduskonna õppejõududest E.Siirde ja E.Raudam.

E.Siirde juhendamisel töötav kollektiiv on alates 1957.aastast trükitud avaldanud rea uurimusi, millest enamik on trükitud üleliidulistes väljannetes.

Negatiivselt ioniseeritud õhuga ravimisel on saadud positiivset raviefekti atroofilise riniidi, bronhiaalastma ja eriti oseena puhul. E.Siirde poolt on ulatuslikult teostatud aerosool- ja elektroaerosoolravi võrdlust. Tema uurimistöö tulemusena on tehtud kindlaks, et elektroaerosoolravi osutub nii bioloogilise toime kui ka raviefekti poolest aerosoolravist ja aeroionisatsioonist efektiivsemaks. Samuti on E.Siirde teinud kindlaks, et negatiivselt laetud elektroaerosoolid 1) avaldavad lokaalset toimet, tõstes, vastupidiselt positiivselt laetud elektroaerosoolidele, konna isoleeritud söögitoru ripsepiteeli aktiivsust ja suurendades konna südame kontraktsioone; taolist lokaalset toimet aeroioonid ei avalda; 2) tõstavad veres oksühemoglobiini protsenti, eriti märgatavalt pihustamisel hapnikuga, millist nähtust ainuüksi hapniku inhaleerimisel ei esinenud; 3) normaliseerivad nina veresoonte toonust ja temperatuuri, parandades limaskestast verevarustust; 4) vähendavad ninaeritiste aluselist reaktsiooni, mis esineb haiguslike muutuste puhul ninas; 5) alandavad vererõhku.

E.Raudami juhendamisel töötav kollektiiv on tegutsenud peamiselt kahe, seni meditsiinis täiesti uudse probleemi kallal: 1) ioniseeritud hapniku inhaleerimine ja süstimine ning 2) elektroaerosoolide inhaleerimine kunstliku hingamise aparadi töörežiimis.

E.Raudami töödest selgub, et negatiivselt ioniseeritud meditsiinilise hapniku näol on olemas uus füüsikaline ravifaktor, mille rakendamiseks on laialdased perspektiivid mitte üksi neuroloogias, vaid meditsiinis peaaegu kõikidel erialadel.

Samuti tuleb mainida, et aerosool- ja elektroaerosool-

aparaatide kasutuselevõtmisega kunstliku hingamise aparaatide töörežiimis 1958.a. vähenes järsult raskete kopsukomplikatsioonide arv trahheotomeeritud poliomüeliidihaigetel.

Peale ülalmainitud kollektiivide on aeroionisatsiooni mõju nahahaigustele uurinud H.Vahter, ioniseeritud hapniku süstide toimet loomadele K.Tammera, ioniseeritud õhu pikaajalist inhaleerimise toimet loomadele R.Looga ja M.Kull ning efluviaalse aeroionisaatoriga tekitatud õhuionisatsiooni toimet taimedele ja seemnetele V.Ritslaid. On hakatud uurima ka aerosoolide ja elektroaerosoolide kasutamist loomade kopsutaudide (parasiitide) vastu võitlemisel.

Elektroaerosoolide laialdane kasutamine on esile tõstnud vajaduse nende füüsikaliste omaduste uurimiseks. Selle probleemi kallal on asunud tööle P.Prüller, V.Kraav, E.Tamm ja J.Reinet.

E.Tammel on kavas hakata lähemalt uurima meditsiinis rakendatavate aerosoolide ja elektroaerosoolide omadusi ja sadestumist organismis. V.Kraav on asunud uurima aerosoolide laengute sõltuvust pH-st.

J.Salm koos aspirant H.Tammetiga on uurinud suurte ruumide õhu ionisatsiooni küsimust franklisatsiooniparaadi abil. K.Kudu on põhjalikult ja mitmekülgselt uurinud koroonalahenduse protsesse, välja töötanud kõrgsageduslahendusel töötava ioonideloendaja tegevusprintsipi ning ehitanud suurt tundlikkust omava haloidide indikaatori.

Praegu on veel käsil L.Visnapuul ja J.Reinetal koroonalahendusel ja induktsioonimeetodil elektrostaatiliselt värvimise menetluse väljatöötamine ning T.Pärnikul ja J.Reinetal koroonalahendusel põhineva staatiliste laengute neutralisaatori valmistamine trükikäitiste ja tekstiilitööstuste jaoks.

Märkimisväärseid tulemusi on veel saavutatud ionisatsioonidetektorite konstrueerimise alal Puskari, Vahemetsa, Tammeti, Korneli ja Reineti poolt. On välja töötatud Tal-

linna Mõõduriistade Tehases toodetavale gaaskromatograafile sobiv ioondetektor.

H. Tammet jt. on saavutanud märkimisväärseid tulemusi ka tehisionisatsiooni uurimise alal.

Edaspidi on kavas süvendada õhuionisatsiooni ja elektroaerosoolide alal uurimistöid põhiliselt teoreetiliste probleemide valdkonnas ja lähtuda aeroioonide ning elektroaerosoolide toime uurimisel elavatele organismidele peamiselt biofüüsika aspektist.

JOONISTE KASUTAMISEST STEREOOMETRIA ÕPETAMISEL

O. R ü n k

1. Joonisel võib stereomeetria õpetamisel olla kahe-
sugune eesmärk:

- a) õppeobjekti tutvustamine;
- b) ülesande lahendusidee leidmise hõlbustamine.

2. Projektsioonilistele joonistele esitatakse ilmekuse, mõõdetavuse, loomutruuduse ja lihtsuse nõuded. Kujutise ilmekuse ja lihtsuse nõuded on paratamatus vasturääkivuses, mille põhjuseks on sirgjoone, tasapinna ja silinderpinna kujutise kõdumise nähtus. Kõdunud kujutis (sirgjoone punktkujutis, pinna joonkujutis) on vastava mitte kõdunud kujutisega võrreldes lihtsam, kuid paraku ilmetum.

3. Stereomeetrias esinevate jooniste kavandamisel tuleb alati silmas pidada taotletavat eesmärki ning sellest olenevaid nõudeid, mida üks või teine kujutamiseviis rahuldada võib. Sageli tuleb jooniste kavandamisel teha hulgaliselt proovivisandeid kõige sobivamate kujutamiseviiside leidmiseks. Stereomeetriaõpetaja üheks tähtsamaks kohustusks oma tundide ettevalmistamisel on just jooniste kavandamine. Reeglina peaks iga tunnis vajalik joonis olema õpetajal lõplikult läbimõeldult peas, et tunnis poleks vaja tahvlijooniste valmistamisel midagi parandada ega muuta.

4. Õppeobjekti tutvustav kujutis peab olema ilmekas ja loomutruu. Maksimaalse ilmekusega kujutis (perspektiiv) saadakse tsentraalsete kiirtega projekteerimisel. Lõigu jaotussuhte ja sirgete paralleelsuse mitteinvariantsuse tõttu ei rahulda perspektiiv aga loomutruuduse nõuet. Mõlemaid vajalikke nõudeid (ilmekus ja loomutruudus) rahuldavad kõige paremini paralleelaksonomeetrilised kujutised.

5. Ülesande lahendusidee avastamise eesmärgil tehtud

jooniste juures tuleb ilmekuse ja mõõdetavuse kõrval taotleda ka lihtsust, eriti siis, kui lihtne kujutis võimaldab küsimuse all olevaid elemente esitada moondevabalt. Järelikult - ühe ja sama probleemi või ülesande lahendamisel tuleb mõnikord teha projektsioonilisi jooniseid rohkem kui üks, kusjuures igal joonisel on oma kitsam erieesmärk.

6. Ülesannete juurde kuuluvate jooniste valmistamisel tuleb rangelt silmas pidada objekti antud proportsioone. Seda nõuet võiks nimetada objekti kujukindluse nõudeks ning sõnastada lühemalt nii: objekti ei tohi kujutamisel deformeerida.

7. Stereomeetrilise ülesande lahendamisel sobivalt ja korrektselt tehtud joonis n.ö. avab lahendaja silmad ning juhib tema mõtte õigesse suunda, sageli isegi reedab kogu lahenduse idee või annab vastuse otseselt kätte. Seevastu ebasobivalt või lõhakalt (objekti deformeerivalt) tehtud joonis võib õige lahenduse leidmist raskendada või viia kognitiivsele väärtusele tee.

8. Projektsiooniliste jooniste valmistamisel peab teadma, millest sõltub eseme projektsiooni kujud; see sõltub eseme enda kujust, kujutamiskiirte liigist, paralleelkiirte ekraanile langemise viisist (risti või kaldu; kuidas kaldu) ning lõpuks eseme asendist kiirte suhtes. Seevastu aga projektsiooniliik ei sõltu eseme kujust ega ka asendist kiirte või ekraani suhtes.

9. Ettekandes tuuakse paar konkreetset näidet jooniste valmistamisest stereomeetriliste ülesannete lahendamisel. Käsitletakse kaasajal tööstuslikult toodetud tahvlijoonestusvahendite konstruktsiooni ja kvaliteeti. Esitatakse mõned konstruktiivsed uuendused ja täiendused tahvlijoonestusvahendite osas (koos vastavate mudelite demonstreerimisega). Käsitlemist leiab ka käsitsi ja vahendite abil joonestamise vahetorkord. Seejuures rõhutatakse, et matemaatikaõpetaja peaks olema mõlemal viisil joonestamise alal virtuoos. Antakse nä-

punäiteid mõningate olulisemate vormide joonestamiseks vabal käel.

10. Ettekandes on samuti tehtud mõningaid kriitilisi märkusi Kisseljovi stereomeetriaõpiku kohta.

K. S c h u l t s

Teaduslike ja tehniliste probleemide lahendamisel kasutatakse samade füüsikaliste suuruste mõõtmiseks mitmesuguseid ühikuid ning ühikute süsteeme. Näiteks kasutatakse meil jõe mõõtmiseks kilogrammi, njuutonit, steni, düüni, tonni, grammi ja veel teisigi. Suur ühikute arv on tingitud teadusharude spetsiifikast, mis määrab ühe või teise ühiku praktilise otstarbekuse.

Veelgi keerukam on küsimus rahvusvahelises ulatuses, sest paljudes maades (Inglismaa, USA, jt.) kasutatakse meetrilise süsteemi kõrval nn. inglise mõõdusüsteemi (tollid, jardid jne.). Selline ühikutesüsteemide mitmekesisus raskendab üksikute teadusharude sidet ning põhjustab tarbetuid ümberarvutusi ning ka tehnilisi raskusi (näit. tolli- ja meeterkeere).

Et vabaneda eespool märgitud pundustest, on rahvusvahelised metroloogiaorganisatsioonid teinud ära suure töö, mille tulemusena on jõutud uue rahvusvahelise mõõtühikute süsteemini. Uus süsteem (SI) võeti vastu XI rahvusvahelisel kaalude ja mõõtude peakonverentsil 1960.a. oktoobris. NSV Liidus on SI-süsteem vormistatud riikliku standardina GOCT 9867-61 näol ning hakkab kehtima 1. jaan. 1963.a. Uut ühikutesüsteemi tuleb eelistatult kasutada kõigis rahvamajanduse harudes ning muidugi ka õppeasutustes.

SI-süsteem baseerub peamiselt MKS ja MKSA süsteemidele ning sisaldab 6 põhiühikut, 2 täiendavat ning 27 tähtsamat tuletatud ühikut. Seega rida põhiühikute definitsioone on kinnitatud juba varasematel rahvusvahelistel kaalude ja mõõtude peakonverentsidel. Nõukogude Liidus kehtivad nad GOCT'idega aastatest 1955-57. Kahjuks on need nn. absoluutsed ühikud siiani vähe tuntud. Isegi värskes literatuuris kasutatakse veel ampri ja oomi etaloone, mis on oma kehtivuse ammu kaotanud.

Rahvusvaheline mõõtühikute süsteem (SI)

Suurus	Mõõtühik	ühiku lühend	
		ladina	vene
1	2	3	4
Põhiühikud			
Pikkus	meeter	m	М
Mass	kilogramm	kg	кг
Aeg	sekund	sec	сек
Elektrivoolu tugevus	amper	A	а
Termodünaamiline temperatuur	Kelvini kraad	°K	°K
Valgustugevus	küünal	cd	св
Täiendavad ühikud			
Tasanurk	radiaan	rad	рад
Ruuminurk	steradiaan	sr	стера
Tuletatud ühikud			
Pindala	ruutmeeter	m ²	М ²
Ruumala	kuupmeeter	m ³	М ³
Sagedus	herts	Hz	Гц
Tihedus	kilogramm kuupmeetri kohta	kg/m ³	кг/М ³
Kiirus	meeter sekundis	m/sec	М/сек
Nurkkiirus	radiaan sekundis	rad/sec	рад/сек
Kiirendus	meeter sekund ruudus kohta	m/sec ²	М/сек ²
Nurkkiirendus	radiaan sekund ruudus kohta	rad/sec ²	рад/сек ²
Jõud	njuuton	N	Н

1	2	3	4
Rõhk (pinge)	njuuton ruut- meetri kohta	N/m^2	H/M^2
Dünaamiline vis- koossus	njuutonsekund ruut- meetri kohta	$N \cdot sec/m^2$	$H \cdot cek/m^2$
Kinemaatiline vis- koossus	ruutmeeter sekundis	m^2/sec	M^2/cek
Töö, energia, soojus- hulk	džaul	J	gpc
Võimsus	vatt	W	6T
Elektrihulk, elektri- laeng	kulon	C	K
Elektripinge, elektri- potentsiaal, elektro- motoorne jõud	volt	V	6
Elektrivälja tugevus	volt meetri kohta	V/m	$6/M$
Elektritakistus	oom	Ω	OM
Elektrimahtuvus	farad	F	ϕ
Magnetvoog	veeber	Wb	6δ
Induktiivsus	henri	H	uH
Magnetiline indukt- sioon	tesla	T	ma
Magnetvälja tugevus	amper meetri kohta	A/m	a/M
Magnetomotoorne jõud	amper	A	a
Valgusvoog	luumen	lm	AM
Heledus	küünal ruutmeetri kohta või nitt	cd/m^2 või nt	cl_0/M^2 või Hm
Valgustugevus	luks	lx	AK

Vaatame järgnevalt SI-süsteemi põhiühikute definitsioone.

1. On loobutud senisest meetri definitsioonist, mis oli määratud keskmiste kriipsude vahelise kaugusega algmeetriil. Korduvad mõttmised on näidanud, et see ei võimalda meetrit määrata suurema täpsusega kui 0,1 -0,2 mikronit. Meetri defineerimise uueks aluseks on võetud valguse lainepikkus. Meeter on võrdne 1 650 763,73 kordse valguse lainepikkusega, mida kiirgab krüpton 63⁰K juures vaakuumis ja mis vastab energeetilisele üleminekule nivoode 2p¹⁰ ja 5d⁵ vahel.

2. Massi ühik kilogramm määratakse endiselt algkilogrammi abil, mida hoitakse Prantsuse Rahvuslikus Arhiivis. Edaspidiseks on tehtud ettepanek defineerida massi ühikut neutroni massi abil.

3. Pikemat aega defineeriti ajaühik sekund kui 1/86400 osa päikese keskmisest ööpäevast. Pikemaajalised mõttmised aga näitasid, et keskmine päikese ööpäev on aastate jooksul muutuv, mis ei võimalda sekundit määrata sellise täpsusega, nagu seda nõuab kaasaegne mõttmistehnika.

Uueks aluseks võeti Maa tiirlemine ümber Päikese, mis võimaldab sekundi määramist suurema täpsusega. Uue määrangu kohaselt on sekund 1/31556925,9547 osa troopilisest aastast 1900 0. jaanuaril kell 12 efemeriidaja järgi. Perspektiivselt uuritakse võimalust sekundi defineerimiseks atomaarsete ja molekulaarsete võnkumiste abil.

4. Voolutugevuse ühiku defineerimisel kasutatakse tih-tipeale elektrolüüsil eraldunud aine hulka, olgugi et juba 1948.a. võeti vastu uus amprí definitsioon. SI-süsteemis on apriks selline voolutugevus, mis, läbides teineteisest 1 m kaugusel vaakuumis asetsevat väga väikese ristlõikega lõpmata pikka paralleelset juhet, põhjustab nende juhtmete vahel jõu 2.10⁻⁷ njuutonit ühe meetri juhtme pikkuse kohta. Praktiliselt pole võimalik lõpmata pikka juhet saada. Kuid matemaatiline analüüs võimaldab määramise küllaldase täpsusega taandada lõplike mõttmetega juhtmetele ning teostada jõu mõttmist nn. voolu kaalude abil.

5. Temperatuuriskaalade defineerimisel on laialdaselt tuntud Celsiuse skaala, kus vee tahkumis- ja keemispunkti-de vahe on jaotatud sajaks kraadiks. Eelmise sajandi keskel tegi inglane W. Thomson (Kelvin) ettepaneku kasutada temperatuuri määramiseks nm. termodünaamilist skaalat, mis baseerub Carnot' ideaalse soojusmasina protsessile. Peale selle tegi Thomson ja temast sõltumatult Mendelejev ettepaneku kasutada ühe aluspunktina absoluutset nulli. Vastavalt nendele ammu esitatud seisukohtadele on SI-süsteemis temperatuurühiku - kraadi määramise aluseks võetud absoluutne null ja vee kolmikpunkt (tasakaalupunkt vee tahke, vedela ja gaasilise faasi vahel). Vee kolmikpunkti on võimalik täpsemalt määrata kui jää sulamispunkti või vee keemispunkti. Kolmikpunkti temperatuuriks on võetud täpselt $273,15^{\circ}\text{K}$.

6. Valgustugevuse ühiku defineerimisel on aluseks võetud IX peakonverentsi poolt 1948.a. antud definitsioon: küünal on selline valgustugevus, mis vastab $1/60$ -le absoluutselt musta keha 1 cm^2 pinna kiirgusest plaatina hangu- mistemperatuuril.

Täiendavad ühikud, radiaan ja steradian, on vajalike geomeetriliste suuruste ühikud tuletatud ühikute saamiseks.

Tuletatud ühikud saadakse üldtuntud printsibi põhjal põhiühikute ja täiendavate ühikute kaudu.

Et SI-süsteemil on rida silmnähtavaid eeliseid, on tema tundmine ja rakendamine tähtsaks ning vajalikuks ülesandeks.

MUDELITE OSA TUNNETUSES JA NÄITLIKKUSE PROBLEEM

L. V a l t

1. Mudelit kui tunnetuse abivahendit võib tänapäeval kohata kõige erinevates teadusharudes - füüsikas, mateemaatikas, keemias, küberneetikas, lingvistikas, psühholoogias, geneetikas, sotsioloogias jne. Modelleerimise kui tunnetusmeetodi universaalsus ning mõistega "mudel" hõlmatava objektideklassi struktuurne ning funktsionaalne mitte-homogeensus tingib vajaduse selle klassi loogiliseks liigendamiseks ning kasutatavate mõistete võimalikult täpseks defineerimiseks.

2. Formaalselt võib mudelit defineerida kui originaaliga homomorfset (erandjuhul - isomorfset) objekti. Mudeli kõige üldisem sisuline (täpsemalt: operatsioonaalne) definitsioon on järgmine: mudel on materiaalne või kujutletav objekt, mille uurimine annab informatsiooni mingi teise objekti (originaali) kohta. Märkime, et selle definitsiooni alla mahuvad ranges mõttes vaid need mudelid, mis on tege-likkuse koopiad (peegeldused). Juhud, kus mudeliks nimetatakse tegelikkuse enda teatavat valdkonda (näit. aksioomide süsteemi mudelid), moodustavad omaette klassi, mida siin ei käsitleta.

Mudeleid on otstarbekas klassifitseerida esemelisteks, mõttelisteks ja sümboolseteks. Esemeline mudel on niisugune materiaalne objekt, mis imiteerib mingis suhtes originaali struktuuri või funktsioneerimist (või mõlemaid), olles originaaliga niisuguses vastavuses, et tema uurimisel saadud andmeid on võimalik ühesel viisil ümber tõlgendada originaali karakteristikutena. Mõttelised mudelid on kujutlused originaalist, mis on loodud analoogia põhjal vahetult

meeliliselt tunnetatavate või varem tuntud objektidega. Kujutletava mudeli põhjal arendatakse matemaatiline või loogiline süsteem, mida interpreteeritakse originaali kirjeldusena (näiv. Bohri aatomimudel). Sümbolseks nimetame mudelit, mille elementidel on originaali elementidega ainult tähistuslik vastavus. Sellise mudeli seost tegelikkusega kajastavad ainult sümbolitega opereerimise eeskirjad.

3. Rääkides mudeli osast tunnetuses tuleb eristada mudeli gnoseoloogilist, psühholoogilist ja loogilist aspekti (jutt on mõttelistest mudelitest).

a) Gnoseoloogilisest aspektist mudel esineb kui analüütilis-süntheetilise tegevuse objekt ja produkt ja kui abstraktsioon. Peab tähendama, et mudeli moodustamise aluseks on eri liiki abstraktsioonitaoline protsess, mida nimetatakse idealisatsiooniks. Idealisatsioon seisab selles, et reaalsete objektide teatavad karakteristikud viiakse mõttes ekstreemaalse loogiliselt võimaliku väärtuseni. Kui abstraherimisprotsessi tulemuseks on üldised mõisted, siis idealiseerimisprotsessi tulemuseks on ideaalsed objektid (absoluutselt jäik keha, ideaalsed vedelikud ja gaasid, absoluutselt must keha jne.). Ideaalsed objektid esinevad kui enam või vähem näitlikud (НАГЛЯДНЫЕ, anschauliche) mudelid, millega toimetatakse mõttelisi eksperimente. Mõttelise eksperimendi üheks loogiliseks iseärasuseks on tõusmine abstraktselt konkreetsele.

b) Psühholoogilisest küljest on mõtteline mudel üldistatud kujutus, seejuures peaaegu alati nägemiskujutus. See on tingitud nägemismeele domineerivast osast inimese sensoorses organisatsioonis, mis muide avaldub ka paljudes üldkasutatavates väljendustes (inimesel on maailmavaade, asjad on selged, silmnähtavad, läbinähtavad, arusaamatut tuleb selgitada, järelduse tõesus on nähtav jne.). Psühholoogilisest küljest mudel esineb kui kaht signaalsüsteemi ühendav tunnetuselement, kui konkreetne meeleline kujund (образ). Eranditult kõigi mõistete (ka kõige abstraktsemate) määratlused taanduvad lõpuks (vahendavate mõistete

kaudu) sõnadele, mille tähendused on küll selged, kuid see tähendus ei ole defineerimise mõttes enam sõnades edasiantav. Oleme jõudnud üldistatud meelelise kujundini, mõistelise mõtlemise vundamendini.

c) Loogilisest aspektist mudel esineb kui analoogia-meetodi heuristiline rakendamine.

4. Mudeli üks olulisi karakteristikuid on tema näitlikkus. Näitlikuks nimetame tegelikkuse peegeldamist konkreetse meelelise kujundi vormis. Seejuures peab rõhutama, et inimese meelte andmete piiratus ei sea veel mingeid printsiipiaalseid piire näitlike mudelite rakendamisele meelele vahetult kättesaamatute nähtuste tunnetamisel, näiteks mikromaailma nähtuste uurimisel. Asi seisab selles, et meeleline ja loogiline inimtunnetuses pole kaks lahutatud komponenti, millest esimene on teisele ainult lähtepunktiks. Tunnetusprotsessi meeleline külg kogu aeg rikastub, kuna mõtlemise poolt avatav tegelikkuse sisu justkui pöörduv tagasi meelelisse sfääri. Seetõttu avaneb võimalus niisuguste tegelikkuse külgede meeleliseks skematiseerimiseks, mis varem olid selleks kättesaamatud. Isegi väga abstraktsete probleemide lahendamisel kasutame me väga sageli konkreetsete meeleliste elementide "toetust" mitmesuguste skeemide, diagrammide (näit. Feynmani graafikud välja kvantteoorias) jms. näol. Mõningatel andmetel on piltlikul ettekujutusel, "teadvuse seesmisel ekraanil", otsustav tähtsus nende inimeste mõtlemisprotsessis, kes on võimelised erakordse kiirusega peast arvutama (vt. ajakiri "Наука и жизнь", № 8, 1961, lk. 22-29).

Näitlikkuse probleem on üks kaasaegse füüsika keskseid metodoloogilisi probleeme. Ta kerkis üles seoses "mitteklassikalise" füüsika, relatiivusteooria ja kvantmehhaanika kujunemisega. Nimetatud probleemi ümber käib äge filosoofiline võitlus. Moodsale füüsikale omast mittenäitlikkust (НЕНАГЛЯДНОСТЬ) tõlgendavad kodanlikud filosoofid mitmel viisil. Agnostikute arvates tähendab mittenäitlikkus lõpp-

kokkuvõttes mittetunnetatavust. Subjektiivsete idealistide arvates tähendab relativistlike ja kvantnähtuste mittenäitlikkus nende subjektiivsust, objektiivsete idealistide järgi aga üleloomulikkust. Kõiki idealiste aga ühendab see, et nad tunnistavad nimetatud mittenäitlikkuse absoluutseks. Metafüüsikasse kalduvad materialistid, kes püüavad taaselustada kartesiaanlikku maailmapilti, arvavad, et need nähtused on täiesti näitlikult kujutatavad klassikalises mõttes. Küsimuse dialektilis-materialistlik lahendus seisab nähtavasti selles, et erinevus "näitliku" ja "mittenäitliku" vahel on suhteline ja relativistlikud ning kvantnähtused esinevad kui mittenäitlikud ainult inimese piiratud "geotsentrilise" kogemuse suhtes.

UUSI TEHNILISI MEETODEID JA VAHENDEID ASTROFÜÜSIKAS

U. V e i s m a n n

Astrofüüsika arengus on tähtsal kohal seisnud kasutatav instrumentarium. Paljudel juhtudel on viimane osutunud isegi määravaks: rea suuri avastusi astrofüüsikas võib otseselt siduda uute vaatlusriistade käikulaskmisega. Kaasaegses praktilises astrofüüsikas rakendatakse üha laiemalt füüsikalisi-tehnilisi meetodeid ja vahendeid; matemaatiseerumise kõrval võib seda lugeda üheks iseloomlikumaks arengujooneks tänapäeva täppisteaduste uurimismetoodikas. Teadusliku aparatuuri ja isegi kogu meetodika taandamine teisejärgulisse, abistavasse ossa, mis oli astronoomias mõnel määral seotud optilis-mehhaanikaliste vahendite aeglase arenguga, tõi tõsist kahju ja tekitas mahajäämuse uusima tehnika, eriti raadioelektroonika saavutuste juurutamisel. Teesi, sellest, et teadus areneb astmetena, mille suuruse määrab meetodika, leiame juba Pavlovil; praegu aga seisab tehnika maailmaruumi edasise uurimise juhtpositsioonidel.

Praktilise astrofüüsika klassikalisel tehnilisel baasil kuuluvad mitmesugust süsteemi teleskoobid koos lisaseadmetega (aksessuaaridega) ja fotoemulsioon koondatava kiirguse vastuvõtjana-registreerijana. Mõlemate tähtsust ja mõju senisele astrofüüsikale on raske ülehinnata, kuid siiski ei saa jätta märkimata nende suhteliselt aeglast arengut kaasaajal, kus kõikide teiste teadusharude instrumentaaltehniline baas tormiliselt täiustub. Teleskoopide võimsuse tõstmine nende läbimõõdu suurendamisega on jõudnud suurimate tehnoloogiliselt mõeldavate väärtusteni - ehitatakse riistu mitmemeterilise läbimõõduga peeglitega -, kuid Maa atmosfäärist pärinevad häired ei lase neid võimsusi realiseerida. Skeptitsism suurte teleskoopide ehitamise otstarbekohasuse suhtes on täiesti põhjendatud, sest enamiku oma töötamise

ajast ei ületa nad keskmiste vaatlusriistade taset. See pärast seisavadki tehniliste meetodite ja vahendite arendamise tulipunktis atmosfääriliste häirete vähendamisega seotud küsimused.

Fotograafilise registreerimistehnika arengudünaamika ei vasta samuti kaasajale. Fotoemulsiooni tundlikkus on küll dagerrotüüpiaga võrreldes tõusnud umbes miljon korda, kuid juba käesoleva sajandi algusest peale see tõus üha aeglustub ning jätkub evolutsioonilisena. Klassikalise fotoemulsiooni võimalused tundlikkuses on ammendatud - seda tunnistab ka väljapaistev nõukogude fotospetsialist K.V. Tšibissov. Kiirgusevastuvõtjate tundlikkuse tõstmisel asub fotokeemia asemele raadiofüüsikaline elektroonika, fotoplaati asendab fotokatood. Fotoefekti seaduspärasuste kohaselt löövad fotokatoodile langevad kiirguskvandid katoodist välja elektrone, mille hulga registreerimine kuulub juba peensusteni arenenud elektrimõõtmiste tehnikasse. Koos teiste raadioelektronika vahenditega moodustavad fotokatoodseadmed paljutöotava ja mitmekesiste võimalustega relva kaasaegse astrofüüsika arsenalis.

Fotoelektronkordistajais kasutatakse fotovoolu võimendamiseks sekundaaremissiooni: fotoelektronid kiirendatakse ja suunatakse uuele emitterile, millest nende mõjul väljub 2...4 korda rohkem elektrone kui sinna langes. Korrates seda kümnekonnal järjestikku paigutatud emitteril saame kokku miljonitesse ulatuva võimenduse. Astrofotomeetrias mõõdetavate valgusvoogude äärmise väiksuse tõttu jätkatakse fotovoolu võimendamist peale kordistajat veel elektronlampvõimenditega. Suuremate küündivuste saavutamiseks kogutakse mõnel juhul fotovoolu isegi kondensaatorisse ja mõõdetakse pikemate ajavahemike järel või loendatakse üksikute katoodist väljunud elektronide tekitatud vooluimpulsse. Viimasel meetodil fotometreeriti 5-meetrilise teleskoobi fookuses 23^m suurusega täht, kusjuures tähe valgusvoo mõjul väljus fotokatoodist ainult üks elektron sekundis, taevafooni

ja häirete tõttu aga 44 elektroni sekundis. Mõõtmiskestus ulatus tundidesse. •

Kuigi fotoelektrilise fotomeetria efektiivsus on üksikobjekti mõõtmisel fotograafiast võrratult suurem, muutub suhe vastupidiseks, kui arvestada, et fotoplaat salvestab korruga informatsiooni paljudelt objektidelt. Sellest ülesamiseks ehitatakse mitmekanalilisi elektrofoto meetreid; leidub andmeid isegi kuuneteistkümneme mõõtmiskanaliga riistadest.

Elektronoptilistes muundajates projekteeritakse valguslik kujutis fotokatoodile, millest väljunud elektrone mõjutatakse elektronoptiliste süsteemidega ja ehitatakse nendest luminestseerival ekraanil uus võimendatud kujutis. Viimast võib visuaalselt jälgida, fotografeerida või otseselt salvestada vastu ekraani surutud fotoemulsioonile. Seoses fotokatoodide suurema tundlikkusega ning kujutise elektronoptilise võimendamiseega vähenevad ekspositsiooniajad astronoomias tavaliselt kasutatavate tundide asemel mõne sekundini. Tõuseb vaatluste täpsus ja paraneb hinnaliste astrofüüsikaliste instrumentide kasutamine: endise mõne foto asemel saadakse ühe ööga sadu fotosid. Fotokatoodi ja fotoplaadi omaduste maksimaalseks ära kasutamiseks viis astronoom Lallemand spetsiaalse fotoplaadi otse muundaja sisse luminestseeriva ekraani asemele. Sellega välditakse valguse kaod ja kujutise hajumine ekraanilt plaadile ülekandel. Peale selle on elektrontundlikud plaadid tavalistest umbes sada korda peenema teraga ning väga tundlikud (kosmiliste kiirte ja loomuliku radioaktiivsuse mõjul tekib neil ööpäevas igale ruutsentimeetrile sadu peeni trekke).

Kujutise registreerimise fotoelektriliste seadmete hulgas on tehniliselt kõige komplitseeritum televisioonisüsteem, kus TV--saatetorule projekteeritud kujutis antakse kinnist televisioonitrakti mõõda edasi ühesse või mitmesse kontrollteleviisorisse. Lühikeste ekspositsiooniaegade tõttu vähenevad kõigi fotoelektriliste kiirgusevastuvõtjate kasutamisel atmosfääri ebahütlusest tingitud häired, kuid kõige suu-

remaid võimalusi avavad siin TV-meetodid. Pulkovo observatooriumis on näiteks loodud kahekanaliline televisiooniteleskoop, kus kahe teleskoobi fookustes erinevates spektriosades saadud kujutiste TV-signaale võrreldakse omavahel ning lastakse kontrollteleviisori ekraanile edasi vaid siis, kui nad langevad kokku. Sellisel juhul korvaldatakse saadavast lõppkujutisest kõik vead, mis tulenevad teleskoopidevahelisest läbipaistvuse muutumisest.

Fotoemulsiooni kui kiirgusevastuvõtja asendamist fotoelektriliste seadmetega (praegu kuulub fotoelektrilistele vaatlustele $\frac{1}{4}$... $\frac{1}{3}$ suurte teleskoopide vaatlusajast) ei tohi samastada fotoplaadi täieliku väljatõrjumisega astronoomias. Tänu oma panoraamsusele ja dokumentaalsusele kujutab fotoplaat endast suurepärasest vahendit informatsiooni salvestamisel ning selles osas ei suuda raadioelektronika menetlused praegu temaga võistelda. Ka parimate fotokatoodseadmete kujutised ei koosne veel sajast miljonist pildielemendist, nagu seda sisaldavad fotoplaadid, rääkimata informatsiooni mugavast talletamisest.

Elektronoptilisi muundajaid võib isegi kvalifitseerida kui fotograafilise meetodi uusi komponente. Fotoplaat kujutist salvestava elemendina säilitas oma positsiooni, temalt eraldati vaid kiirguse vastuvõtu funktsioon ning anti see tundlikumale fotokatoodile. Seega võib ka väita, et elektronoptiline muundaja on vaid uus komponent fotokaamera konstruktsioonis. Silmas pidades, et fotograafia eluea jooksul on fotoemulsiooni tundlikkus tõusnud miljon korda, kaamerale aga võlgname vaid umbesajakordse võidu tundlikkuses, tuleb kaamera edasist täiustumist lugeda loomulikuks.

Fotoelektrilised kiirgusevastuvõtjad tõid astronoomiasse elektrilised meetodid valgusvoo ja isegi kujutiste mõõtmisel ning registreerimisel. Praegu toimub juba juurdunud elektrilise mõõtetehnika ümberorienteerumine mõõtetehnika uusimate suundade kohaselt - mõõtmistulemuste numbrilisustamise ning arvutusmasinate sisenditele kohandamise suunas. Esimese kohaselt teisendatakse vaatlusobjektidelt saadud informat-

sioon arvkoodi võimalikult mõõtetrakti alguses ja jätkatakse sel kujul edasiandmist, millega praktiliselt välditakse edasised informatsioonikaod (täpsuse vähenemine). Teiseks on matematiseerumine jõudnud astmeni, kus informatsiooni salvestamisel ei kasutata enam üldarusaadavaid analoogvorme (fotod, graafikud), vaid lähtutakse esmajoones arvutusmasinatele kohasest koodist ja salvestusalusest (magnetefonilint, perfokaardid jms.). Mõõtetraktide täpsuslike omaduste hindamisel ja mõõtmismeetodite võrdlemisel toetutakse informatsiooniteooria põhitõdedele.

L. V õ h a n d u

Kommunistliku ühiskonna ülesehitamine on saanud nõukogude rahva vahetuks praktiliseks ülesandeks. Partei programm on selgelt näidatud, et kommunismi materiaalse tehnilise baasi loomisel on väga suur tähtsus loodusteaduste juhtivate harude saavutustel. Eriti tähtsate teadusharudena on programmis nimetatud järjekorras matemaatikat, füüsikat, keemiat ja bioloogiat.

Matemaatika esikohale seadmine tõstab muidugi matemaatikute enesetunnet, kuid on ka päris selge, et selline esiletõstmine ei toimunud juhuslikult. Kui lüüa lahti ükskõik milline aatomireaktoreid või kosmoselendude küsimusi käsitlev teos, siis näeme, et see lausa kubiseb matemaatilistest valemitest. Matemaatika on siin keeleks, mis aitab vastavate erialade teadlastel lühidalt formuleerida ja kirjeldada neid huvitavaid nähtusi. Peamine pole aga ilmselt mitte valemite endis, sest ilma sisuta ei tähendaks nad mitte midagi.

Mida annab siis matemaatika sisuliselt teistele loodusteadustele? Sellest arusaamiseks peame veidi tungima tunnetusteooria küsimustesse.

Igal meid ümbritseva maailma esemel või nähtusel on lõpmatu hulk omadusi ja külgi, millest inimene on võimeline tunnetama ja arvesse võtma ainult lõplikku hulka omadusi. Kaasaegse tehnika saavutused aitavad laiendada inimeste tunnetuslikke võimeid mitmesuguste aparaatide ja seadmete abil, kuid põhimõtteliselt see olukorda ei muuda. Kõigi lõpmatu hulga omadustega objektide korral tuleb meil objekti omaduste vaheliste seoste uurimiseks kasutada vaid lõplikku hulka näitajaid. Siin tekib muidugi kaks põhimõttelist küsimust. Esiteks, kas meie poolt vaadeldavaid objekti tunnused on peamised tunnused, mis annavad meile küllalt hea objekti iseloomustuse. Ja teiseks - kui ka oletada, et meil õnnestus

tõepoolest leida need objekti iseloomustavad näitajad, kuidas ammendada nendes näitajates peituvat informatsiooni võimalikult täielikult.

Nende küsimuste lahendamiseks annab võtme dialektiline materialism. V.I.Lenin näitas, et sellises olukorras on ainsaks vahendiks abstraktne mõtlemine. Ta ütles, et "mõtlemine, minnes konkreetselt abstraktsema poole, ei eemaldu tõest, vaid läheneb sellele (muidugi kui mõtlemine õige on). Kõik teaduslikud, see tähendab õiged, tõsised, mitte rumalad abstraktsioonid peegeldavad loodust sügavamalt, õigemalt, täielikumalt!"

Abstraktse mõtlemise üheks kõige vahedamaks relvaks on aga matemaatika, mis on oma loomuselt täiesti abstraktne teadus ja milles valitsevad oma sisemised, kindlad ning absoluutselt kontrollitud seaduspärasused. Kui nüüd silmas pidada, et leninliku tunnetusteoreetilise põhiskeemi kohaselt läheb tunnetus alati konkreetselt üle abstraktsele mõtlemisele ja sellelt kontrollimiseks tagasi praktikasse, siis on ka selge matemaatika osa teistes teadustes.

Tüüpilise näitena matemaatika rakendamisest võime tuua füüsikas juba kaua aega kasutatava tee. Füüsikaliste nähtuste uurimiseks loovad füüsikud nende nähtuste matemaatilised mudelid, uurivad neid matemaatiliste meetodite abil ja kontrollivad saadud tulemuste kehtivust praktika abil. Kui tulemuste kooskõla praktikaga ei ole küllalt hea, siis ei süüdistata matemaatikat väärade tulemuste andmises, vaid otsitakse võimalusi uute täiuslikumate mudelite loomiseks ja nende analüüsiks. Mittepiisavate tulemuste saamine on tingitud alati vaid mudeli ebatäiuslikkusest. Seejuures peab rõhutama, et uurimise käigus on kogu aeg esiplaanil probleemi füüsikaline olemus. Matemaatika on tulemuste saamisel ainult tööriistaks.

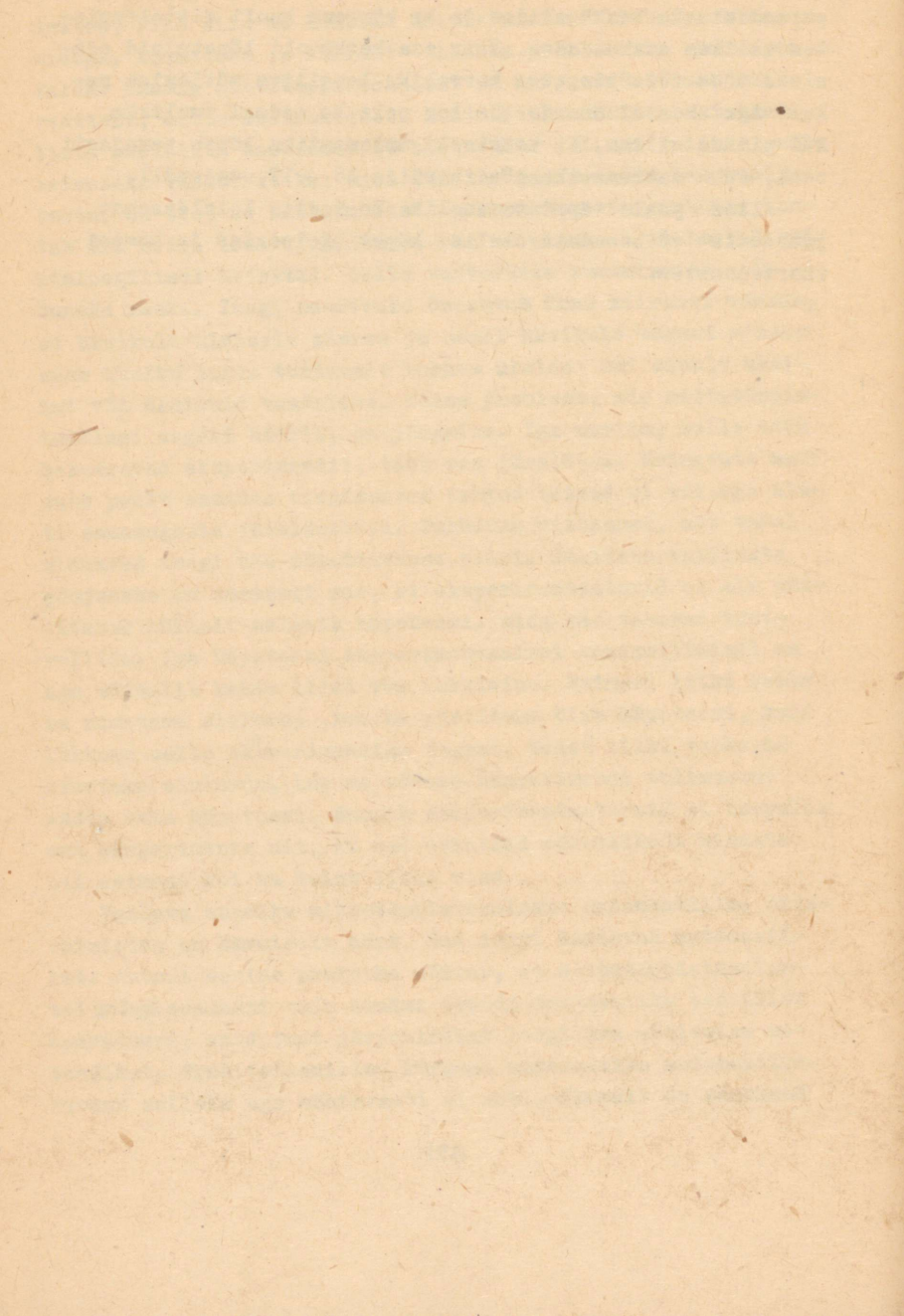
Matemaatika aitab tublisti kaasa tunnetuse keskses staadiumis - abstraktse mõtlemise osas. Ta on inglise matemaatiku Bell'i ilmeka ütluse kohaselt korraga kõigi teiste teaduste teenriks ja kuningannaks.

Kui rääkida matemaatika rakendamisest mittetäppisteadustes, siis siin me kohtume hoopis uuelaadiliste probleemidega. Esimeseks ja küllalt tõsiseks probleemiks on see, et valdav enamik mittetäppisteadlasi on harjunud mõtlema konkreetselt, mitte abstraktselt. Kui näiteks rääkida matemaatiliste meetodite kasutamisest bioloogias või meditsiinis, siis esimeseks vastuväiteks, mida tuuakse matemaatika kasutamise vastu, on see, et matemaatika oma abstraherimistuhinas kaotab ära selle individuaalsuse, mis on olemas igal haigel või bioloogilisel objektil. Selle vastuväite kummutamine pole õnneks raske. Isegi meedikuid õnnestub üsna kiiresti veenda, et üksikult üldisele minnes ja sealt üksikule tagasi minnes saab üksiku kohta tunduvalt rohkem ütelda kui ainult üksikut või üksikuid vaadeldes. Teine probleem, mis mittetäppisteadlasi sageli häirib, on järgmine. Iga uurija, kelle tööd baseeruvad eksperimendil, teeb rea järeldusi. Erinevate uurijate poolt samades tingimustes tehtud katsed ei vii aga alati samasuguste järeldusteni. Puhkevad vaidlused, mis vahel ulatuvad isegi üle mõistlikkuse piiri. Taoliste vaidluste põhjuseks on enamasti see, et eksperimentaatorid ei ole püstitanud küllalt selgelt hüpoteesi, mida nad tahavad kontrollida. Iga hüpoteesi eksperimentaalsel kontrollimisel on aga võimalik kahte liiki vea tekkimine. Esimest liiki veaks me nimetame olukorda, kus me püstitame õige hüpoteesi, kuid lükkame selle eksperimendiga tagasi. Teist liiki veaks me nimetame olukorda, kus me võtame eksperimendi tulemusena vastu vale hüpoteesi. Enamik eksperimentaatoreid ei korralda oma eksperimente nii, et nad oskaksid mõistlikult hinnata nii esimest kui ka teist liiki vigu.

Valdava enamiku mittetäppisteadlaste matemaatiline ettevalmistus on härmiselt nõrk. Nad isegi kardavad matemaikat. Autori senine praktika näitab, et mittetäppisteadlastel polegi enamasti vaja tunda õppida matemaatika tehnilist aparatuuri, vaid just järjekindlat loogilise mõtlemise meetodikat. Traditsiooniline kõrgema matemaatika matemaatika-kursus selleks aga nähtavasti ei sobi. Ilmselt on saabunud

aeg otsustamiseks, mida ette võtta matemaatika õpetamise parandamiseks keskkoolides ja ka kõrgema kooli mittetäppisteaduslikes osakondades. Suur osa keskkooli õpetajaid edasises töös või õpingutes korraliku loogilise mõtlemise oskust igatahes ei omanda. Selles pole ka midagi imelikku, kui pidada silmas, et keskkooli matemaatika lõpeb parajasti seal, kuhu matemaatika jõudis välja 16.- 17. sajandil.

Alles peale täppisteaduslike meetodite laialdasemat juurdumist võib oodata olulist hüpet bioloogias ja humanitaarteadustes.



S i s u k o r d

lk.

A. E m m o.	Ülevaade ENSV Haridusministeeriumi juures töötava füüsika ja astronoomia komisjoni tööst ja füüsika õpetamise suundadest . . .	3
J. G a b o v i t š.	Tetraeedri ruumala valemitest . . .	7
R. H a l l i m ä e.	Tartu II Keskkooli õppeobservatooriumi tööst	9
J. H e n d r e.	Elektronostsilloskoobi kasutamisest keskkoolis	16
V. H i ž n j a k o v, A. P u r g a, K. R e b a n e, O. S i l d.	Mössbaueri efekt	19
M. J a a g u s.	Füüsika õpetamise seostamisest tootmisõpetusega	23
G. K a n g r o.	Funktsiooni mõiste üldistamisest kaasajal	27
A. K a s k n e e m.	Lightsaid vahendeid analoogarvutite töötamispõhimõtte demonstreerimiseks koolis	33
A. K o p p e l.	Füüsika koolikursuse kaasaegsusest ja huvi kasvatamisest täppisteaduste vastu	36
A. K o r j u s.	Matemaatilisest lingvistikast	41
I. K u l l.	Ülevaade TRÜ arvutuskeskuse tööst planeerimise matemaatiliste meetodite alal.	46
H. K ä ä m b r e.	Valguse võimendajad ja generaatorid	48
A. L a i s a a r.	Luminescentsinähjustest ja nende demonstreerimisest koolis	55
A. M i t t.	Ateistliku kasvatustöö vajalikkusest keskkoolis	60
R. M u l l a r i.	Matemaatiliste meetodite kasutamisest tehaste juhtimisel ja planeerimisel	64
V. P a j u.	Füüsika õpetamise olukorrast vabariigi koolides	68

I. P e t e r s e n.	Ülevaade ENSV TA Küberneetika Instituudi arvutuskeskuse töö suunda- dest	72
O. P r i n i t s.	Haridusministeeriumi matemaatika- komisjoni tööst ja matemaatika õpetam- ise edasistest perspektiividest . . .	74
J. R e i m a n d.	Matemaatika õpetamine Vana-Egiptuses ja tänapäeva koolimatemaatika harjutus- ülesanded	79
J. R e i n e t.	Aerosoolide ja elektroaerosoolide kasutamisest meditsiinis, tööstuses ja põllumajanduses	84
J. R e i n e t, P. P r ü l l e r, O. S a k s.	Õhuionisatsiooni ja elektroaerosoolide alastest uurimistöödest Tartu Riiklikus Ülikoolis	89
O. R ü n k.	Jooniste kasutamisest stereomeetria õpetamisel	97
K. S c h u l t s.	Rahvusvaheline mõõtühikute süs- teem (SI)	100
L. V a l t.	Mudelite osa tunnetuses ja näitlik- kuse probleem	105
U. V e i s m a n n.	Uusi tehnilisi meetodeid ja vahendeid astrofüüsikas	109
L. V õ h a n d u.	Matemaatika rakendamisest mitte- täppisteadustes	114

Hind 23 kop.

A-22596

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00380730 4