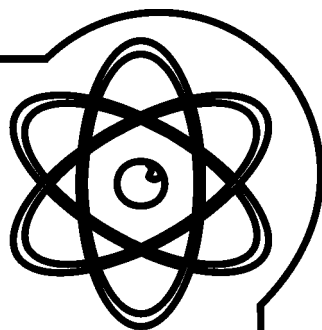
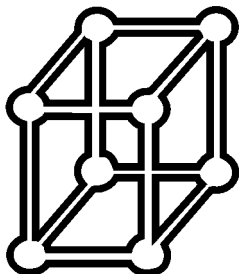


EESTI FÜÜSIKA SELTS



**EESTI
FÜÜSIKA SELTSI
AASTARAAMAT
2006**

XVII
aastakäik



TARTU 2007

Toimetajad: Anna Aret, Piret Kuusk ja Helle Kaasik
Tehniline toimetaja: Tiia Ilus
Kaanekujundus: Uku Lõhmus

Autoriõigus Eesti Füüsika Selts 2007

ISSN 1406-0574

2006. aastal tuli nii Tallinna kui Tartu Ülikoolis päevakorda rektori valimine. 13. veebruaril valiti Tallinna Ülikooli rektoriks TLÜ kultuuriteooria ja Aasia kultuuriloo professor Rein Raud. Tema ametiaeg algas 15. mail ja kestab viis aastat. 29. septembril esitas Tartu Ülikooli rektor Jaak Aaviksoo TÜ nõukogule avalduse rektoriametist ennetähtaegse tagasiastumise kohta, mis ka rahuldati, ja oktoobris kuulutati välja uue rektori valimised 18. jaanuaril 2007. Praeguseks on teada, et rektorit valida ei õnnestunud ja rektori kohusetäitjaks 5. veebruarist kuni 30. juunini 2007 nimetati TÜ praktilise usuteaduse professor Tõnu Lehtsaar.

Täppisteadlastele oli lõppev aasta kurb. Manalateele lahkusid Jaak Lõhmus, Andres Stolovitš, Hillar Koppel ja Küllike Realo TÜ Füüsika Instituudist, Ira Saar, Mihkel Jõeveer, Herbert Niilisk ja Hugo Raudsaar Tartu Observatooriumist, Enn Kundla Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudist. Neist kahe esimese elu ja kirjatöid meenutatakse aastaraamatu avaartiklites.

21. ja 22. märtsil 2006 Tartus toimunud Eesti XXXVI füüsikapäevadel ettekantust avaldame EFSi aastapremia laureaadi Enn Saare artikli „Universumi suuremastaabiline struktuur“. Eesti XXXVII füüsikapäevad toimuvad kahes osas: 15.–17. märtsini 2007 Tallinnas Viru konverentsikeskuses koos Soome Füüsika Seltsi 41. aastakonverentsiga ning 20.–21. märtsini 2007 Tartus koos Eesti XXIX füüsikaõpetajate päevadega. Aastaraamatus on avaldatud Tartu päevade kava ning ettekannete lühitutvustused. Aastaraamatu lõpetavad Eesti Füüsika Seltsi rubriik ja 2006. aasta füüsikakroonika.

Piret Kuusk, toimetaja

SISUKORD

Leonid Stolovitš	
Poeg (tõlk. Malle Salupere)	5
Elmar Vesman, Eugen Paal	
Jaak Lõhmus	19
Elmar Vesman	
Jaak Lõhmuse bibliograafia	21
FÜÜSIKAPÄEVAD 2006	33
Kava	34
Enn Saar	
Universumi suuremastaabiline struktuur	37
FÜÜSIKAPÄEVAD 2007	63
Kava	64
Ettekannete sisukokkuvõtted	66
EESTI FÜÜSIKA SELTS 2006	71
EFS preemiad	72
EFS auliikme tunnistus	73
EFS aukirjad	73
EFS üliõpilaste stendipreemia	74
EFS õpilaspreamia	74
Tänukiri	74
EFS juhatuse tegevusaruanne	75
EFS laiendatud juhatus	78
EFS uued liikmed	79
EFS noorfüüsikute IV suvekool	80
EFS täppisteaduste sügiskool 2006	81
EFS füüsikaõpetajate III suvekool	82
FÜÜSIKAKROONIKA 2006	83
Töökorraldus	84
Väitekirjade kaitsmine	85
Õppetöö	90
Teadusüritused Eestis	95
Teadustöö	99
Raamatud ja kogumikud	110
In memoriam	111
Füüsikahariduslik tegevus	119
SUMMARY	127



POEG

Leonid Stolovitš

Essee

See saatus osaks langenud on mulle:
nüüd, seitsekümmend seitse aastat täis,
taas elan läbi poja lapsepõlve,
ta enam maistel radadel ei käi.

Такая вот мне выпала судьбина:
Теперь уже мне семьдесят семь лет,
А я опять впадаю в детство сына,
Которого уже на свете нет.

Minu pikas elus on olnud küllaga kurbi sündmusi. Leningradi blokaadi ajal 1941–1942 kohtusin surmaga enam kui kord näost näkku. Mina, 12-aastane nooruk, ja minu isa ei suutnud nälja tõttu enam käia ja heitsime pikali, et mitte iial enam tõusta. Meid päästis vaid ime, mis ilmutas end meditsiiniteenistuse alampolkovniku Georgi Mihhailovitš Alijevi isikus, kes võttis mu enda juurde rindehospidali (vanematele jäi minu „lapse toidukaart“). Aga kõige kohutavam on näha omaenese poega kirstus. Mitte ilmaasjata ei pannud piibli JumalAabrami truudust proovile kõige julmema katsega, käskides ohverdada omaenda poja. Evangeeliumi järgi tõi aga Jumal

Vene keelest tõlkinud Malle Salupere

ise kõige rängema ohvri, saates oma poja piinarikkasse surma inimsoo pattude lunastuseks. Kuid Jumal suutis viimasel hetkel Aabrami käe noaga tema pojast Iisakust kõrvale juhtida ning oma poja Jeesuse äratas Ta ellu. Lihtsurelik pole selleks suuteline.

Vähihaigus hiilis vargsi mu pojale ligi kaks-kolm aastat tagasi ja tuli ilmsiks liiga hilja. 11. mail tehti talle keerukas operatsioon, lõigati välja haiguskolle käärsooles, kuid metastaasid olid levinud maksa. Enne operatsiooni ei leidnud ma endale asu. Öösel vormusid luuleread:

Poeg, kallis, ma ei tea võimalusi,
mis avanevad homme meie ees.
Me pole seda kogend varem.
Teadmatus paiskab meid
kord lootusetust lootuseni,
siis lootusest taas lootusetuseni.

Сынок, не ведаю возможности,
Какие будут завтра в час.
Такого не бывало прежде.
Неведение швыряет нас
От безнадёжности к надежде.
И от надежды к безнадёжности.

Aga pärast operatsiooni, kui selgus, et ainus pääsimine oleks ime, kordasin loitsu:

Pojake, ära lahku enne mind!

14. juulil ta siiski lahkus. Enne seda nägin teda haiglavoodis magavana ning silitasin ta sooja õlga.

Miks ometi?! Andres (Andi, nagu teda hüüti kodus, Andik, nagu teda kutsus Leningradi vanaema Liza) oli, nagu talle endale ja kõigile ümberringi tundus, täiesti terve. Lahkudes oli ta 47-aastane (11. augustil oleks saanud 48). Ta elas ülikarsket elu, ei tõstnud iial pitsi ega suitsetanud ainsatki sigaretti. Niisugused olid tema põhimõtted.

Matused olid 19. juulil. Järgmisel päeval kirjutasin oma päevikusse:

Eile saatsime Andi viimsele teekonnale. See trafaretne ütlus on väga täpne. Teekond oli tõepoolest viimne: saalist, kus toimus ära-saatmine, kuni krematooriumiahjuni. Ta lamas kirstus kauni, tõmmu

ja mustakulmulisena. Ma ei suutnud end tagasi hoida ... Andresest rääkisid füüsik Henn Käämbre ja tema lemmikõpetaja akadeemik Georg Liidja. Kohal oli umbes kuuskümmend inimest, nende seas viis Eesti akadeemikut. Pärast peeti peied uues väikeses restoranis meie kodu lähedal. Andresest räägiti nagu tõelisest teadlasest. Ka mina võtsin sõna. Jutustasin tema lapsepõlvest ja avaldasin soovi, et tema lapsed Käbi ja Oskar saaksid oma isa väärilisteks. Väikese Oskari viis Anu – Andi leseks jäänud abikaasa – matuste ajaks oma sõbranna juurde. Käbi, kes ülehommene saab 17-aastaseks ja oli kõik need päevad kodus nutnud, suutis end hästi kokku võtta. Anu ütles nelja ja poole aastasele Oskarile, et issi ei tule enam kunagi koju. Poiss hakkas nutma, aga siis ütles: „Mina hakkan nüüd sinu ja Käbi issiks.“

Sõbrad ja tuttavad, kellele olin elektronposti teel teatanud poja lahkumisest, hakkasid saatma kaastundeavaldusi, mille juhtmotiiv oli mõte: see on loomuvastane, kui lapsed lahkuvad enne vanemaid. Helistas Maria Vassiljevna Rozanova, Andrei Sinjavski lesk. Ta leidis väga kaastundlikke sõnu. Eesti autoriteetseimas ajalehes Postimees ilmus teade Andrese surma kohta ja üle kümne kaastundeavalduse kolleegidelt, Andrese ja minu perekonnasõpradelt. 22. juulil avaldati samas nekroloog. Siin on selle tekst.

ANDRES STOLOVITŠ
11.08.1958 –14.07.2006

Füüsika Instituudi peret on tabanud korvamatu kaotus: raske haigus viis meie keskelt parimas loomeeas teadusemehe, vanemteadur Andres Stolovitši. Andres Stolovitš põlvnes Tartu Ülikooli õppejõu perekonnast, tema isa on maailmas laialt tuntud filosoof-esteetik Leonid Stolovitš, ema muusikakooli õpetaja. Siirdunud 1980. a pärast ülikooli lõpetamist tööle Füüsika Instituuti, kujunes siin noormehest peagi mitmekülgne teadlane, ühtaegu nii virtuoosne eksperimentaator kui ka sügava intuitsiooniga teoreetik. Ta suutis ise valmistada ainulaadsed katseobjektid, konstrueerida vajalikud katseadmed, sooritada peened eksperimendid ja anda tulemustele tõlgenduse. Tihe koostöö oli tal ka siinsete füüsikateoreetikutega.

Tublisti laienes tema uurimisvaldkond, töötades välismaal:

Harkovis, Saksamaal Osnabrückis, eriti aga paariaastasel küla-
listeaduriperioodil Max Plancki Füüsikainstituudis Münche-
nis ja Stuttgartis. Seal aitas ta muu hulgas täiustada astro-
füüsikutele nii vajalikke madalatemperatuurseid tajureid kos-
mosesügavustes toimuvasse süüvimiseks.

Tema põhiline uurimisvaldkond oli tänapäeva tehnikas
aktuaalsed kilesüsteemid, nende elektri- ja magnetomadused.
Katseobjektid jahutati veeldatud heeliumi abil väga mada-
late temperatuurideni, mõni kümnendikkraad üle absoluut-
nulli. Selleks vajalike unikaalsete seadmete loomisel ja raken-
damisel oli Andres Stolovitš eriti osav. Alati abivalmilt aitas
ta ka teisi oma katsetehnikaga. Tema tabav sõna ning originaal-
sed mõttekäigud pälvisid kolleegide imetluse.

Lahkunu oli ainulaadne teadlane, teist nii mitmekülgset,
taibukat ning katseosavat annab otsida. Kodus oli ta hea pere-
konnaisa, ikka leidis pärast pingelist uurimispäeva aega tegelda
lastega.

Meie mälestustesse jääb ta rõõmsameelse, naeratava ja ela-
vana.

TARTU ÜLIKOOLI FÜÜSIKA INSTITUUT

Tunnistan, ma ei osanud ette kujutada, et mu poeg oli oma kollee-
gide ning füüsikateaduse jaoks nii oluline. Tõsi, juba paljude aastate
eest sain ma poja teadustöö tõsidusest aimu ühe juhtfüüsiku,
akadeemik Tšeslav Luštšiku kaudu. Pojast rääkis mulle ühel rek-
tori vastuvõtul ka füüsik akadeemik Peeter Saari, füüsikainstituudi
tollane direktor: „Andres on oma põlvkonna kõige andekam füüsik.“

Igal aastal töötas ta kolm kuud Stuttgartis Max Plancki Insti-
tuudis. Piletid olid juba tellitud ka tänavuseks aastaks ... Haigus nii-
tis ta maha nagu lendutõusva linnu. Kui ta oli onkoloogiakliinikus
kemoterapias, mis osutus kasutuks kui mitte lausa kahjulikuks,
peeti lirmaal füüsikute konverents, kus ta pidi pidama ettekande
oma uuringute olulistest tulemustest. Mõni kuu varem oli ta mulle
õhinal rääkinud, et tal õnnestus, kuigi vaevaga, saada Eesti Teadus-
fondi grant neljaks aastaks. Pärast Andrese surma see grant suleti:
keegi ei olnud võimeline seda täitma.

Ma küsisin füüsika-matemaatikadoktorilt Aleksei Šermanilt,
kellega koos ta oma teadustöid kirjutas, et mille kallal Andres viima-

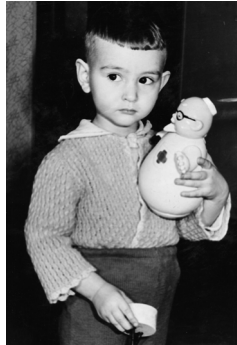
sel ajal töötas, mida avastas, ehkki ei suutnud seda enam vormistada. Mu poja kolleeg vastas nii: „Andres uuris kvaasiühemõõtmeliste kristallide Ti_5Te_4 ja teiste analoogilise kristallilise struktuuriga ühendite elektritakistust. Need kristallid muutuvad ülijuhtideks allpool teatud madalat temperatuuri. Andrese eksperimendis õnnestus näidata, et nende kristallide takistuse sõltuvus temperatuurist sisaldab anomaaliat: tavalise monotoonse takistuse vähenemise või kasvu asemel enne selle hüppelist kadumist ülijuhtivuse seisundis täheldati küllalt järsku takistuse langust, millele järgnes üleminek ülijuhtivusele. Arutades Andresega seda tulemust, oletasime, et nimetatud anomaalia on seotud kristalli efektiivse mõõtmelise muutumisega – üleminekuga kvaasiühemõõtmelisest kolmemõõtmelisele juhtivusele, mil ülijuhtivate fluktuatsioonide korrelatsioonipikkus muutub võrreldavaks kvaasiühemõõtmelist kristalli moodustavate kiudude pikkusega. Sealjuures muutuvad ülijuhtivate fluktuatsioonide parandused takistusele, mis põhjustabki selle vähenemise.

Kirjeldataud, kahjuks küll lõpetamata jäänud töö oli vaid üksainus Andrese tehtud eksperimentide seerias madalamõõtmeliste kristallide transportkarakteristikute iseärasuste tundmaõppimiseks. Saadud hiilgavad tulemused iseloomustavad teda kui andekat, kõrge kvalifikatsiooniga teadlast, kellele teaduslik uurimistöö oli tõeline kutsumus.“

Üldiselt aga Andres ei armastanud rääkida oma tööst, arvates ilmselt õigustatult, et ega ma sellest suuremat ei jaga. Tõepoolest – mida võisin mina, läbi-lõhki humanitaar, taibata kas või tema füüsikamatemaatikateaduste kandidaadikraadi taotlemiseks tahke keha füüsika erialal esitatud väitekirja pealkirjast: „*Спин-решеточная релаксация V_k -центров при очень низких температурах*“? Ta koguni keelas mul tulla 1988. aastal kaitsmisele. Tema töö, seega ka elu – töö oli tema elu mõte – oli mulle tema viimase 20 eluaasta jooksul tabamatu. Enne seda, alates tema sünnist 11. augustil 1958, olime temaga üsna lähedased.

Ma pole müstikasse kalduva hingelaadiga, kuid üks sündmus ei anna mulle rahu. 4. märtsil 2005 (kuupäeva täpsustasin skaneeritud fotofaali järgi) leidsin oma arhiivi korrastades kolme ja poole aastase Andiku foto, kus ta surub enda vastu tselluloidist „doktor Aiboliti“.

Suurendasin selle foto ja printisin ning panin raamaturiulil klaasi alla, võttes seal varem olnud pildid ära. Ma ei oska seleda, miks ma seda tegin. Vahest seetõttu, et see oli mälestus tollest



küllalt õnnelikust perioodist, mil Andres kuulus veel päriselt mulle. Aga eelmise aasta märtsis oli ta juba hirmsa haiguse küüsis. (Fotol, mis pärineb 21. oktoobrist 2004, tundub ta kergelt täidlasena, mis polnud talle üldse omane. Hiljem sain teada, et niisugune täidlus avaldub siis, kui algavad metastaasid). Küllap ma mingil moel tunnetasin lähenevat õnnetust. Seejärel oli mul mitu päeva põhjuseta depressioon, mis pole mulle kaugeltki omane.

Kui aga tuli ilmsiks tema haigus, süüvisin ma pikaks ajaks ja korduvalt tema lapsepõlve.

Andrese geneetiline päritolu oli mitmekülgne. Parafraseerides tuntud ütlust, võiks öelda, et tema ema oli eestlanna, aga isa filosoof. Ka eesti juurtega polnud kõik üheselt selge. Tema ema ei sarnane tavalise eestlasega, kuna esivanemate seas oli hispaanlasi. Andrese vanaema perekond pärines Hiiumaalt. Seal pidavat olema isegi Isabella-nimeline küla. Pärimuse järgi olevat kunagi saarele asunud hispaania piraadid. Teise versiooni järgi olevat kohalik parun püstitanud võltsmajaka, et meelitada laevu karidele ja siis paljaks röövida. Sellest räägib ka Gustav Ernesaksa ooper „Tormide rand“. Kuidas sellega lood ka polnud, aga kõik vanaema õed-vennad olid tõmmud ja tumedajuukselised. Järgmisest põlvkonnast säilitas „hispaania välimuse“ ainsana Andrese ema Imma-Mare. Need jooned on pärinud ka Andres, erinevalt oma õest Innast. Tema emapoolne vanaisa Hermann Johansson oli sada protsenti eestlane. Ta pärines Mulgimaalt, kus elab etniliste eestlaste tuumik. Andile avaldas lapsepõlves suurt mõju ema võõrasisa, saarlane Karl Rand, kes oli lõbus, heasüdamlik ja kuldsete kätega tehnikamees.

Minu poolt oli Andres kantonisti järeltulija, kes pärast 25-aastast sõjaväeteenistust sai õiguse elada Peterburis. See oli minu vaarisa,

kes on 1900. aastal maetud Juudi (Preobraženski) kalmistule. Andrese vanaisa ehk minu isa Naum Borissi pojast sai insener juba pärast minu sündi. Tema elutee lõppes, kui pojapoeg oli kolme ja poole aastane. Andik mäletas teda hästi. Haiguse ajal kõhnudes hakkas ta väga sarnanema vanaisa Naumiga. Sarnanes ta temaga ka tehniliste huvide ja koguni iseloomu poolest, mis oli paindumatu, kuid õiglane. Andiku vanaema Jelizaveta Lazari t. pärines Ukrainast ja oli lapselapsesse meeletult kiindunud. Ta jättis maha koduse Leningradi, et olla tema kõrval meie perekondlike ebakõlade ajal. Mu perekond oli, nagu praegu öeldakse, „venekeelne“.

Andi ja tema õde Inna olid kakskeelsed, sest ema rääkis nendega eesti keeles, isa vene keeles. Algul läks Andi eesti kooli ja õppis seal poolteist aastat. Ta kurtis, et seal narriti teda kui „venelast“. Oma sõnutsi õigustas ta end nii: „Ema on mul eestlane, aga isa ühest teisest rahvusest. Ma ei mäleta, missugusest.“ Hiljem läks ta üle vene kooli ja pärast selle lõpetamist astus Tartu Ülikooli füüsikateaduskonda. Seal õppis ta vene grupis, kuid polnud ka eestlaste hulgas võõras. Tema naine Anu pole mitte ainult eestlane, vaid koguni eesti filoloog. Ükskord küsisin pojalt, kui ta oli veel laps: „Mis keeles sa mõtled?“ Ta vastas: „Oleneb millest. Kui see on seotud sinu või vanaemaga, siis vene keeles. Kui aga emaga, siis eesti keeles.“ Õega rääkis ta ainult eesti keeles.

Andres luges palju vene keeles. Kümneköitelisele Dostojevskile järgnesid kaheksa paksu köidet Anatole France'i teoseid jne. Oma lemmikut Franz Kafkat luges ta nii eesti (eesti keeles avaldati Kafka varem kui vene keeles) kui ka vene keeles. Ülikoolis tegeles ta innukalt inglise keelega. Luges Joyce'i „Ulyssesest“ inglise keeles. Kui hakkas käima tööl Saksamaal, kus esialgu suhtles inglise keeles, õppis ära ka saksa keele. Ta pidas ennast eestlaseks, kuigi ei hābenenud oma isapoolset sugupuud.

Ta oli umbes kolmeaastane või isegi noorem. Me istusime söögilauas. Laual seisis Leningradi vanaema kingitud kruus Vaskratsaniku pildiga. Talle öeldi, et hobusel on Peeter Esimene. Ja siis, vaadates seda kruusi, ütles ta eesti keeles: „Mina ei ole Peeter Esimene. Mina ei ole Peeter Esimene. Mina olen mina.“ On üllatav, et formuleering „Mina olen Mina“ on suure saksa filosoofi Fichte „Teadusõpetuse“ esimese põhiteesi alus: „Mina“ eeldab algselt iseenda olemasolu.“ Kui ma rääkisin üliõpilastele Fichte filosoofiast, meenutasin oma kolmeaastase poja esimest filosoofilist tõdemust. Asi ei

seisa muidugi selles, nagu olnuks ta filosoofiliselt eriti andekas. Lihtsalt mul õnnestus tabada Andik eneseteadvustamise hetkel, mil iga laps muutub kongeniaalseks Fichteks.

1961. aasta aprillis, mil ta polnud veel kolmeaastane, ilmnes eneseteadvustamine niisugusel kujul. Ta püüdis naljatada:

„See pole issi – see on onu! Ha-ha-haa!“

„See pole emme – see on tädi! Ha-ha-haa!“

Ma katsusin naljatada samas vaimus:

„See pole Andi, vaid Saša!“

Vastuseks – ilma naljata, tõsiselt ja kurjalt:

„Ei! Andrei!“

Võib heita nalja mille üle tahes, kuid mitte oma identiteedi üle.

9. oktoobril 1961 sai tehtud veel üks avastus: „Andi Stolovitš ja papa Stolovitš.“

Andres polnud imelaps, kuid oli algusest peale väga tõsine ja teadmishimuline laps. 1962. aastast peale elasime Tartus Riia mäel, tolaeagse põllumajandusakadeemia vastas, mis paistis meie aknast koos selle ees seisva Lenini monumendiga. 22. aprillil 1962, Lenini sünniaastapäeval, rivistusid selle juures pioneerid.

„Miks nad siin seisavad?“ küsis Andi.

Vastasin, et täna on Lenini sünnipäev.

Järgnes kohe reageering: „Aga kus on tema tort?“

Nagu kõik lapsed kolmest neljanda eluaastani, astus ka tema „mikside“ perioodi. S. Maršak on ühes lüürilises epigrammis kirjutanud:

Ta tüütas suuri oma miksidega.

Sai nimeks väike filosoof.

Kui kasvas suuremaks, siis talle
said osaks ainult vastused.

Ja sellest ajast enam
miks? ta ei hakanudki küsima.

1962. aasta veebruaris kirjutasin üles niisuguse dialoogi:

„Mispälast jänku ei hüppa?“ (Jutt oli liikuvast mänguastast.)

„Sellepärast, et põrand on libe.“

„Mispälast põland on libe?“

„Sellepärast, et tädi värvis selle üle.“

„Mispälast tädi seda välvis?“

„Talle meeldis niimoodi.“

„Mispälast?“

„Sellepärast.“

„Mispälast sellepälast?“

Järgmisel päeval vastas ta minu küsimusele „Miks sa veel ei maga?“ – „Sellepälast.“

Juunis 1963 olen kirjutanud: On vihane, kui ma nimetan teda „Miksikeseks“. Küsin: „Kuidas nimetatakse poissi, kes aina pärib: „Miks? Mispärast?“ Andi vastus: „Poiss, kes tahab kõike teada. Vot!“

Ilmselt neil aastail kujunes tema maailmavaade. Ülestähendus 19. novembrist 1962: Televisoris näidatakse filmi Sevastopoliist. Küsimus:

„Issi, mis asi on sõda? Miks on sõda?!“

2. detsembril 1962 ta küsib:

„Issi. Kus me olime, kui Tartus oli sõda?“

„Issi ja emme olid väikesed, aga sind ei olnud.“

„Kus mina olin?“

„Sind ei olnud. Mäletad, Innakest ka ei olnud.“

„A-a-a! Ma olin seal, kus Innake!“

5. detsembri 1962 sissekande järgi otsustasin ma teda „kunstiliselt“ noomida lелude laokilejätmise pärast: „Sinu mänguasjad põgenesid ära nagu Fedora asjad. [K. Tšukovski luuletuse „Fedora mure“ personaaž.] Säh, võta! Ma leidsin nad ülikooli juurest.“ Andik: „Pole tõsi!“ Toriseb hoidjale: „Nii suur mees, käib ülikoolis ja luiskab. Teda õpetatakse ülikoolis valetama.“

8. veebruaril 1963 olen kirjutanud üles tema sõnad: „See on tore, on hea, et issi ja emme ei ole surnud ja et mina ka olen elus!“

Isikliku kogemuse põhjal veendusin suurepärase pedagoogi Simon Lvovitš Soloveitšiku valemi kehtivuses: tuli, mis paistab isa kabineti ukse alt, kasvatab rohkem kui kõik maailma õpetuskõned. Aga kabinet ise oli alati avatud nii Andi kui Inna jaoks. Sisenedes esitasid nad alati paroolküsimuse: „Issi, kas sind tohib segada?“ „Segada“ tohtis alati. Lastel vedas selles mõttes, et kogu minu sõprade ja kolleegide ringkond oli neile sünnist peale tuttav. See oli aga väga huvitav seltskond. Maailmakuulsaks teadlaseks saanud Lotman oli nende jaoks „onu Jura“. Juri Mihhailovitš ise aga küsis minuga kohtudes alati: „Kuidas käib noore Andrese käsi?“ „Onu Juraks“ kutsuti ka tuntud esteetikut Juri Borissovitsš Borevit. Tema poeg Volodja kuulutas, kui sai seitsmeaastaselt teada, et onu Ljonjal sündis poeg: „Ma hakkab teda alati võitma!“

Ükskord tупpa astudes sattusin peale Andrese ja tuntud filosoofi, sotsioloogi ja psühholoogi (muu hulgas lastepsühholoogia spetsialisti) Igor Semjonovitš Koni vaidlusele teemal, kas võib istuda kaktusele. Andi kinnitas kategooriliselt, et ei või. Koni küsimusele „miks?“ järgnes vastus: „Ema hakkab pahandama!“

Sverdlovski sotsioloog Lev Naumovitš Kogan oli suurepärase lõbusate lugude jutustaja. Ükskord, juulis 1963, ütlesin ma oma viieaastase poja juuresolekul: „Ljova rääkis nii naljakalt, et sure kas või naeru kätte!“ Sellele reageeris mu tõsine poeg otsekohe: „Issi, aga sa ära kuula!“

Üks eelmise sajandi suurtest mõtlejatest Moissei Samoilovitš Kagan oli „onu Mika“. Kui Andi sai kahekümneks, tähistasime tema juubelit Peeter-Pauli kindluse restoranis Piiteris kolmekeisi: tema, mina ja M. S. Kagan. Lauavanem oli Moissei Samoilovitš, kelle kui tamadá kunsti isegi Gruusias kõrgelt hinnati. Karsklane Andi oli tema toostidest vaimustuses.

Andrese saatus läks esimestest päevadest viimasteni korda minu sõbrale ja koolikaaslasele, ajakirjanikule ning vene kultuuriloolasele Nikolai Pavlovitš Prožoginile („onu Koljale“). Andi pidas väga lugu minu sõbrast ja kolleegist ülikoolis Rem Naumovitš Blumist, kes oli üks legendaarsetest tartlastest, filosoof ning ühiskonnategelane, perestroika-aastatel juhtis ta Eestimaa Rahvarinde vene seksiooni. Andres ise ja tema abikaasa Anu pooldasid Rahvarinnet ja võtsid aktiivselt osa selle üritustest.

Kuid Andi ei pidanud kunagi kuulsusi autoriteediks *a priori*. Tema suhtumise määrasid nende inimlikud isikuomadused. Ta hindas omanäolisi, sõltumatuid isiksusi ja tahtis ka ise selliseks saada. Väga meeldis talle minu sõber ülikooliaastatest Roi Aleksandrovitš Medvedev – inimene, kes oma raamatutega esitas väljakutse nõukogude režiimile. Teda huvitas alati, mida teeb „onu Roi“. Andres kuulas meelsasti välisraadiot ja ma ei teinud selleks takistusi, sest kuulasin ka ise. Takistas muu – see, et neid pidevalt segajatega summutati. Ükskord (minu kirjade järgi 10. septembril 1968) hakkas Andi vastuseks oma õe solvavatele sõnadele tegema häält ž-ž-ž-ž-ž-ž ... Küsimusele „Mida sa teed?“ vastas ta: „Ma summutan teda.“ Mulle meeldis tema arvamuste sõltumatus. Tema silmaringi laiendas seegi, et tema emapoolne vanaisa oli eesti emigrant Rootsisis. Me olime alates 1956. aastast temaga pidevas kirjavahetuses. 1966. aastal veetis Andi koos emaga tema juures terve kuu. Mul on säilinud

mõned postkaardid, mis on lapsekäega eesti keeles Stockholmist kirjutatud.

Ülikoolist rääkis ta juba varases lapsepõlves eesti keeles: „Ma ei taha madalkool. Ma tahan ülikool.“ Kui ta läks „madalkooli“, ei tundnud ta ennast seal hästi. Eesti koolis teda narriti, vene koolis tehti talle liiga. Koolis käis ta sunnitult. Õppis keskpäraselt: neljadele, harvade kolmedega. Kodus püüdis konstrueerida mingeid raadiovastuvõtjaid. Tal oli omapärane ettekujutus tööst. Ma tegelesin tema vene keelega, sest koolis oli tal sellega raskusi. Andsin talle ülesandeid iseseisvaks tööks. See oli suvel, kui me elasime Valgemetsas, kilomeetrit 30 Tartust. Ükskord linnast tulles avastasin, et ülesanne oli tegemata. Noomisin teda selle eest, et ta ei olnud eile midagi teinud. Andi oli nõrдинud: „Kuidas ei teinud midagi? Ma mõtlesin!“ – „Millest sa siis mõtlesid?“ küsisin ma. Selgus, ta olevat kogu päeva juurelnud küsimuse kallal, kuidas pöörlevad auruveduri rattad. Siis ei olnud veel käigus elektrivedurid. Minu sissekande järgi 16. jaanuarist 1967, kui Andik oli kaheksa ja poole aastane, küsis ta minult bussis meie sõidu ajal Leningradi: „Issi, aga kui Venemaa viimaseks tsaariks oleks olnud Peeter Esimene, kas siis oleks toimunud revolutsioon?“

Kord lugesin tema kirjandit kevade kohta, kirjutatud vist neljandas või viiendas klassis. Ei mäleta täpselt, kuid alguses olid tavalised kevade tunnused: veed voolavad, puudele ilmuvad lehed, saabuvad linnud. Aga siis järgnes mulle hästi mällu sööbinud tekst: „Kuid mulle isiklikult kevad ei meeldi. Ma ei armasta üleminekuperioode.“

Tegelikult oli tal üksainus sõber, Vitja Palm, suure teadlase ja ühiskonnategelase-poliitiku Viktor Palmi poeg. Vitja oli peale pereliikmete ainus inimene, keda ta tahtis näha oma kohutava haiguse ajal.

IX klassis märkas tema füüsikaõpetaja Valentin Mihhailovitš Nešpanov (hiljem sai temast koolidirektor) temas midagi ja saatis ta linna kooliõpilaste füüsikakonkursile. Andi sai seal esikoha. Sellest ajast sai tema kireks füüsika. Ta hakkas endasse uskuma ja pühendus täielikult sellele teadusele. Tema elutee oli sellega ette määratud.

Ülikoolis tundis Andres ennast võrratult paremini kui keskkoolis. Tõsi, ta jäi siingi küllalt kinniseks. Tudengite koosviibimistel ta ei käinud („seal juuakse“, aga tema oli veendunud täiskarsklane). Tal olid head suhted mitme targa ja andeka nooruki-kursusekaaslasega, kuid lähedaseks sõbraks jäi endiselt Vitja Palm, kes samuti õppis füüsikateaduskonnas kursuse võrra Andist eespool.

Tema lapsepõlvest peale avaldunud kinnine iseloom oli muidugi seotud suhetega perekonnas. Parafraseerides Heinrich Heinet – „Maailm lõhenes ja lõhe läbib poeedi südame“ –, võiks öelda: perekond lõhenes ja lõhe läks läbi lapse südame. Hegel on öelnud, et kõik, mis maailmas on rikutut, on rikutud piisava põhjusega. Aga sellest ei hakka kergem. Pärast pere lõplikku lagunemist jäi 17-aastane Andres minu ja vanaema Liza juurde. (Esimest korda elas ta mõned kuud ilma emata minu ja vanaemaga kaheksa-aastasena.) Tal oli omaette tuba ja kõik vajalik eluks ja õppimiseks, aga hingerahust jäi puudu. Ta lõpetas just kooli ja astus ülikooli. Selles eas loomulik mäss vanemate vastu, pluss perekondlik trauma ning sünnipärane introvertsus avaldus eri moel. Ma käisin temaga Moskvas ega suutnud teda veenda kunstimuuseumi külastama. Mõni aeg hiljem ei jätnud ta Tartus vahele ühtki kunstinaütust. Ta luges palju, kuid valis raamatuid iseseisvalt, tihti ignoreerides minu soovitusi. Siis aga, teisel või kolmandal kursusel, palus mul äkki end abistada Hegeli „Loogika“ lugemisel. Ta kuulas palju muusikat. Esialgu oli see Läänes populaarne noortemuusika. Ma olin rõõmus, kui suutsin 1976–1977 Slovakkias töötamise ajal hankida talle tema igatsetud heliplaate. Hiljem läks ta üle keerukamale nüüdisaegsele avangardmuusikale. Talle meeldisid Krzysztof Penderecki ja Witold Lutosławski teosed, kelle plaate ma tõin talle Poolast. Seejärel kiindus ta tõsisesse klassikalisse muusikasse.

Andrese mässumeelsus, eneseteostuspüüed mitte sarnaneda teiste inimestega tuli eredalt esile ülikoolidiplomi kätteandmise pidulikul aktusel 1980. aasta juunis. Kuigi noored võisid muul ajal käituda ja riietuda bravuurikalt, oli Eestis kujunenud tavaks, et sellistele sündmustele nagu ülikooli lõpetamine tuldi korralikult ning pidulikult riietatuna, koos hulga sugulastega. Andres ilmus aulasse kortsunud Vietnami teksades, mida hoidsid üleval traksid. Tema ema oli vapustatud. Mina, viibides rõdul, rahustasin ennast, lõpetades märkmikus üht oma tõenäoliselt parematest luuletustest „Kanti haud“. Nagu hiljem selgus, ei tahtnud prorektor Andresele diplomit anda, kuid teda veenis seda siiski tegema professor Viktor Palm – mässaja parima sõbra isa.

Keerukad suhted kujunesid tal vanaemaga. Tihti tõrjus ta vanaema hoolitsust ja ignoreeris tema tähelepanu. Alles surmahaiguse ajal tahtis ta äkki pliine lihaga, nagu neid oli talle küpsetanud vanaema Liza, ja rääkis naisele, kui väga ta kahetseb, et oli olnud tema vastu ebaõiglane.

Pärast ülikooli lõpetamist ja füüsikainstituudis tööleasumist sai Andres võimaluse teostada ennast tõelise töö kaudu. Veel mõnda aega rikkus ta kehtivaid käitumisnorme. Käis näiteks šortsides. Aga neid kandis ju ka tema lemmikõpetaja Georg Liidja! Novembris 1985 ta abiellus ja leidis tuge perekonnalt. Ta hindas väga oma kodu, tegi ise korteris remonti. Erakordselt armastas lapsi – armsa olemisega Käbi ja väikest Oskarit. Tööle pühendus ta endiselt kogu hingega, istus sageli järjekordse eksperimendi kallal üle kesköö. Kõige järgi otsustades laabus töö edukalt, kuid minuga ta neil teemadel ei rääkinud. Ma võisin seda järeldada vaid tema paljude välismaasõitude alusel: kongressid, konverentsid, töö välismaal. Ta sai käia Hispaanias, Jaapanis, Hollandis, Šveitsis, Tšehhis ja eriti palju Saksamaal. 2006. aasta kevadel pidi ta sõitma tööle Taivani, mais aga lirimaale konverentsile. Kuid enam ei suutnud. Pärast keerukat operatsiooni ütles ta abikaasa Anule, et „viibib teises mõõtmes“.

Kevadel 2006 ilmus Tallinnas minu eestikeelne mälestusteraamat „Kohtumised elu radadel“. Muidugi tahtsin ma seda kinkida pojale ja tema perele. Mingil määral soovitas Andres mulle mõned selle raamatu süžeed: kui ma jagasin temaga oma kavatsust, kutsus ta üles mitte vältima teravaid nurki toleleagse ülikoolielus. Minu külaskäik noorte Stolovitšite juurde nihkus aga aina edasi, peamiselt mitmesuguste asjaolude, sealjuures Andrese tervisehäirete tõttu. Viimaks sai otsustatud, et tulen 7. mai hommikul. Kinkisin oma raamatu. Andres ütles, et peab homme minema haiglasse uuringutele. Ta tõi mu oma autoga koju, nagu tavaliselt. Me ei aimanud, et see on meie viimane sõit. Järgmisel päeval helistas Anu ja jutustas nuttes minu abikaasale Veerale kohutavast diagnoosist ning 11. maille määratud operatsioonist. Nagu ma hiljem teada sain, luges Andres enne operatsiooni minu raamatu tähelepanelikult läbi. See jäi tema elu viimaseks raamatuks. Pärast operatsiooni küsitles ta mind mõningate raamatus kirjeldatud sündmuste kohta. Ta pööras erilist tähelepanu meie perekonna viibimisele blokaadiaegses Leningradis, sellele, kuidas tema tulevane isa oli olnud elu ja surma piiril. Küsis ka seda, kuidas meie pere sattus korterisse Fontankal, aga seejärel Majorovi-Voznessenski prospektil. Varem need asjad teda ei huvitanud. Andi tahtis, et selle raamatu isikliku eksemplari saaksid nii tütar kui ka poeg.

Surma piiril oli Andres erakordselt mehine ja tahtekindel. Ta võitles viimse hetkeni. Kogu aeg püüdis ta mitte olla voodihaige.

Nädalate viisi, vaeveldes valude ja unetuse käes, käis ta öösiti väljas, kuni veel jätkus jõudu. Öeldakse, et lootus sureb viimasena. See suri koos temaga. Aga mida peavad tegema elavad, tema ema ja isa, abikaasa ja lapsed?! Ei, igaüks ei sure omaette! Tema isa sees suri miski koos temaga, kuid selles, mis on veel säilinud, jääb ta alati elama, kuni minu lahkumiseni. Ma usun, et ta jääb elama oma emas, oma abikaasas ja eriti oma lastes. Ta jääb oma teaduslikku tegevust jätkavate kolleegide mällu. Ei unusta Andrest ka tema saksa sõber ja tema ettekande kaasautor Reinhardt Kremer, kes lendas tema juurde haiguse ajal ning üsna pea seejärel tuli ka viimsele ärasaatmisele.

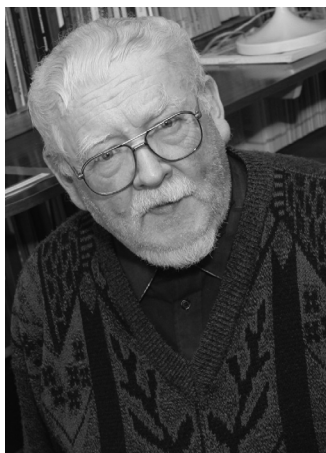
Minuga hakkasid äkki rääkima asjad, mis ta oli teinud või mida puudutanud, olgu see lukk, mille ta paigaldas maamaja uksele, või Skype'i programm, mille ta sisestas mu arvutisse ja mille abil ma saan suhelda kogu maailmaga. Küllap samuti räägivad temast tema konstrueeritud aparaadid, stendiettekanded konverentsidel ja artiklid teadusajakirjades, mis elavad Internetis ja sellest väljaspool.

Ma tean, et see kõik on tühine lohutus ratsionalisti jaoks, kellele pole muud antud. Juba Kant teadis, et „puhas mõistus“ ei suuda tõestada hinge surematust, kuid ei suuda ka seda ideed ümber lükata.

Kui Andi haigestus, palus ta tuua vanad magnetofonilindid, mis oli salvestanud veel tema vanaisa – minu isa. Tal õnnestus midagi taastada ja arvutisse sisestada. Hiljem polnud kõigeaks selleks mahti. Kui ta oli aga kodus pärast onkoloogiakliinikut ja enne viimast haiglaravi, kümme päeva enne lõppu, küsisin talt, kas ei saaks neid salvestusi plaadile ümber kirjutada. Ta tõusis vaevaliselt voodist ja läks arvuti juurde. Näha oli, et suure vaevaga, kuid ta leidis vajaliku faili ja kirjutas heli minu toodud plaadile. See väsitas teda kohutavalt. Kuid mul on nüüd salvestis, kus ta kolmeaastasena laulab eestikeelseid lastelaule ja jutustab muinasjuttu Punamütsikesest. Ka mina laulan koos temaga vene keeles: „*Мы едем, едем, едем в далекие края*“ ja võtame kaasa „*чижика, собаку, Анди-забияку* [siin kõlas tema hele naer], *обезьяну, попугая. Вот компания какая!*“.

Panin selle plaadi mängima pojapoeg Oskari juuresolekul ja ütlesin talle, et see on tema isa hääleke. „See olen ju mina!“ vaidles ta vastu. Vahest on õigus Aleksander Blokil:

„Taas alustad sa pärast surma ...“?



JAAK LÕHMUS
(28.09.1937 – 23.02.2006)
Elmar Vesman, Eugen Paal

Jaak Lõhmus sündis Tartus, kuid elas kuni Valga I Keskkooli lõpetamiseni 1956. a Valgas. TRÜ lõpetas matemaatikuna 1961. a. Samal aastal astus ta Füüsika ja Astronoomia Instituudi juures aspirantuuri teoreetilise füüsika (elementaarosakeste teooria) erialal. See instituut (ja tema õigusjärglased) jäi J. Lõhmuse töökohaks elu lõpuni. Kandidaadikraadi kaitses ta 1968. a ja doktoritööd 1990. a.

Jaak Lõhmuse teadustöö valdkonnaks on olnud kvantteooria algebralised probleemid (Lie' rühmade ja mitteassotsiatiivsete algebrate rakendused elementaarosakeste teoorias). Tähtsamateks tulemusteks on kvarkmudelite rühmalis-topoloogiline analüüs, Lie' piirühmade teooria arendamine ja laiendamine mitteassotsiatiivsetele süsteemidele, mitteassotsiatiivsete algebrate (sh oktonioonide ja sedenioonide) omadused, esitused ja rakendused mateeria süvastruktuuri (kvargid, nn Plancki piirkond) kirjeldamisel, rühmateoreetilise sümmeetriakäsitluse mitteassotsiatiivne laiendamine.

Jaak Lõhmuse teadustöö kõige tähelepanuväärsema osa moodustavad mitteassotsiatiivsetele süsteemidele pühendatud tööd. Huvi nende süsteemide vastu on tingitud asjaolust, et mitteassotsiatiiv-

sus on seotud kõveruse ja interaktsioonidega. Juba varasemast ajast on tal avaldatud prioriteetsed tööd mitteassotsiatiivsete deformatsioonide alalt [9, 11], see suund on osutunud kaasaegses algebras väga elujõuliseks. Koos Leo Sorgsepaga arendati oktonioon- ja sedenioonformalismi [14, 16, 18, 19] eesmärgiga kasutada nende bimoodulesituse elementaarosakeste teoorias ja väljateoorias [20, 21, 26, 38, 40, 41, 47]. Leiti oktonioonsed ja sedenioonsed analüütilisuse tingimused (üldistatud Cauchy-Riemanni võrrandid). Koos Eugen Paaliga arendati edukalt rühmateooria mitteassotsiatiivset sümmeetriakäsitlust Moufangi silmuste ja Maltsevi algebrate baasil, leiti Moufangi-Noetheri voolud ja jäävuseadused [24, 32, 34, 39]. Eraldi mainimist vääriksid tööd assotsiaatorkvantimise alalt [33, 35, 40], mis viisid nn infotõkkeprintsibi formuleerimiseni [37]. Viimase formuleerimine on küllaltki ettenägev, sest mitteassotsiatiivsete süsteemide infoaspekt on saanud kaasajal selgemaks operaaditeooriale tuginedes. Märkimata ei saa jätta ka Jaak Lõhmuse tegevust oma uurimisteemadest ülevaadete kirjutamisel. Mitteassotsiatiivsetele süsteemidele on pühendatud ülevaadet [14, 18, 19, 27, 43, 46].

EV teaduspreemia 1995 (koos Eugen Paali ja Leo Sorgsepaga) saadi monograafia „Mitteassotsiatiivsed algebrad füüsikas“ eest.

J. Lõhmus oli Eesti Loodusuurijate Seltsi (a-st 1971), Eesti Füüsika Seltsi (1992), Eesti Koolifüüsika Ühingu (1991–1998) ja Ameerika Matemaatika Seltsi (1994) liige, Alusuuringute Instituudi (Monteroduni, Itaalia ja Palm Harbor, USA) auprofessor matemaatika ja teoreetilise füüsika alal (1992).

J. Lõhmus oli ajakirja „Mathematical Reviews“ (USA) referent (1977), ajakirjade „Algebras, Groups and Geometries“ ja „Hadronic Journal“ (mõlemad Hadronic Press, FL, USA) asetoimetaja (1993).

JAAK LÖHMUSE BIBLIOGRAAFIA

koostanud Elmar Vesman

A) Teadustööd

- 1 Я. Лыхмус, Х. Ыйглане, Зависящая от взаимодействия систематика элементарных частиц. Труды ИФА АН ЭССР, № 19, 1962, стр. 113–123.
- 2 Я. Лыхмус, О построении векторов типа спина и представлениях групп вращений. Труды ИФА АН ЭССР, № 19, 1962, стр. 141–142.
- 3 Я. Лыхмус, Заряд, группы, кварки и симметрии. Сб. лекций „Летняя школа по проблемам теории элементарных частиц, Кяярйку 1965“, т. 3, Тарту 1966; стр. 75–127.
- 4 Я. Лыхмус, Некоторые замечания о сингулярных сжатиях групп Ли. Изв. АН ЭССР, физ.-мат. 17, № 1, 1968, стр. 128–129.
- 5 Я. Лыхмус, Сжатия симплектических групп. Изв. АН ЭССР, физ.-мат. 17, № 4, 1968, стр. 479–481.
- 6 Я. Лыхмус, О некоторых возможностях обобщения предельного перехода для алгебраических систем. Изв. АН ЭССР, физ.-мат. 17, № 4, 1968, стр. 481–483.
- 7 Я. Лыхмус, Предельные (сжатые) группы Ли и некоторые применения к теории элементарных частиц. Кандидатская диссертация, Тартуский госуниверситет, Тарту, 1968.
- 8 M. Kõiv, J. Lõhmus, Lie algebra deformation problem in theory of relativistic particles. XVth Int. Conf. on High Energy Phys., Kiev 1970; Abstracts, vol. 2, p. 631.
- 9 Я. Лыхмус, Простейшие сжатия неассоциативных алгебр. Изв. АН ЭССР, физ.-мат. 20, № 2, 1971, стр. 213–215.
- 10 J. Lõhmus, Sümmeetriaprintsiip, jäävusseadused ja dünaamika. ENSV TA Loodusuurijate Selts, Täppisteaduste sektsiooni toime-tised IV, „Osakeste ja valguse maailmas“, Tallinn 1971, lk 5–18.
- 11 M. Kõiv, J. Lõhmus, Generalized deformations of nonassociative algebras. Definition and some simple examples. Preprint FAI-18, Inst. of Physics and Astronomy, Acad. Sci. Est. SSR, Tartu 1972; Hadronic J. (USA) 3, No. 1, 1979, pp. 53–78.

- 12 J. Lõhmus, Sümmeetriaprintsiip kaasaegses loodusteaduses. Järelsõna M. Gardneri raamatu „Parem-vasak maailm“ tõlkele. „Valgus“, Tln 1972, lk 270–291.
- 13 M. Kõiv, J. Lõhmus, Associative and alternative first-order finite deformations of two-dimensional algebras. ENSV TA Toim. Füüs. Matem. 22, nr 4, 1973, lk 437–439.
- 14 L. Sorgsepp, J. Lõhmus, About nonassociativity in physics and Cayley-Graves' octonions. Mathematical preliminaries. Preprint F-7, Acad. Sci. Est. SSR, Div. phys.-math.-tech. sci., Tartu 1978; Hadronic J. (USA) 2, No. 6, 1979, pp. 1388–1459.
- 15 J. Lõhmus, Mõttelaadid ja mateeria struktuur. Kogumikus „Teadus ja tänapäev“ (koost J. Kivi). „Valgus“, Tln 1979, lk 282–305.
- 16 L. Sorgsepp, J. Lõhmus, Binary and ternary sedenions. Hadronic J. (USA) 4, No. 2, 1981, pp. 327–353.
- 17 J. Lõhmus, Ülevaade topoloogia kujunemisest ja põhimõistetest. Järelsõna S. Barri raamatu „Paberi ja kääridega topoloogiasse“ tõlkele. „Valgus“, Tln 1982, lk 124–153.
- 18 Я. Лыхмус, Л. Соргсепп, Неассоциативные алгебры в физике. Математическое введение. Препринт F-24 (1985) Отделения физ.-мат. и техн. наук АН ЭССР, Tartu 1985.
- 19 Я. Лыхмус, Л. Соргсепп, Неассоциативные алгебры в физике. Обзор физических приложений. Препринт F-25 (1985) Отделения физ.-мат. и техн. наук АН ЭССР, Tartu 1985.
- 20 Я. Лыхмус, Л. Соргсепп, О неассоциативном расширении матричной структуры уравнения Дирака. В кн.: „Теоретико-групповые методы в физике“ – Сб. трудов 3-го междунаrodn. семинара, Юрмала (Рига), 1985, ч. 2, М. 1986, стр. 603–608.
- 21 L. Sorgsepp, J. Lõhmus, Dirac equation in the regular bimodule representation of octonions. ENSV TA Füüsika Instituudi Uurimused 62, 1987, lk 159–173.
- 22 J. Lõhmus, A remark on spectrum-generating groups. ENSV TA Füüsika Instituudi Uurimused 62, 1987, lk 174–182.
- 23 J. Lõhmus, L. Sorgsepp, Sammu ke kõiksuse teooria poole. Mateeria stringistruktuurist. Tähetorni kalender 1989 (LXV). „Valgus“, Tln 1988, lk 54–89.
- 24 J. Lõhmus, E. Paal, L. Sorgsepp, On currents and symmetries associated with Mal'tsev algebras. Preprint F-50 (1989) Sec. Phys.-Astron. Sci., Acad. Sci. Est. SSR, Inst. of Phys., Tartu 1989.

- 25 J. Lõhmus, Teoreetilise füüsika labori minevik ja tänapäev. Matera süvastruktuuri uurimisest Eestis. Eesti TA Füüsika Instituudi Uurimused 64, 1989, lk 10–44.
- 26 J. Lõhmus, L. Sorgsepp, About the hypercomplex formulation of the self-duality condition in dimensions 4 and 8. Eesti TA Füüsika Instituudi Uurimused 64, 1989, lk 125–139.
- 27 Я. Лыхмус, Э. Паал, Л. Соргсепп, Неассоциативность в математике и физике. Труды Ин-та физики АН Эстонии 66, 1990, стр. 8–22.
- 28 J. Lõhmus, L. Sorgsepp, Ternary algebra of sedenions. Trans. Inst. Phys. Estonian Acad. Sci. 66, 1990, pp. 170–179.
- 29 J. Lõhmus, L. Sorgsepp, Aspect of self-duality in the hypercomplex formalism. Trans. Inst. Phys. Estonian Acad. Sci. 66, 1990, pp. 180–199.
- 30 Я. Лыхмус, Неассоциативные алгебры в физике. Докторская диссертация, Институт физики АН Эстонии, Тарту 1990, 251 стр.
- 31 J. Lõhmus, L. Sorgsepp, Mitteassotsiatiivsus fundamentaalprintsiibina. EFS Aastaraamat 1991, Tartu 1991, lk 47–57.
- 32 J. Lõhmus, E. Paal, L. Sorgsepp, Moufang-symmetries and conservation laws. Proc. Estonian Acad. Sci., phys.-math. 41, 1992, No. 2, pp. 133–141.
- 33 L. Sorgsepp, J. Lõhmus, Associator quantization and the deep structure of matter. Trans. Tallinn Tech. Univ., math.-phys. 1, 1992, pp. 85–92.
- 34 J. Lõhmus, E. Paal, L. Sorgsepp, Moufang loops and conservation laws. In: “Classical and Quantum Systems – Foundations and Symmetries”, Proc. 2nd Wigner Symposium, Gosslar (Germany), 1992, World Scientific, Singapore, 1993, pp. 330–333.
- 35 J. Lõhmus, L. Sorgsepp, Assotsiaatorkvantimine. EFS Aastaraamat 1992, Tartu, 1993, lk 70–76.
- 36 J. Lõhmus, Book review: M. Hazewinkel and M. Gerstenhaber (eds), “Deformation Theory of Algebras and Structures and Applications”, NATO Advanced Study Institute Series, C: Math. and Phys. Sci., vol. 247, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 1988, 1030 pp., ISBN 90-277-2804-6. Acta Appl. Math. (Kluwer NL) 31, 1993, pp. 192–195.
- 37 L. Sorgsepp, J. Lõhmus, Mikrofüüsika infoaspektist. EFS Aastaraamat 1993, Tartu, 1994, lk 67–76.

- 38 L. Sorgsepp, J. Lõhmus, Fundamental fermions in a nonassociative model of matter. Proc. 2nd Tallinn Symposium on Neutrino Physics (Oct. 5–8, 1993, Lohusalu, Tallinn, Estonia), Tartu, 1994, pp. 181–188.
- 39 J. Lõhmus, E. Paal, L. Sorgsepp, Mal'tsev algebras and conservation laws. Contemp. Math. 184, 1995, pp. 281–290.
- 40 J. Lõhmus, L. Sorgsepp, Fermions and octonions. Proc. 3rd Tallinn Symposium on Neutrino Physics (Oct. 8–11, 1995, Lohusalu, Tallinn, Estonia), Tartu, 1995, pp. 159–167.
- 41 J. Lõhmus, L. Sorgsepp, Spectrum and structure of fundamental fermions in nonassociative model of matter. Proc. IBR 1995 Int. Workshops, Monteroduni (Italy), Aug. 7–12, 1995, vol. 9. New Frontiers in Hadron Mechanics (ed. T. Gill). Hadronic Press, Palm Harbor, 1996, pp. 221–239.
- 42 J. Lõhmus, L. Sorgsepp, Mateeria laengulis-algebralise struktuurist. EFS Aastaraamat 1996, Tartu, 1997, lk 28–41.
- 43 J. Lõhmus, E. Paal, L. Sorgsepp, Mitteassotsiatiivsed algebrad füüsikas. Eesti Matemaatika Seltsi Aastaraamat 1994–1996, Tartu, 1999, lk 30–35.
- 44 J. Lõhmus, R. Tammelo, Contractions and deformations of space-time algebras. In: General theory and kinematical algebras, Hadronic J. 20, 1997, No. 4, pp. 361–416.
- 45 J. Lõhmus, Preface. Special issue “Nonassociative algebras and quasigroups and applications in physics”, Acta Appl. Math. (Kluwer NL) 50, 1998, No. 1–2, pp. 1–2.
- 46 J. Lõhmus, E. Paal, L. Sorgsepp, About nonassociativity in mathematics and physics. Acta Appl. Math. (Kluwer NL) 50, 1998, No. 1–2, pp. 3–30.
- 47 J. Lõhmus, An introduction to associator quantization. In: “Non-associative Algebra and its Applications”. Edited by L. Sabinin *et al.* CRC Press, 2006.

B) Teadusmonograafiad

- 1 Я. Лыхмус, *Предельные (сжатые) группы Ли*. Сб. лекций „II Летняя школа по проблемам теории элементарных частиц, Отепя 1967“ т. 4; Тарту, 1969, стр. 1–132. (Краткая монография).
- 2 J. Lõhmus, E. Paal, L. Sorgsepp, *Nonassociative algebras in physics*. (Hadronic Press Monographs in Mathematics) Hadro-

nic Press, Palm Harbor, Florida (USA), 1994. – xiv+271 pp.
(ISBN 0-911767-71-1)

C) Lõpetatud teadusteemade aruanded

- 1 Я. Лыхмус, Создание единой схемы зависящей от взаимодействия систематики элементарных частиц. Закл. отчет законч. научно-иссл. темы за 1966–1970 гг. Деп. ВЦНТИ, инв. но. Б232676.
- 2 Я. Лыхмус, Алгебраическая формулировка теории динамических систем. Закл. отчет законч. научно-иссл. темы за 1971–1973 гг. Деп. ВЦНТИ.
- 3 М. Кыйв, Я. Лыхмус, Алгебраические проблемы квантовой теории поля. Закл. отчет законч. научно-иссл. темы за 1974–1977 гг. Деп. ВЦНТИ, инв. но. Б678372.

D) Populaarteaduslikud artiklid

- 1 Fundamentaalosakeste jälil. Elementaarosakeste „täienduskoool“ Jaltas.
„Noorte Hääl“, 29. juuli 1966. a.
- 2 1966. a. Nobeli preemiad teaduse alal [Sci. Amer. järgi – füsioloogia ja meditsiin: P. Rose, Ch. Huggins; keemia: R. Mulliken; füüsika: A. Kastler].
„Edasi“, 27. jaan. 1967. a.
- 3 Füüsikaproffessor G. Feinberg inimese eluea pikendamisest [tõlge ajakirjast „Physics Today“ koos kommentaariga].
„Noorte Hääl“, 12. veebruar 1967. a.
- 4 Suvekoool Otepääl.
„Edasi“, 1. august 1967. a.
- 5 Kommentaarid elementaarosakeste füüsika kohta.
„Noorte Hääl“, 2. ja 10. detsember 1967. a.
- 6 Põrkuvad kimbud – kiirendajate tulevik [kaasautor E. Vesman].
„Horisont“, 1967, nr 12, lk 6–9.
- 7 Igavene kalender.
„Horisont“, 1967, nr 12, lk 30–32.
- 8 Osakeste registreerimise seadmed [kaasautor E. Vesman].
„Horisont“, 1968, nr 2, lk 14–16; nr 3, lk 11–14.
- 9 Kommentaar Serpuhhovi kiirendaja käikulaskmise puhul.
„Noorte Hääl“, 17. märts 1968. a.
- 10 Nende töö inspireerib uusi pioneere [M. Lomonosovi nim.

- kuldmedal akad. Igor Tammele ja prof. Cecil Powellile].
„Noorte Hääl“, 13. aprill 1968. a.
- 11 Mida toob tulevik? [Kolmikkommentaar „Uue füüsika künnisel“, kaasautorid E. Vesman ja H. Öiglane].
„Horisont“, 1968, nr 5, lk 1–4.
- 12 Teadlane kommenteerib elektronkiirendi käikulaskmist.
„Edasi“, 14. juuli 1968. a.
- 13 Mis on kõver ruum ja nn. nullruum?
„Küsimused ja Vastused“, 1968, nr 11, lk 27–33.
- 14 Riikliku preemia laureaate: A.I. Kostrikin. Ühe matemaatilise probleemi saatuses.
„Horisont“, 1969, nr 2, lk 40.
- 15 Holograafia ja bioholograafia.
„Eesti Loodus“, 1969, nr 5, lk 264–267.
- 16 Konstruktiivne bioloogia: hämmastamapanevad hübriidid [„Znanije – Sila“ ja „Scientific American“ järgi].
„Noorte Hääl“, 10. juuli 1969. a.
- 17 Kas on võimalik luua tehispäikest?
„Küsimused ja Vastused“, 1969, nr 9, lk 20–24.
- 18 Kui palju kaaluvad inimesed teistel planeetidel?
„Küsimused ja Vastused“, 1969, nr 9, lk 45–46 [autor märkimata].
- 19 M. Lomonosovi nim. kuldmedal akad. V. Engelhardtile.
„Noorte Hääl“, 13. november 1969. a.
- 20 Neutriinoastronoomia esimesed sammud.
„Eesti Loodus“, 1969, nr 11, lk 689–691.
- 21 Punkt ja maailm.
„Õhtuleht“, 10. jaanuar 1970. a.
- 22 Uued lõpmatused, uued matemaatikad, ... uued maailmad?
„Horisont“, 1970, nr 1, lk 26–31.
- 23 Murray Gell-Mann – 1969. a. Nobeli füüsikapreemia laureaate.
„Horisont“, 1970, nr 1, lk 8–9 [pseudonüüm: Jaan Sumla].
- 24 Mis on neljas dimensioon?
„Küsimused ja Vastused“, 1970, nr 1, lk 13–16.
- 25 Tunnustus diferentsiaalvõrrandite teooria koolkonnale („Teadus 69“ laureaate).
„Horisont“, 1970, nr 3, lk 19–20.
- 26 Mis on aja relatiivsus?
„Küsimused ja Vastused“, 1970, nr 6, lk 23–28.
- 27 Kiievis oli koos üle 800 füüsiku 42 riigist.

- „Noorte Hää!“, 22. oktoober 1970. a.
- 28 Mis on antigravitatsioon?
„Küsimused ja Vastused“, 1970, nr 10, lk 17–20.
- 29 Kas antimateria on visuaalselt eraldatav materias?
„Küsimused ja Vastused“, 1971, nr 2, lk 46–52.
- 30 Milliseid uusi hüpoteese on püstitatud informatsiooni levimise kohta kosmoses?
„Küsimused ja Vastused“, 1971, nr 5, lk 43–45 [autor märkimata].
- 31 Elu alged kosmoses.
„Horisont“, 1971, nr 6, lk 18–19.
- 32 Elementaarosakesed: olekud, spekter, süsteem I, II, III.
„Horisont“, 1971, nr 7, lk 28–37; nr 8, lk 30–37; nr 9, lk 21–27.
- 33 Mis on entroopia, negentroopia ja entalpia?
„Küsimused ja Vastused“, 1973, nr 6, lk 22–32.
- 34 Mikromaailma salapärase hulkur.
„Küsimused ja Vastused“, 1974, nr 1, lk 51–59.
- 35 Nobeli preemia üheksale teadlasele [füüsika alal L. Esaki, I. Giaever, B. Josephson; keemia alal E. Fischer, G. Wilkinson; füsioloogia ja meditsiini alal K. von Frisch, K. Lorenz, N. Tinbergen; majandusteaduses V. Leontjev].
„Horisont“, 1974, nr 4, lk 10–11.
- 36 Mida huvitavat on leitud tähtedevahelisest ruumist?
„Küsimused ja Vastused“, 1975, nr 6, lk 51–59.
- 37 NB! Juba saja kuues.
„Horisont“, 1975, nr 2, lk 1.
- 38 Kas tasub oodata kosmosetsivilisatsioonide külaskäike?
„Küsimused ja Vastused“, 1975, nr 8, lk 34–38.
- 39 1974. a. Nobeli füüsikapreemia [A. Hewish, M. Ryle].
„Horisont“, 1975, nr 5, lk 18–19.
- 40 Füüsika sai jälle lahti ühest näilisest loodusseadusest. Neutraalsete voolude avastamisest.
„Horisont“, 1975, nr 12, lk 14–16.
- 41 Mida uut on teada kvarkidest?
„Horisont“, 1976, nr 8, lk 40.
- 42 Muutuvad kujutelmad materia struktuurist [kaasautor L. Palgi].
„Edasi“, 20. juuli 1977. a.
- 43 Jaks Lehmuss, Laurs Palgi, Elementärdaļiņas – „vecas“ un „jau-nas“.
„Zinātne un Tehnika“, 1978, nr 3, lk 8–12 [läti ja vene keeles].

- 44 Kvargid ja leptonid – algosakesed? [kaasautor L. Palgi].
„Horisont“, 1978, nr 10, lk 15–17.
- 45 Päev Protvinos. Teine päev Protvinos. Kolmas päev Protvinos. (Reisimuljed Serpuhhovist) [kaasautorid L. Palgi ja R. Veskimäe].
„Horisont“, 1979, nr 5, lk 12–15; nr 6, lk 14–17; nr 7, lk 12–14.
- 46 Teooria ja eksperiment käsikäes [Nobeli laureaadid 1979–80 ja füüsika fundamentaalprobleemid; 1979: S. Glashow, A. Salam, S. Weinberg].
„Horisont“, 1981, nr 6, lk 20–24.
- 47 Nobeli füüsikapreemia 1980 [J.W. Cronin, V.L. Fitch].
„Füüsika 1980“, Tartu, 1983, lk 3–6.
- 48 Nobeli füüsikapreemia '82 Kenneth Wilsonile.
„Horisont“, 1983, nr 7, lk 20–21.
- 49 Nobeli füüsikapreemia 1982 [K.G. Wilson].
„Füüsika 1982“, Tartu, 1984, lk 3–8.
- 50 „Raske valguse“ avastamine.
„Horisont“, 1985, nr 1, lk 13–16.
- 51 Nõrga mõju vahendajad lõpuks leitud.
„Füüsika 1983“, Tartu, 1985, lk 21–29.
- 52 Kaks kanget meest ja CERN. Nobeli füüsikapreemia 1984.
„Horisont“, 1985, nr 8, lk 24–26.
- 53 Nobeli füüsikapreemia 1984 [C. Rubbia, S. van der Meer].
„Füüsika 1984“, Tartu, 1985, lk 3–8.
- 54 Aine ehitus kui maailmapilt.
„Horisont“, 1990, nr 2, lk 10–14.
- 55 Nobeli füüsikapreemia '90 [J. Friedman, H. Kendall, R. Taylor].
„Horisont“, 1991, nr 2, lk 32–33.
- 56 Oklo looduslik tuumareaktor.
„Eesti Loodus“, 1993, nr 9, lk 299–301.
- 57 Tule olemus.
„Horisont“, 1996, nr 4, lk 2, 10, 12, 22–23.
- 58 Antiaine esimesed aatomid [kaasautor I. Ots].
„Horisont“, 1996, nr 5, lk 30–32.
- 59 Mis on elementaarosake?
„Horisont“, 1998, nr 3, lk 4–6.
- 60 Neutriino – viirastusest fundamentaalosakeseni [kaasautorid H. Kaasik ja L. Palgi].
„Horisont“, 1998, nr 3, lk 22–25.
- 61 Kiirendid.

- „Horisont“, 1998, nr 3, lk 33–34.
- 62 Kujuloov sümmeetria.
„Horisont“, 1998, nr 3, lk 55–58.
- 63 Top-kvark: oodatud ja leitud.
„Horisont“, 1998, nr 3, lk 59–60.
- 64 100 aastat osakesi. Elektronist viimase kvargini.
„Horisont“, 1998, nr 3, lk 61–63.
- 65 Sookollidega silmitsi.
„Horisont“, 1998, nr 7, lk 31–33.
- 66 Pythagorasega läbi sajandite.
„Horisont“, 1999, nr 3, Extra lk 6–9.
- 67 Maa magnetvälja kummalised vembud.
„Eesti Loodus“, 2000, nr 4, lk 140–143.
- 68 Nukliididemerel seilajad stabiilsusesaare rannas.
„Horisont“, 2001, nr 2, lk 23–28.
- 69 Füüsika suursajand ja Eesti.
Eesti Aastaraamat 2002/2003, Euroinformer, Tallinn, lk 269–273.
- 70 Inimene, kultuur ja osakestefüüsika.
Eesti Aastaraamat 2002/2003, Euroinformer, Tallinn, lk 301–307.
- 71 Püüd lihtsusele. Aine ehituse lugu atomosest aatomini.
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 21–85.
- 72 Valgus: sajanditevanune dilemma.
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 102–123.
- 73 Kvantfüüsika maailm.
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 124–152.
- 74 Kiirendid – osakestefüüsika mikrokoobid.
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 161–173.
- 75 Hadronite spektri kujunemine.
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 174–181.
- 76 Kujuloov sümmeetria.
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 182–192.
- 77 Jõud sümmeetriast.
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja

- R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 193–196.
- 78 Neutriino – viirastusest fundamentaalosakeseni [kaasautorid H. Kaasik ja L. Palgi].
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 199–204.
- 79 Top-kvark ja tauneutriino: oodatud ja leitud.
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 256–258.
- 80 Osakesed kosmosest.
„Universumi mikromaailm“. Koostanud-toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe, Reves Grupp, Tallinn, 2003, lk 319–332.
- 81 Universumi eosed laboris.
„Horisont“, 2004, nr 6, lk 10–15.
- 82 Isegi kvargid võivad mõnikord tunda end üsna vabana.
„Horisont“, 2004, nr 6, lk 24–25.
- 83 Aja tõeline ilu (kogumik tsitaate).
„Horisont“, 2005, nr 2, lk 56.
- 84 Minevik, olevik, tulevik.
„Horisont“, 2005, nr 3, lk 56.
- 85 Füüsikud ajast.
„Horisont“, 2005, nr 4, lk 51.
- 86 Ajas rändav inimene.
„Horisont“, 2005, nr 5, lk 56.
- 87 Aega polegi olemas.
„Horisont“, 2005, nr 6, lk 56.
- 88 Matemaatika suurprobleemidest.
„Akadeemia“, 2005, nr 6, lk 1347–1376; nr 7, lk 1589–1624; nr 8, lk 1815–1850.
- 89 Gregory Chaitinist ja tema raamatutest (järelsõna G. Chaitini artiklile „Vastuolude sajand matemaatika alustes“, tõlkinud J. Lõhmus, „Akadeemia“, 2006, nr 5, lk 1032–1065).
„Akadeemia“, 2006, nr 5, lk 1065–1067.
- 90 ... ja lõpuks ka kosmilise viimsepäeva saabumisest.
Eesti Aastaraamat 2006/2007, Euroinformer, Tallinn, lk 353–378.

E) Raamatud

- 1 J. Lõhmus, L. Palgi

Osakestest osakestes. Kaasaegsetest ettekujutustest mateeria struktuuri kohta. (Mosaiik 40) Tallinn, Valgus, 1985 – 200 lk.

2 J. Lõhmus

Uutesse maailmadesse. Aatom ja Universum. Füüsika IX klassile. Tallinn, Koolibri, 1994 – 142 lk (ISBN 9985-0-102-8); 2., täiendatud trükk, 1996 – 142 lk (ISBN 9985-0-0346-2).

Õppevahendiks kinnitanud Riigi Kooliamet.

3 E. Pärtel, J. Lõhmus

Soojusõpetus. Aatom ja Universum. Füüsika IX klassile. Tallinn, Koolibri, 2000 (vene k 2001).

F) Tõlgitud raamatud

1 A. Kolman, O. Zich

Huvitav loogika (vene keelest J. Lõhmus). Tallinn, Valgus, 1970 – 120 lk.

2 M. Gardner

Parem-vasak maailm (inglise keelest J. Lõhmus). Tallinn, Valgus, 1972 – 302 lk (lk 270–287 tõlkija järelsõna „Sümmeetriaprintsiip kaasaegses loodusteaduses“).

3 G. Kopõlov

Kinemaatikast (vene keelest J. Lõhmus). Tallinn, Valgus, 1973 – 196 lk.

4 M. Volkenštein

Teaduse ristteedel (Mosaiik 13) (vene keelest J. Lõhmus). Tallinn, Valgus, 1975 – 338 lk.

5 S. Barr

Käärde ja paberiga topoloogiasse (Mosaiik 34) (inglise keelest J. Lõhmus). Tallinn, Valgus, 1982 – 158 lk (lk 124–153 tõlkija järelsõna „Ülevaade topoloogia ajaloost ja põhimõistetest“).

6 J. Zeldovitš

Minu universum (autori valikul tema vene- ja ingliskeelsetest artiklitest J. Lõhmus ja L. Palgi) Tallinn, Valgus, 1990 – 182 lk (ISBN 5-440-00521-8).

G) Toimetatud väljaanded

1 Я. Лыхмус (ответственный редактор).

Летняя школа по проблемам теории элементарных частиц. Кяярику 1965.

Части: 1. μ -захват, 2. Нейтринные процессы, 3. Вопросы систематики, 4. Разное. Тарту, 1966. 164+122+128+74 стр.

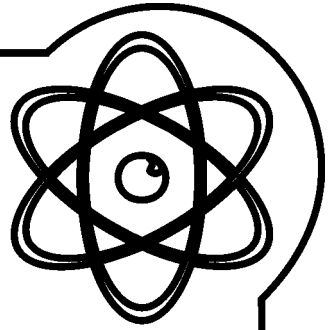
- 2 П. Кууск, Я. Лыхмус (ответственные редакторы).
Фундаментальные взаимодействия. Труды ИФ АН ЭССР, т. 62, Тарту, 1987. 242 стр.
- 3 Я. Лыхмус, П. Кууск (ответственные редакторы).
Квазигруппы и неассоциативные алгебры в физике. Труды ИФ АН Эстонии, т. 66, Тарту, 1990, 235 стр.
- 4 I. Ots, J. Lõhmus, P. Helde, L. Palgi (editors).
Proceedings of the 3rd Tallinn Symposium on Neutrino Physics, 8–11 October 1995 (Lohusalu, Estonia). Tartu, 1995. 187 pp.
- 5 K. Muhhin *Huvitav tuumafüüsika*. Vene keelest H. Heinoja. (Toimetajad J. Lõhmus ja E. Randma.) Tallinn, Valgus, 1976. 320 lk.
- 6 E. Zavelski *Mass ja selle mõõtmine*. (Mosaiik 26). Vene keelest H. Heinoja. (Toimetaja J. Lõhmus.) Tallinn, Valgus, 1979. 172 lk.
- 7 J. Lõhmus, Editor *Special issue on Nonassociative Algebras and Quasigroups and Applications in Physics*, Acta Applicandae Mathematicae v. 50, Nos 1–2, 1998. 206 pp.
- 8 *Universumi mikromaailm*, Koostanud ja toimetanud J. Lõhmus ja R. Veskimäe. Reves Grupp, Tallinn 2003. 416 lk.

H) J. Lõhmuse toimetatud preprintide seeriad – kokku 92 preprinti

- ◆ *ENSV TA Füüsika ja Astronoomia Instituudi preprintid*
FAI-6 (1970) ja FAI-9 (1971) kuni FAI-28 (1973) (kokku 21 preprinti).
- ◆ *ENSV TA Füüsika Instituudi preprintid*
FI-29 (1974) kuni FI-42 (1976) (kokku 14 preprinti).
- ◆ *ENSV TA Füüsika-, Matemaatika- ja Tehnikateaduste Osakonna preprintid*
F-1 (1977) kuni F-32 (1985) (kokku 32 preprinti).
- ◆ *ENSV TA Füüsika ja Astronoomia Osakonna preprintid*
F-33 (1986) kuni F-51 (1989) (kokku 19 preprinti).
- ◆ *Eesti TA Astronoomia ja Füüsika Osakonna preprintid*
F-52 (1990), F-53 (1989), F-55 (1990) kuni F-57 (1990), F-59 (1991) (kokku 6 preprinti).

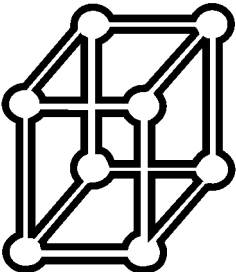
Intervjuu ajakirjale „Horisont“ *Vastab Jaak Lõhmus* “Horisont“ 1991, nr 2, lk 16–17.

On esinenud korduvalt raadios ja televisioonis.



XXXVI
EESTI
FÜÜSIKA-
PÄEVAD

21. ja 22. märts, 2006
Tartus



21.–22. märts 2006. a.
Tartu Ülikooli füüsikahoone suur auditoorium
Tähe 4, Tartu

Teisipäev, 21. märts

Kristjan Haller (HTM)	
Avasõna	10.00
EFS preemiade kätteandmine, laureaadi ettekanne	
Enn Saar (TO)	
Universumi suuremastaabiline struktuur	10.15
Henn Käämbre (TÜ FI)	
Laserkamm ja footonikuhilad	10.50
Peeter Saari (TÜ)	
Eksiarusaamu footonist	11.25
Robert Kitt, Jaan Kalda (TTÜ)	
Kui palju füüsikat on majandusfüüsikas?	12.30
Edwin Kukk (Turu Ülikool, Soome)	
Molekulide elektron-ioon koointsidents-spektroskoopiast	13.05
Arvo Mere (TTÜ)	
Füüsika riigieksam 2005	13.35
Stendiettekanded	14.10
Eesti Füüsika Seltsi Üldkogu	15.30
Seltsiõhtu	18.30

Kolmapäev, 22. märts

Ott Krikmann, Jaan Susi (TÜ)	
Projekt „EU TRAIN“. Mis see on ja kellele?	09.30
Enn Pärtel (TÜ)	
Füüsika käsiraamat keelekümblyseks	09.45
Sulev Valdmaa (REKK)	
Uus füüsika ainekava	10.00
Henn Voolaid, Svetlana Ganina, Ott Krikmann, Jaan Susi (TÜ)	
Eesti õpilaste füüsikaliste väärusaamade stabiilsus	10.55
Mart Kuurme (Tallinna Reaalkool)	
8. klassi füüsikaõpik ja töövihik	11.20

Nikolai Kristoffel^{a,b}, Pavel Rubin^a, Teet Örd^b (aTÜ FI, bTÜ)	
Kupraatülijuhitide termodünaamilised omadused dopeerimisskaalal.....	12.30
Erko Jalviste (TÜ FI)	
Polümeerikillesse dopeeritud molekulide elektroneeldumis- spektroskoopiast.....	13.00
Aleksandr Luštšik (TÜ)	
Termotuumaenergeetikas ja teistes rakendustes oluliste dielektriliste materjalide kiirituskindluse tõstmise väljavaated	13.35
Arved Sapar (TO)	
Tähespekter tähefüüsika põhiinfoallikana	14.25
Andi Hektor, Mario Kadastik, Kristjan Kannike, Mait Müntel, Martti Raidal (KBFI)	
Neutriinod: kosmoloogiast maiste eksperimentideni.....	15.00
Laur Järv (TÜ FI)	
Mõtteeksperimentide rollist füüsikas.....	15.25
Jaan Pruulmann, Jüri Vedru (TÜ)	
Kontekstist ja eesmärkidest elussüsteemides ehk kuidas termodünaamika aitab maailma paremaks muuta	16.00

Stendiettekanded

- A. Kärkkänen, T. Avarmaa, R. Jaaniso (TÜ FI)**
Fotodesorptsiooni ilmingud süsiniku nanotorudest valmistatud
kilede elektrijuhtivuses
- A. Floren, I. Kärkkänen, T. Avarmaa, R. Jaaniso (TÜ FI)**
Energia ülekande arvestamine luminesentsi kustutamisel põhi-
nevate hapnikusensorite materjalides
- T. Kübarsepp, V. Vabson, R. Vendt, A. Pokatilov (AS Metrosert, Eta-
loniteenuste divisjon)**
Riigi mõõteinfrastruktuur. Massi, pikkuse, temperatuuri ja elektri-
liste suuruste etalonilaborid
- M. Lulla, E. Kundla, A. Samoson (KBFI)**
Kvadrupoolvastasmõjude ja keemilise nihke eristamine TMR
eksperimentis

- A. Puusepp, A. Samoson** (KBFI)
Dipolaarse vastastikmõju lahtisidestamine pideva raadiosagedusliku väljaga kiiritamise teel
- R. Koch** (TÜ FI)
„Must liiv“ Eesti mererannas
- E. Jakobson, H. Ohvril** (TÜ)
Atmosfääri veeaurisisalduse ööpäevane ja sesoonne muutlikkus Soome GPS-jaamade näitel 1998–2001
- A. Treštšalov, A. Lissovski** (TÜ FI)
Dye Laser Absorption Probing of High-Current Pulsed Volume Discharge in Argon
- V. Krasnenko, K. Mauring** (TÜ FI)
Fluorestseeruvate proteiinide struktuuri dünaamika
- R. Stern, I. Heinmaa, A. Kriisa** (KBFI)
Kahedimensionaalne vaseühend $\text{Na}_5\text{RbCu}_4(\text{AsO}_4)_4\text{Cl}_2$
- K. Kooser, E. Nõmmiste, A. Saar, T. Käämbre, A. Kikas** (TÜ FI)
Pinnafüüsika eksperimendiseade TÜ Füüsika Instituudis
- A. Krasnikov^a, M. Nikl^b, S. Zazubovich^a** (^aTÜ FI; ^bInstitute of Physics, Czech Republic)
Spectroscopy of excitons in lead tungstate crystals.
- R. Prekup, A. Puusepp, A. Samoson** (KBFI)
Tahke keha TMR dünaamilise rotatsiooni tingimustes: rakedustega peptiidide ja valkude struktuurianalüüs
- M.-M. Sildoja^{a,c}, T. Kübarsepp^b, M. Noorma^c, P. Kärhä^c, A. Lamminpää^c, S. Nevas^c, E. Ikonen^{c,d}** (^aTartu Ülikool, ^bAS Metrosert, ^cHelsingi Tehnikaülikool, Soome, ^dCentre for Metrology and Accreditation, Soome)
GaAsP-põhise fotodetektori polarisatsioonitundlikkuse uurimine

UNIVERSUMI SUUREMASTAABILINE STRUKTUUR

*Enn Saar*¹

Tartu Observatoorium

Kuna suurem osa lugejatest vast iga päev kosmoloogia peale ei mõtle, siis alustan ülevaatega kosmoloogia hetkeseisust ja kirjeldan siis enda ja kolleegide viimaseid tegemisi.

Kosmoloogia praegust seisut kirjeldab vast kõige paremini populaarne pirukadiagramm (joon. 1), mis kirjeldab Universumi keskmise energiatiheduse põhilisi koostisosi. Nagu näete, on neid kolm – tumeenergia, tumeaine ja barüonaine.

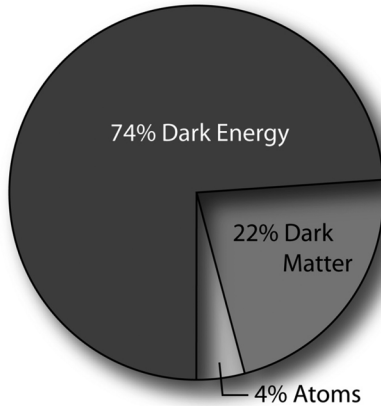
Esimene fakt, mida pirukas rõhutab, on see, et hoolimata tõesti märkimisväärsetest edusammudest nii vaatlusmaterjali hulgas ja kvaliteedis kui ka teoorias kirjeldab meile tuttav füüsika vaid tühipaljast nelja protsenti Universumist. See fakt võib panna ahastama, kuid konstruktiivsele inimesele näitab see, kui palju huvitavat veel ilmas leida on.

Teine fakt on see, et pirukas kirjeldab laias laastus ka praeguse kosmoloogia jagunemist – igale piruka osale võime vastavusse seada eri kosmoloogia, kusjuures need kosmoloogia osad kahjuks veel eriti ei interakteeru. Tore on, et ka Eestis on need kolm kosmoloogiat olemas. Loengul näitasin ma kolme tüüpilise artikli kokkuvõtet, siia tõlgin osa neist kokkuvõtetest. Kuna kaks kolmest kosmoloogiast pole minu eriala, on küllalt tõenäoline, et teen nii mitmeski terminis keeleuuenduse; äkki on sellest isegi kasu?

0.1 Ürgkosmoloogia

Artikkel: Piret Kuusk, Margus Saal, 2004. Holograafilise braanigravitatsiooni kosmoloogiline mudel. *Gen. Rel. Grav.* 36, 1001–1014.

¹ Eesti Füüsika Seltsi aastapremia 2006 laureaadi ettekanne.



Joonis 1. Pirukadiagramm, mis näitab Universumi põhilisi koostisosi (nende keskmisi energiatihedusi). Joonis leitud Interneti avarustest.

Vaadeldakse kosmoloogilist stsenaariumi, kus kaks braani (A ja B) liiguvad 5-mõõtmelises ruumis. Nagu ekspürootiliste ja jällesündinud braanimaailmade puhul, võivad ka meie juhul braanid pörkuda. Energia-impulsi tensor on valitud kirjeldama ideaalset barotroopilist vedelikku A-braanil ja fenomenoloogilist ajast sõltuvat 'kosmoloogilist konstanti' B-braanil. A-braani identifitseerime meie Universumiga ja uurime tema kosmoloogilist evolutsiooni homogeense ja isotroopse braani lähenduses. Radioni (braanil oleva skalaarvälja) dünaamika sisaldab infot braanide vahelise omakauguse kohta. On näidatud, et braanimaailma hilise evolutsiooni jaoks saab leida deSitteri tüüpi lahendid ja praeguseks epohhiks on oodata kiirenevat dünaamikat.

Kommentaar:

See on praegune fundamentaalkosmoloogia, mis uurib Universumi kirjeldamise erinevaid võimalusi stringiteooria, kvantgravitatsiooni jm raamides. Siia kuuluvad probleemid Universumi algusest (või sellest, mis enne algust oli) ja paljust muust. Seoseks vaatlustega piisab vaid sellest, et Universum on olemas. Pirukadiagrammil vastab sellele suunale aga kõige suurem, tumeenergia viil – tumeenergia seletamist on oodata just siit.

0.2 Väljateoreetiline kosmoloogia

Artikkel: John Ellis, Andi Hektor, Mario Kadastik, Kristjan Kannike, Martti Raidal, 2005. Madala-energia neutriino masside muutumine, segunemisenurgad ja CP rikkumine. Phys. Lett. B631, 32–41.

Me arvutame madala-energia neutriino parameetrite muutumise alt ülespoole, parametrizeerides teadmatud kiigeparameetrid domineerimismaatriksi R kaudu. Me leiame olulise muutumise vaid siis, kui R -maatriks on mittetriviaalne ja kerge-neutriino massid on keskmiselt kõdunud. Kui kerge-neutriino massid on väga hierarhilised, on kvarkleptoni täiendussuhe $\theta_c + \theta_{12} = \pi/4$ üpris stabiilne, aga $\theta_{13,23}$ võib liikuda nende tulevikus oodatavatest eksperimendivigadest kaugemal. Ostsillatsioonifaasi δ muutumist võimaldab θ_{13} väiksus ja juhtudel, kus kerge-neutriino omaolekud ristuvad, toimuvad segunemisenurkade hüpped.

Kommentaariid:

- Need on väljateooria ja osakestefüüsika kosmoloogilised probleemid – osakeste teke ja nende omadused inflatsioonilises Universumis. Pirukadiagrammil vastab sellele suunale keskmine, tumeaine sektor; peale seda, kui füüsikud hakkasid tumeainesse tõsiselt suhtuma, on uurimissuund muutunud väga populaarseks. Astronoomide hulgas levivad visalt kuulujutud, et see suund on astronoomilise kosmoloogiaga võrreldes ka palju paremini finantseeritud; kes teab.
- Terminitest – see kokkuvõte on mul kindlasti väga halvasti tõlgitud, žargoon on võõras. Näiteks on kokkuvõttes esinev 'muutumine' originaalis '*running*'. Ei tea, kuidas seda terminit kasutavad osakeste füüsikud, vaatluslikus kosmoloogias (nt reliktiirguse spektri puhul) tähendab '*running*' astmeseaduse astendaja lineaarset muutumist. Olen näinud kasutatavat ka jõledat terminit '*running of running*'; kujutage ette, kui kaugele nii võib edasi joosta.
- Toreda tumeaine seletuse võite leida Terry Pratchett'i raamatust „*Thief of Time*“. Pratchett selgitab, et igas korralikus firmas peavad kõik asjad olema arvele võetud ja kontoriraamatutes kirjas. Nii on ka Universumis – iga osake on kirja pandud ja need kontoriraamatud moodustavadki varjatud (tumedat) ainet.

0.3 Vaatluslik kosmoloogia

Artikkel: Bernard J.T. Jones, Vicent J. Martínez, Enn Saar, Virginia Trimble, 2005. Sarnasusseadused galaktikate jaotuses. *Rev. Mod. Phys.* 76, 1211–1266.

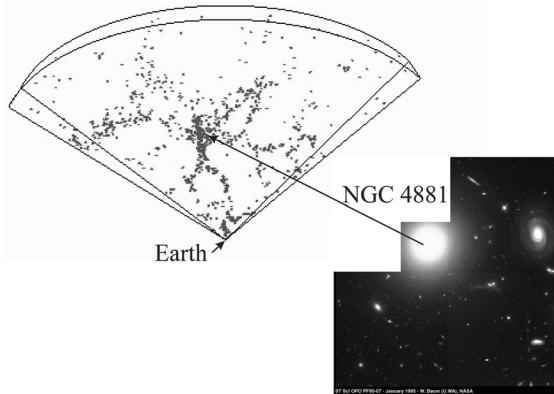
Eelmisel sajandil tehtud uurimistöö pani paika kosmoloogilise baasmudeli. Palju detaile vajavad veel täpsustamist, kuid vähe on neid, kes kahtlevad põhioletustes. Galaktikaülevaated on meile näidanud, et suuremastaabiline galaktikate jaotus Universumis pole sugugi juhuslik: selles näeme struktuure, mis haaravad laia skaalavahemikku. Kosmiliste struktuuride kirjeldamiseks on meil vaja vastavat matemaatilist aparatuuri. Siin tulevad appi sarnasusseadused – sarnasusseaduste ja nende kehtivuspiirkondade määramine aitab meil mõista füüsikalisi mehhanisme, mis tekitavad galaktikate parvi ja superparvi ja nendevahelisi hiigeltühikuid. Sama tähtis on leida, kus need seadused ei tööta, sest see näitab üleminekut ühelt füüsikaliselt mehhanismilt teisele.

Sarnasusseaduste formuleerimisel aitab meid analoogia fraktaalitega, matemaatiliste objektidega, millede puhul kehtib hulganisti sarnasusseadusi ja mida tihti defineeritaksegi sarnasusseaduste abil. Me peame siiski hoiduma deklareerimast, et Universum on teatud mastaapides fraktaalne; ainuke, mida võib väita, on see, et neis mastaapides kehtivad teatud spetsiifilised sarnasusseadused. Me vaid kasutame fraktaalsarnasuste matemaatilist rikkust kui tähtsat täiendust harilikule statistikute komplektele.

Kommentaar:

Vaatluslik kosmoloogia saab oma informatsiooni vaatlustest ja otsib neis informatsiooni Universumi ürgoleku (harilikult rekombinatsioonieelse epohhi), struktuuri ja seda moodustavate objektide tekke ja arengu ja muidugi kosmoloogilise mudeli enda kohta. Kasutatavad vaatlusandmete hulgad on väga mahukad; siia kuuluvad nii galaktikakataloogid kui reliktkiirguse temperatuuri- (ja polarisatsiooni-)häirituste kaardid. Põhiline uurimismetoodika on statistiline.

Nagu pirukadiagrammilt näha, tegeleb see suund siiski vaid nelja protsendiga Universumist. Oluline on aga, et järeldusi saab teha ka ülejäänud 96% kohta – on ju nii tumeaine kui tumeenergia avastatud helendava aine vaatluste põhjal. Seepärast peavad vaatluslikud kosmoloogid, kellede hulka ka mina kuulun, oma kosmoloogiat



Joonis 2. 'Universumi viilakas', kolmemõõtmeline CfA2 ülevaate galaktikakaart Coma parve suunas (1986). Lisapaneel näitab taevapilti Coma parvest viilu keskosas (Martínez ja Saar 2002).

tähtsamaks kui teisi kahte suunda. Olen kindel, et sama kehtib ka teise kahe suuna kosmoloogide kohta, kes igäüks oma kosmoloogiat toleks õigeaks kosmoloogiaks peab.

1 Vaatlusandmed

Edasine on muidugi pühendatud vaatluslikule kosmoloogiale. Ma kirjeldan lühidalt põhilisi vaatlusandmeid ja neist tulenevaid järeldusi ja lõpetan mõne näitega oma (ja oma kolleegide) uurimistööst.

Universumi suuremastaabilise struktuuri ehituskivideks on galaktikad. Kuigi tüüpiline galaktika on hiiglasuur ja keeruline tähekooslus (nt meie Galaktika oma umbes 10^{11} tähega, mustade aukude, supernovade, gaasi- ja tolmutpilvedega ja hiiglasliku tumeainest haloga), on see suuremastaabilises struktuuris enamasti lihtsalt massi- või helendustäpik. Seda näitab joon. 2, mis kujutab ühte esimest galaktikate radiaalkiiruste ülevaadet, koos ühe galaktika pildiga. Otsustav sõna on eelnevas lauses 'radiaalkiirus' – kui väga me seda ka ei sooviks, pole meil aparati, mille mingile galaktikale suunates saaksime teada galaktika kauguse. Vaatlused annavad meile otsest vaid galaktikate asukohad taevafääril, st suunad galaktikatele.

Õnneks Universum laieneb ja seetõttu kehtib nn 'Hubble'i seadus', mis seob galaktika kauguse meist r selle eemaldumiskiirusega v :

$$v = Hr, \quad (1)$$

kus H on nn Hubble'i konstant. Galaktika kaugenemiskiiruse saame aga hinnata selle spektrist, Doppleri seaduse järgi:

$$v = cz, \quad (2)$$

kus c on valguse kiirus ja z spektraalne nihe,

$$1 + z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}. \quad (3)$$

Siin on λ mingi spektrijoone vaadeldud lainepikkus ja λ_0 sama joone laboratoorne lainepikkus. Põhimõtteliselt nii lihtne see ongi. Tegelikult on asi muidugi hulga keerulisem, sest:

- Nõrkade objektide puhul on spektrijoone raske identifitseerida, eriti automatiseeritult, mis on vajalik mahukate galaktikavalimite puhul (miljoni spektri detailseks identifitseerimiseks ei jätku meie planeedil astronoomide).
- Hubble'i seadus (1) on vaid lineaarlähendus täpsele seosele, kus nii 'Hubble'i konstant' kui kaugus on punanihke funktsioonid. Õnneks on need määratud kosmoloogilise mudeliga ja kui teame mudeli parameetreid, teame ka neid seoseid.
- Iga galaktika puhul liitub tema 'Hubble'i kiirusele' modifitseeritud valemist (1) tema vaatesuunaline dünaamiline kiirus – massiivsetes galaktikaparvedes, mis on gravitatsioonilises tasakaalus, liiguvad galaktikad kiirustega umbes 1000 km/sec ringis, pisemates parvedes ja gruppides veidi aeglasemalt. Kuna Hubble'i konstant praegusel momendil on umbes 70 km/sec/Mpc (huvitavad ühikud, eks?), teeb see kauguses juurde täiendavad 14 Mpc. Galaktikaparvede mõõtmed on vaid 2 Mpc ringis, seega venitavad dünaamilised kiirused galaktikakaartidel galaktikaparved vaatesuunas välja, tekitades nn 'jumala sõrmed', mis on igast galaktikaparvest ähvardavalt kosmoloogide poole suunatud. Üks neist sõrmedest

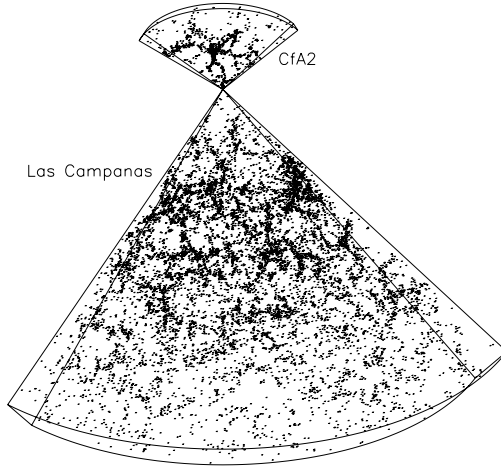
on kriipsujuku kere joonisel 2; selle tekitab rikas Coma galaktikaparv.

- Keda temaatika huvitab, soovitan lugeda meie monograafia (Martínez ja Saar 2002). Monograafia kannab küll nime „Galaktikajaotuse statistika“, kuid kuna too statistika ei saa hakkama ilma kosmoloogiliste mudelite ja vaatlusteta, on kõik põhitõed seal hästi kirja pandud (vast märkate sama tähtsusretsepti, mis kosmoloogiate puhul kehtis).

Aga kõiki neid komplikatsioone saab arvesse võtta ('jumala sõrmede' efekt on küll, kurb öelda, siiani veel korralikult elimineerimata) ja nii saamegi kolmedimensionaalsed galaktikakaardid, mis on vaatlusliku kosmoloogia põhimaterjal. Joonisel 2 näete esimest korralikku kaarti aastast 1986, heledate galaktikate ruumjaotust kitsas 150 Mpc kaugusele ulatuvas kihis (CfA2 kataloog). Galaktikaid on siin tervelt 1100, hulga rohkem kui varasemates vaatlusprogrammides. Vahe oli isegi nii suur, et too kaart sai uhke nime 'Universumi viilakas' (*'Slice of the Universe'*). Seda, kuidas vaatlusandmete hulk on kasvanud, näete joonisel 3, kus tollesama 'Universumi viilaka' kõrval on toodud uuema, Las Campanas'e ülevaate kaart (see ülevaade tehti samuti ruumiviiludes). Viimastes ülevaadetes on galaktikate arv juba väga suur – 2003. a valminud 2dFGRS (2-kraadilise välja galaktikate punanihete ülevaade) sisaldab umbes veerand miljonit galaktikat; praegu kestev SDSS (Sloani digitaalne galaktikate ülevaade) on plaanitud mõõtma miljoni galaktika punanihke.

Miljon objekti andmebaasis on suur arv; pealegi sisaldab SDSS andmebaas iga galaktika spektri, tihti mitut eri mõõtmist, ja galaktika pindfotomeetria andmed. Pindfotomeetria on olemas, muide, tunduvalt suurema hulga galaktikate, pea miljardi jaoks. Sellised andmebaasid võimaldavad juba väga suuri statistilisi täpsusi ja seega ka nõuavad neid. Nõuavad ka hoopis uusi algoritme, sest nt galaktikate korrelatsioonifunktsiooni (ruumjaotuse teise momendi) arvutamisel tuleb meil SDSS valimi puhul keskmistada üle 10^{12} galaktika-paari omavaheliste kauguste. Suured andmehulgad on muutnud vaatlusliku kosmoloogia 'täppiskosmoloogiaks', st inseneriteaduseks.

Teiseks tähtsaks vaatlusandmete allikaks on reliktkiirguse häiritused. Tunnustatuse poolest isegi tähtsamaks, sest reliktkiirguse avastamise ja selle häirituste mõõtmise eest on kaks korda kaks Nobeli preemiat antud (ettekande ajaks küll mitte, kuid praeguseks,

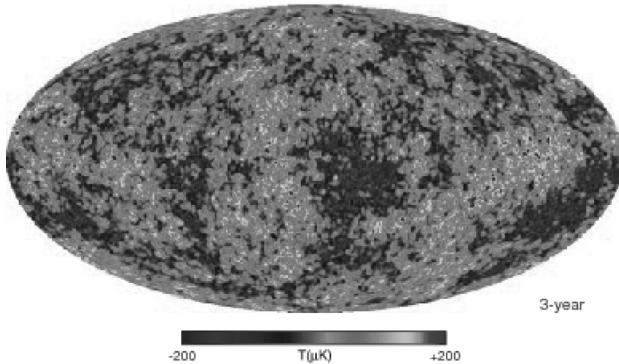


Joonis 3. Üks Las Campanas'e galaktikate punanihete kataloogi ruumiviil võrrelduna CfA2 kataloogiga. See pilt sai uhke nime – „lõpu algus“, sest kuigi kataloog ulatub neli korda kaugemale kui CfA2, jäävad kõige suuremad tühikud sama suureks kui seal (Martínez 1999).

mil ma ettekannet kokku kirjutan). Suuremastaabilise galaktika-jaotuse saladuslik kärgstruktuur pole Nobeli komiteele nii huvitav tundunud. Reliktkiirguse häiritused täiendavad galaktikakaarte, sest:

- mõlemad peegeldavad kogu graviteeruva aine jaotust;
- reliktkiirguse häiritused on pärit Universumi arengu väga varastest aegadest (punanihetelt $z \approx 1300$, kus kõik füüsikalised mõõdud olid 1300 korda väiksemad kui praegu);
- galaktikakaardid kirjeldavad aine praegust jaotust.

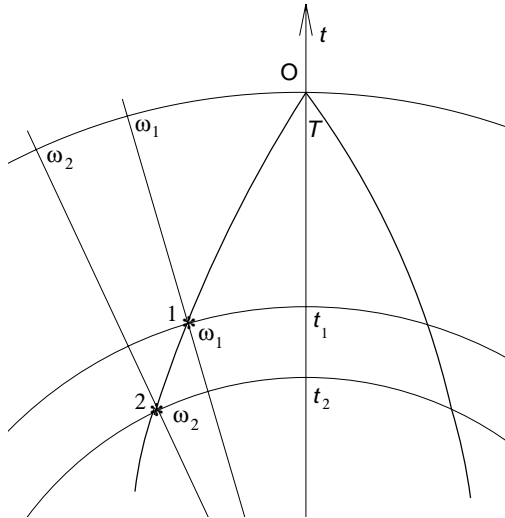
Reliktkiirguse häirituste mõõtmine on tehniliselt väga raske ülesanne – reliktkiirgus ise on väga nõrk, efektiivse temperatuuriga 2.7 K, ja häirituste amplituud maksimaalselt 10^{-5} sellest. Reliktkiirguse häiritusi mõõtvad satelliidiekspereimendid on samuti pidevalt täienenud. Kui 1990. a esimesena häiritusi mõõtnud satelliidi



Joonis 4. WMAP projekti uued, just enne ettekannet avaldatud 3 mõõtmisaasta tulemused. Reliktkiirguse häirituste kaart (galaktiilistes koordinaatides), mis on puhastatud galaktiilistest foonidest. Temperatuurid on kodeeritud heledusega (vt skaalat kaardi all). Allikas – Hinshaw jt (2006)

COBE nurklahutus oli 6° (umbes 1200 pikslit terve taeva kohta), siis praegu jätkuvas WMAP eksperimendis on see $0.88^\circ\text{--}0.22^\circ$ (sõltuvalt radiomeetri sagedusest), mis teeb taevapikslite arvuks kuni 850000 (joon. 4). See arv on võrreldav Sloani kataloogi planeeritud galaktikate arvuga.

Järgmisel, loodetavasti 2007. a orbiidile viidaval satelliidil Planck on nurklahutus veelgi suurem, kuni $5'$, mis vastab 6 miljonile pikslile üle taeva. Arvestame veel, et radiomeetreid on Planck'il planeeritud üheksa, mis kasvatab andmehulka suurusjärgu võrra. Galaktikate punanihete mõõtjatel tuleb pingutada, et järele jõuda. Nagu ülaltoodud võrdlusest näha, saab reliktkiirgusest ja galaktikakaartidest tulevat infot kombineerida. Struktuuri arengut aines kirjeldab põhimõtteliselt lihtne füüsika, gravitatsiooniline dünaamika laienevas Universumis pluss gasodünaamilised protsessid tähtede ja galaktikate tekkel. Reliktkiirgus annab meile algandmed struktuuri arenguks, galaktikakaardid kirjeldavad praegust struktuuri – kui head võimalused teooriate ja oletuste kontrolliks! Kahjuks saab seda aga teha ainult statistiliselt, sest kogu vaatlusinfo, mis Universumist saame, asub piki valguskoonust (joon. 5).



Joonis 5. Valguskoonus kahes mõõdus (aeg ja üks ruumimõõt). Vaatleja asub punktis O , kahe objekti (galaktika) maailmajooned on märgitud kui ω_1 ja ω_2 . Objekti ω_1 näeme me valguskoonusel punktis 1 ajamomendil t_1 , objekti ω_2 ajamomendil t_2 . Selge on ka see, et oma ajalugu (vertikaalset maailmajoont läbi punkti O) pole võimalik vaadelda. Tegelik valguskoonus koosneb eri ajamomente kirjeldavatest kontsentriilistest sfääridest; kerge arvutada, raske joonistada. Allikas – Martínez ja Saar (2002).

2 Struktuuri statistika

Struktuuri statistika algab struktuuri statistilisest mudelist. See on suuresti kokkuleppe asi, kuigi inflatsiooniteooria annab meile selleks praegu üpris korraliku lähtealuse, ennustades ürghäirituste gaussilisust ja adiabaatilisust. Teooria on aga küllalt paindlik selleks, et ka mitmesuguseid eksootilisi häiritusi ennustada, kui neid hädasti vaja läheks (kui vaatlused neid nõudma hakkaks).

2.1 Statistiline mudel

Vastavalt inflatsiooniteooriale oletatakse (ja oletati ka enne seda), et esialgsed häiritused moodustavad juhusliku Gaussi välja realisatsiooni. Realisatsiooni seepärast, et Gaussi välja mõiste sisaldab endas kõiki võimalikke realisatsioone, üle mille toimuvad kõik keskmistamised. Kuna meil on aga ainult üks Universum käepärast, peame lootma ergoodilisusele, et ruumkeskmised õiged tulemused annaks. Isegi praeguste vaatlusandmete puhul pole alati selge, kas ergoodilisus kehtib; heaks näiteks on reliktfooti häirituste madalate multipoolide amplituudid, mis teooriaga ei klapi. Kuna me elame aga ühes realisatsioonis, pole selge, kas meie mõõdetud amplituudid peavadki teooria poolt ennustatavate keskmistega klappima.

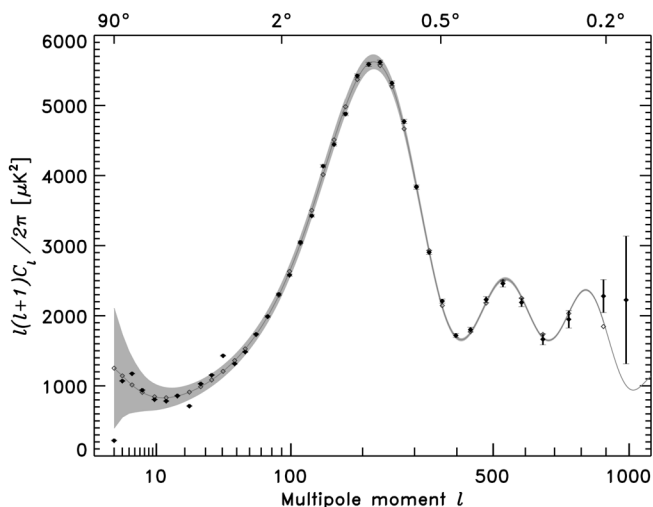
Juhuslikku Gaussi välja kirjeldab täielikult tema võimsusspekter (spektraaltihedus) $P(k)$ (k on lainevektori moodul; harilik oletus on, et kosmoloogilised väljad on isotroopsed). See peaks olema ka ainuke info, mida reliktkiirguse häiritustest leida saab, kuigi sealgi on palju huvitavat peidus. Siiski saab mõõta reliktkiirguse puhul ka selle polarisatsiooni, leida polarisatsioonihäiritusi (kaks erinevat moodi) ja võrrelda neid kiirguse intensiivsuse häiritustega.

Galaktikajaotuse statistiline mudel on Cox'i punktprotsess. Selleks võetakse ette juhuslik Gaussi väli (st selle võimsusspekter $P(k)$), leitakse spektri kaudu välja realisatsioon harilikus ruumis $\lambda(\mathbf{x})$ ja konstrueeritakse Poissoni protsess koordinaatidest sõltuva keskmisega, mis on võrdeline suurusega $\lambda(\mathbf{x})$.

Nii punktprotsessi kui Gaussi välja standardstatistikud on igat järku momendid – harilikus ruumis muidugi keskmine, teine moment (korrelatsioonifunktsioon $\xi(r)$) ja kõrgemat järku korrelatsioonifunktsioonid. Lainearvude ruumis muidugi võimsusspekter ja tihti ka bispekter – kolmas moment, mis on määratud kahe lainevektoriga.

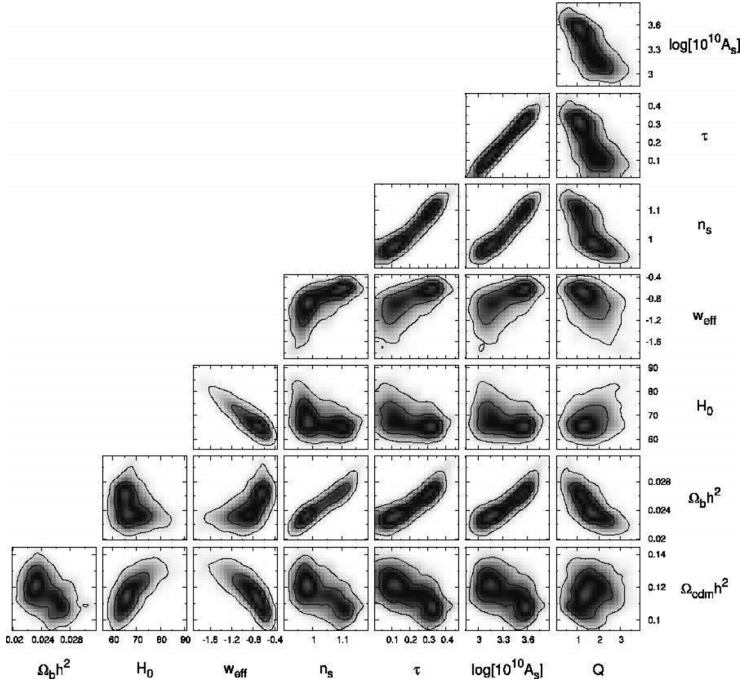
2.2 Korrelatsioonifunktsioon ja võimsusspekter

Kaks pealkirjas mainitud statistikut on kõige kergemini määratavad ja seega kõige rohkem kasutatud. Põhimõtteliselt on need ekvivalentsed, kuna on teineteise Fourier' teisendused, kuid sõltuvalt vaatlusandmete iseloomust (põhiliselt valimiruumala geometriast) saab kord täpsemalt hinnata üht, kord teist statistikut.



Joonis 6. Reliktkiirguse temperatuurihäirituste võimsusspekter $C(\ell)$ sõltuvana multipoolist ℓ . Vaatlusandmete $1-\sigma$ viga on näidatud vertikaaljoonega, hall ala tähistab realisatsioonis lubatud $1-\sigma$ vahemikku (kosmilist müra). Allikas – Hinshaw jt (2006).

Alustame võimsusspektrist. Mitmeks otstarbeks on selle hindamiseks kasulikud reliktfootoni andmed, sest need kannavad infot varasest ajast, kus võimsusspektri ja teooria muude (nn kosmoloogiliste) parameetrite vaheline seos on veel lihtne. Joonisel 6 on toodud hiljuti avaldatud WMAP-projekti 3 aasta tulemuste põhjal saadud temperatuurihäirituste võimsusspekter $C(\ell)$. Pange tähele, et spektri amplituudid on korrutatud faktoriga $\ell(\ell+1)$, mis elimineerib põhilise sõltuvuse lainearvust ja näitab uhkesti otsillatsioone. Neid nimetatakse barüonostsillatsioonideks, sest need tekivad helilainetest ürgses foton-barüonplasma enne rekombinatsiooni. Et helilained spektris harmoonilisi võnkumisi annaksid, peab nende areng olema lainearvuti (skaalati) sünkroniseeritud. Sellist sünkronisatsiooni pakub inflatsiooniteooria. Barüonostsillatsioone (akustilisi otsillatsioone) peetaksegi praegu üheks tugevamaks vaatlusargumendiks, mis inflatsiooniteooriat toetab. Muidugi on need otsillatsioonid ainult võimsusspektris olemas, reaalses ruumis neid otseselt näha pole.



Joonis 7. Kosmoloogilise mudeli parameetrite 2-D marginaalseeritud jaotused kaheksa parameetriga (barüontihedus $\Omega_b h^2$, tumeaine tihedus Ω_{cdm} , Hubble'i konstant H_0 , tumeenergia olekuparameeter w_{eff} , võimsusspektri indeks n_s , reioniseeritud gaasi optiline paksus τ , tihedushäirituste amplituud A_s ja spektrimoonutuste parameeter Q) kriitilise tihedusega ($\Omega_b + \Omega_{cdm} + \Omega_\Lambda$) mudeli jaoks. Kontuurjooned näitavad 68% ja 95% usalduspiirkondi. Lähteandmeteks on WMAP'i ja SDSS LRG (heledate punaste galaktikate allvalimi) võimsusspektrid. Allikas – Hütsi (2006).

Nagu kirjutasin, sõltub võimsusspekter kosmoloogilistest parameetritest. Siia kuuluvad nii kosmoloogilise mudeli põhiparameetrid (energiatihedused, tumeenergia olekuvõrrandi parameeter, Hubble'i parameeter) kui ka parameetrid, mis kirjeldavad võimsusspektri sumbumist hilisematel epohhidel (sekundaarse ionisatsiooni punanihe ja intensiivsus) jm. Neid parameetreid on umbes kümne ringis

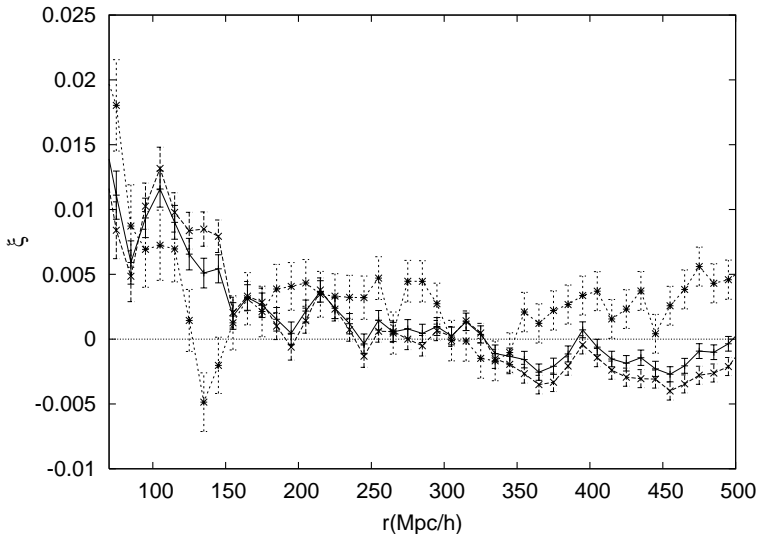
ja need hinnatakse harilikult maksimaalse tõepära meetodil. Kuna parameetrite ruum on mahukas, on ainuke meetod, mis töötab, MCMC (Markovi ahela Monte-Carlo). Pealegi on mitmed parameetrid 'kõdunud', st võimsusspekter sõltub vaid nende teatud kombinatsioonidest. Kõdumist aitab vältida galaktikavalimite võimsusspektri ja muude vaatlusseoste, näiteks supernoovade heleduspunanihke seose lisamine. Näide sellisest harjutusest on toodud joonisel 7, kus Gert Hütsi kasutas lisamaterjalina Sloani ülevaate heledate punaste galaktikate (LRG) allvalimit. See valim ulatub sügavale, punanihkeni $z = 0.5$ (kauguseni umbes 2000 Mpc), ja nagu Hütsi näitas, saab selle võimsusspektris leida rohkem barüonvõnkumisi kui WMAP'i spektris – kiirgushäiritused sumbuvad tugevamini kui häiritused ainetiheduses. Veelkordne näide sellest, kuidas reliktfooti ja galaktikakaartide andmed teineteist täiendavad.

Kui joonist 7 tähelepanelikult uurida, näeme, et mitmedki parameetrid on juba üpris täpselt määratud. Peab siiski meeles pidama, et kõik need numbrid kehtivad fikseeritud mudeli puhul; teistsugune vabade parameetrite valik muudab ka täpsushinnanguid.

2.3 Kauge korrelatsioonifunktsioon

Nüüd üks näide sellest, kuidas praegused galaktikajaotused ürghäiritusi kirjeldavad. Praegusest varase Universumi arengut kirjeldavast inflatsiooniparadigmast järeldeb, et korrelatsioonifunktsiooni sabal asub üks sekundaarmaksimum, umbes 120 Mpc vahekauguste juures, ja peale seda läheneb korrelatsioonifunktsioon monotoonselt nullile. See on otseselt vaatlustest kontrollitav ennustus; siiani on otsitud seda maksimumi, leitud, et see on olemas, ja oldud rõõmsad. Suuremate kauguste jaoks pole korrelatsioonifunktsiooni proovitudki uurida (vist sellepärast, et teooria seal midagi ei ennusta). Ongi hea võimalus teooriat kontrollida.

Seda tööd alustasime Valencias juba 2005. a lõpus, kasutades SDSS LRG andmebaasi, mis katab suure ruumala ja kus galaktikate kuhjumist suurtel vahekaugustel peaks saama täpsemalt määrata. Tulemused olid segased, sest SDSS andmete esitus on halb ja neid on raske töödelda. Sel kevadel andsin sama ülesande Margus Sootlale, tema bakalaureusetöö tarvis. Kõige raskema ülesande – juhusliku võrdlusvalimi genereerimise, mis sõltub oluliselt vaatluslikest moo-



Joonis 8. SDSS LRG korrelatsioonifunktsioon; koguvalem – pidev joon, alamvalem A – kriipsjoon, alamvalem B – punktiirjoon. Vead on hinnatud kahekordse Poissoni standardhälbe järgi, vast veidi isegi liiaga. Inflatsiooniteooria ennustab joonisel toodud piirkonnas ainukest maksimumi 110 Mpc ümbruses, mis on näha koguvalemis ja valemis A, valemis B on see maksimum aga praktiliselt olematu. Mingeid muid võnkumisi esimesest maksimumist kaugemal olla ei tohiks. Allikas – Sootla (2006).

nutustest, lahendas Gert Hütsi, kes laenas meile oma varem kasutatud valimit. Tulemus oli seekord olemas – kuigi esimene maksimum on näha, on näha ka hulk sama amplituudiga võnkumisi suurematel vahekaugustel (joon. 8). Kas inflatsiooniteooria on kukutatud?

Kahjuks veel mitte, sest LRG valimi valikutingimused on väga keerulised ja igasugune arvestamata süstemaatika võib valesignaali tekitada. Põhimure ongi siin signaali olulisuse hindamine ja sellega me tegeleme. Kahtlusi on tekkimas ka ilutulemuses – sekundaarmaksimumi olemasolus – üldse. Joonisel 8 on toodud ka kahe alamvalimi korrelatsioonifunktsioonid (SDSS katab kahte erinevat taevaala). Nagu näha, on maksimum valemis A olemas (see valim on

suurem ja määrab ka kogu korrelatsioonifunktsiooni käigu). Valimis B on aga olukord pea vastupidine. See tähendab, et suurtel skaaladel domineerib kosmiline müra isegi nii ulatuslikes valimites kui SDSS LRG. Aga võimalus otsida praegusest galaktikajaotusest infot väga varase Universumi füüsika kohta on täiesti reaalne.

3 Skaalad

Kosmoloogilised jaotused (tihedused, gravitatsioonipotentsiaalid, kiiruste väljad) on kõik sellised, milledes leidub struktuure väga laias skaalavahemikus. Kogu eelnev tekst on täis näiteid selle kohta – visake uuesti pilk galaktikajaotuse kaartidele (joon. 3) või pikkadele korrelatsioonidele (joon. 8). Sama on näha reliktkiirguse kaardis (joon. 4); statistiliselt kirjeldab seda kiirgushäirituste võimsusspekter (joon. 6). Kuidas selliseid välju paremini kirjeldada?

3.1 Komponentid

Loomulik tee paljuskaalaliste väljade uurimiseks on sagedusanalüüs, kui väli lahutatakse eri sagedusega komponentideks. Tuntum neist on Fourier' teisendus – ruumikoordinaadist x sõltuval tihedusele $\rho(x)$ (töötame esialgu lihtsuse mõttes ühes mõõtmes) seatakse vastavusse tema Fourier' teisendus $\hat{\rho}(k)$ (k on lainearv):

$$\hat{\rho}(k) = \int \rho(x)e^{ikx} dx. \quad (4)$$

Nagu näete, kaob selle teisendusega (tihedus)välja sõltuvus ruumikoordinaadist. Mis siin halba? Minu noorusajal mängiti hommikuti alpilaagrites tihti laulukest sõnadega „Minu aadressis pole ei maja ega tänavat, mu aadress on Nõukogude Liit.“ Samasugused tühja täis kodutud objektid on Fourier' moodid (komponendid), mis kirjeldavad võnkumisi kogu piirkonnas korraga. Mõne ülesande puhul on see sobiv (nt võimsusspektri(te) leidmiseks), mõne puhul aga ei (nt väljade mustri uurimiseks).

Sellisel juhul on paremaks tööriistaks lainikud (*wavelets*). Nende saamiseks konvoleeritakse väli kompaktse nulliks integreeruva pro-

filiga $\psi(\cdot)$, ja lainik-komponent $W(a, b)$ sõltub nii profiili (keskpunkti) asukohast b kui selle laiusel (skaalast) a :

$$W(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int \rho(x) \psi^* \left(\frac{x-b}{a} \right) dx, \quad (5)$$

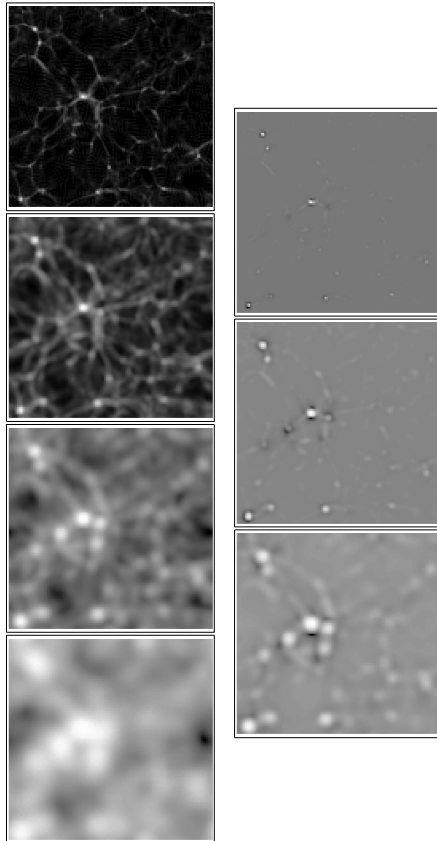
$$\int W(a, b) db = 0. \quad (6)$$

Kuna (6) on ainuke tingimus lainiku valikul, on kasulike lainik-süsteemide hulk tohutu. Harilikult kasutatakse lainikeisendust musta kastina signaali filtreerimisel (puhastamisel); vähemalt kosmoloogias saab valida ka sellised lainik-komponendid, millel on otsene füüsikaline sisu. Siin toodud pildid ja nende analüüs on saadud nn *à trous* teisendusega (vt täpsemalt Saar jt 2006). See teisendus lahutab välja $\rho(x) \equiv m^{(0)}(x)$ igal düaadilisel (omavahel kaks korda erineval) skaalal i 'siledaks väljaks' $m^{(i)}(x)$ ja 'lainikväljaks' $w^{(i)}(x)$, kusjuures kõige siledama komponendi (järguga J) ja lainikute summa rekonstrueerib algvälja:

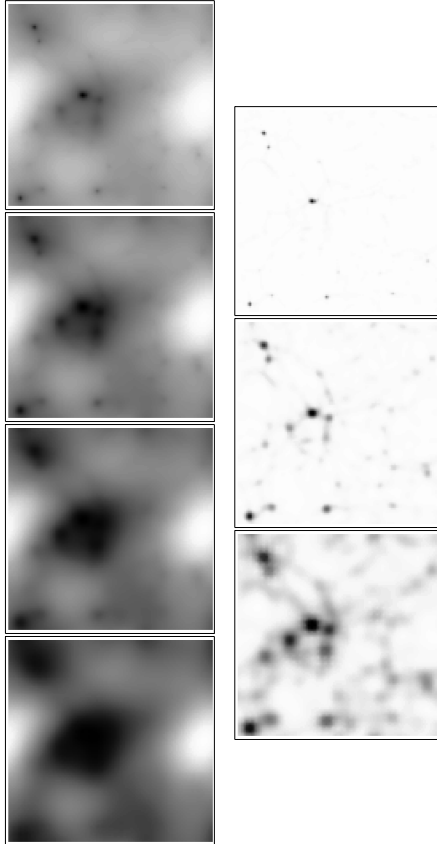
$$m^{(0)}(x) = m^{(J)}(x) + \sum_{i=0}^{i=J} w^{(i)}(x). \quad (7)$$

Nii siledad väljad kui lainikväljad on lokaalsed, nad on defineeritud samades ruumipunktides kus originaalväli. Valem (7) annab signaali lokaalse sageduslahutuse. Toon näite – joonis 9 illustreerib kosmoloogilise struktuuri arengu numbrilise mudeli tihedusvälja *à trous* lahutust, joonis 10 aga lainiklahutust samale tihedusväljale vastava gravitatsioonilise potentsiaali jaoks.

Üks tähtsamaid *à trous* lainikanalüüsi rakendusi on kosmiliste väljade mustri (tekstuuri, morfoloogia) uurimine.



Joonis 9. \dot{A} *trous* tiheduskihid N-keha mudelis (logaritmiline amplituudskaala). Vasakpoolses tulbas asuvad siledad väljad, originaalväli ülal, aina kõrgemad järgud allapoole. Parempoolses tulbas asuvad lainikväljad, kusjuures sileda ja naabruses asuva lainikvälja summa annab kõrgemal asuva (madalama järguga) sileda välja. Allikas – Saar (2006).



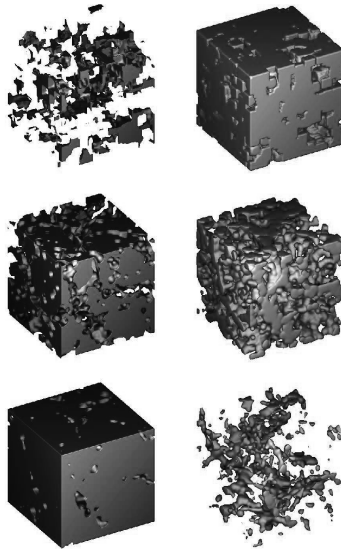
Joonis 10. \dot{A} *trous* gravipotentsiaali lainiklahutus N-keha mudelis (lineaarne amplituudskaala). Vasakpoolses tulbas asuvad siledad väljad, originaalväli ülal, aina kõrgemad järgud allapoole. Parempoolses tulbas asuvad lainikväljad, kusjuures sileda ja naabruses asuva lainikvälja summa annab kõrgemal asuva (madalama järguga) sileda välja. Allikas – Saar (2006).

4 Morfoloogiline analüüs

Kuigi juhusliku välja momente on küllalt lihtne defineerida ja, mis vast isegi tähtsam, juhuslike Gaussi väljade puhul on need hästi teada, on kõrgemate momentide arvutamine vaevanõudev, sest nad elavad aina suuremate dimensioonidega ruumides. Üks huvitav ortogonaalne meetod juhuslike väljade kirjeldamiseks, mida kosmoloogias juba paarkümmend aastat kasutame, on nende morfoloogia.

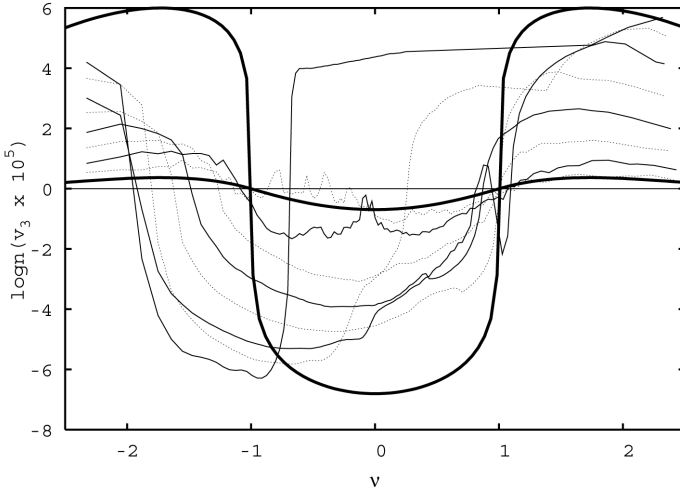
Ka morfoloogiline analüüs on põhimõtteliselt lihtne. Olgu meil skalaarväli (nt tihedus, gravipotentsiaal); kui valime mingi nivoo, määrab see välja nivoopinnad (hüperpinnad). Joonisel 11 näete, kuidas sellised pinnad galaktikate tihedusjaotuse puhul välja võiksid näha. Nende pindade selliseid omadusi, mis ei sõltu valimi ruuminihetest ja -pööretest, kirjeldabki matemaatiline morfoloogia. Pais tab nagu keeruline ülesanne olema, kuid juba eelmise sajandi kahekümnendatest aastatest on teada, et selleks kirjeldamiseks piisab vaid mõne funktsionaali (Minkowski funktsionaali) arvutamisest, kõik muud kirjeldusfunktsioonid avalduvad nende lineaarsete kombinatsioonidena. Kolmemõõtmelise ruumi jaoks on neid funktsionaale neli: pinna sisse jääva tihedama ruumiosa ruumala, pinna kogupindala, üle pinna integreeritud pinna keskmine kõverus ja integreeritud Gaussi kõverus. Viimast suurust tuntakse ka pinna Euleri karakteristikku või topoloogilise karakteristikku nime all; topoloogilise seepärast, et see loeb kokku pinda moodustavaid pallikesi, tühimulle ja tunneleid.

Morfoloogilise analüüsi põhieesmärgiks on siiani olnud kontrollida, kui hästi kehtib hüpotees, et esialgsed häiritusväljad on gaussilised. Nimelt on gaussilised väljad ühed vähestest, millede puhul on Minkowski funktsionaalide sõltuvus tihedusnivoost täpselt teada ja millede puhul teame ka seda, kuidas gravitatsiooniline dünaamika morfoloogiat moonutab. Siiani on saadud tulemused olnud optimistlikud – ükskõik milliseid tihedusvälju pole uuritud, on ikka leitud, et nende morfoloogia on gaussiline. Meie lainikanalüüsi grupil (Vicent Martínez'il Valenciast, Jean-Luc Starck'il Pariisist, David Donoho'l Stanfordinist ja minul) on ammu olnud kahtlus, et see tulemus võib olla triviaalne – nimelt leitakse galaktikavalimite tihedusväljad harilikult Gaussi silumisega, kusjuures Gaussi profiil on väga lai. Me näitasime, et selline silumine viib iga välja morfo-



Joonis 11. Tüüpilise galaktikajaotuse tihedusvälja samatiheduspinnad (need küll mudeljaotuse jaoks). Vasakus tulbas – hõredad piirkonnad (tihedus alla valitud tihedusnivoo), paremas tulbas tihedad piirkonnad. Tihedusnivood on valitud fikseeritud ruumalaosa jaoks: ülalt alla 7%, 50% ja 93%. Allikas –Martinez jt (2005).

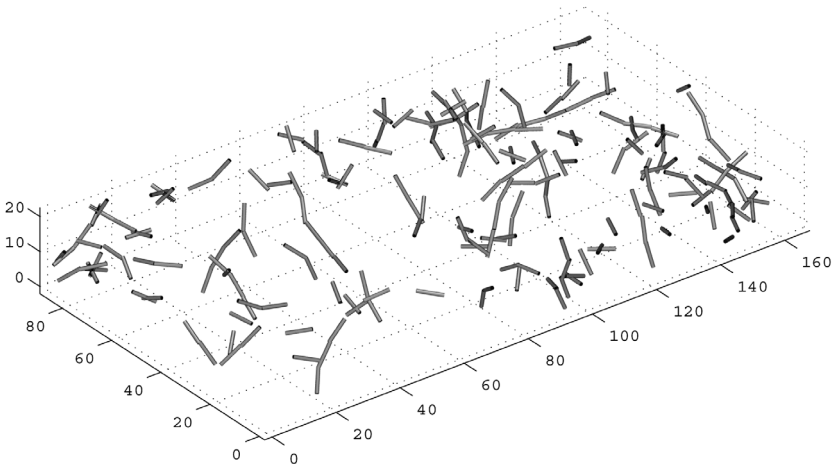
loogiliselt ekvivalentseks Gaussi juhusliku väljaga ja ei räägi meile seega midagi välja tegelikust morfoloogiast. Kui kasutasime tihedusvälja saamiseks lainikanalüüsi, nii pilditöötlusele analoogset lainikpuhastust kui ülalkirjeldatud mitmeskaalalist analüüsi, ei näinud me gaussilist morfoloogiat kusagil. Joonisel 12 on toodud 2dFGRS galaktikavalimi kolmandad Minkowski funktsionaalid eri skaalade jaoks, nii vaatluskõverad kui tüüpilised kõverad Gaussi välja jaoks. On selgesti näha, et uuritud skaalades (vahemikus 4–32 Mpc, sammuga $\sqrt{2}$ korda) pole ükski tihedusväli gaussiline, kuigi need lähenevad gaussilisele suurematel skaaladel. Mis füüsika tekitab vaadeldava erinevuse Gaussi väljast, on praeguseks veel lahtine. Oma osa on graviteeruvaal dünaamikal ja faktil, et galaktikad ei teki ühtlaselt üle tihedusvälja, kuid võib-olla näeme me ka juba ürgse mittegaussilisuse jälgi.



Joonis 12. 2dFGRS galaktikavalimi mitmeskaalaline morfoloogia. Peened jooned näitavad vaatluslikke v_3 vs ν kõveraid (v_3 on kolmanda Minkowski funktsionaali ruumtihedus, ν normeeritud tihedusniivo) ja kaks rasvast joont tüüpilisi kõveraid Gaussi juhusliku välja puhul. Kuna kõverad on väga erinevate amplituudidega (mida kõrgem järk (suurem skaala), seda väiksem amplituud) ja omavad nii positiivseid kui negatiivseid väärtusi, on need esitatud $\log n(f; 1)$ teisenduses, $\log n(f; a) = \text{sgn}(f) \log(1 + |f|/a)$. Lainikskaalad muutuvad vahemikus 2–16 Mpc (pidev peen joon) ja $2\sqrt{2}$ – $16\sqrt{2}$ Mpc (peen punktiirjoon). Allikas – Saar jt (2007).

5 Filamendid

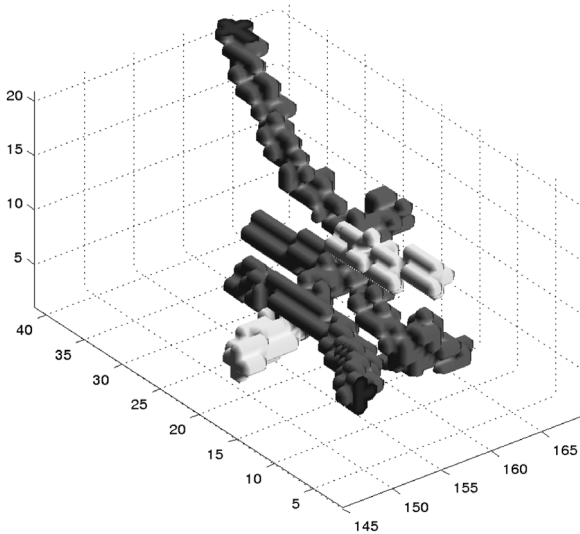
Galaktikajaotuse kaartidel torkavad kõigepealt silma suured tühikud ja need galaktikaketid (filamendid), millede vahel tühikud asuvad (vt joon. 3). Galaktikate suuremastaabilist struktuuri on tihti nimetatud nii rakustruktuuriks kui kärgrakustruktuuriks, filamente me aga veel korralikult kirjeldada ei oska. Põhjuseid on palju – filamendid pole homogeenised, vaid hierarhilised struktuurid; filamendid on anisotroopsed, harilikud moment- ja lainikmeetodid aga põhinevad isotroopsetel tuumadel; vaatluslikud filamendid moodustuvad diskreetsetest objektidest jne.



Joonis 13. Galaktikafilamentide modelleerimine märgitud punktprotsessiga (Bisous' protsess). Optimaalsed elementaarsilindrid 2dFGRS osavalimis ja nende moodustatud võrkstruktuur. Allikas – Stoica jt (2006).

Kirjeldan filamentide automatiseeritud leidmise projekti, mis algas sellest, kui noor Rumeenia statistik Radu Stoica esines Valencia Observatooriumis ettekandega oma tööst teedevõrgu automatiseeritud leidmiseks aerofotodel. See põhineb märgitud punktprotsessidel; nt galaktikafilamentide leidmiseks lisame igale galaktikale orienteeritud silindri (Bisous' protsess). Filamendivõrgu iseloomu määravad õigesti valitud interaktsioonireeglid ja parim filamendivõrk leitakse jahtumisprotsessis (*simulated annealing*). Joonis 13 näitab nii leitud filamendivõrku 2dFGRS ühes alamvalimis; selline võrk lubab juba arvutada filamentstruktuuri statistikuid ja võrrelda vaatlusi numbriliste mudelitega (teoreetilisi võrkstruktuuri kirjeldusi meil veel pole ja pole selge, kas need võimalikud ongi).

Peale globaalsete filamendistruktuuride oskame me uurida ka üksikuid filamente, kasutades külüstühenäosusi (kui tihti jahtumisprotsess mingit ruumirakku külatab). Tüüpiline filament on toodud joonisel 14, koos filamendi otsades asuvate galaktikagruppidega. Oluline on gruppide ja filamendi omavaheline posit-



Joonis 14. Üksik filament 2dFGRS valimist. Tumehalliga on näidatud filamendi osa 95% usaldustasemel, helehalliga need osad, mis liituvad, kui usaldustaset lasta alla 75%-ni. Tumedamad piirkonnad filamendi otstes on galaktikagrupid Erik Tago kataloogist. Allikas – Stoica jt (2006).

sioon – need grupid on saadud hoopis omaette uurimusest, kuid filamentide interaktsioonireeglid kindlustavad, et grupid ja filamentid ei kattu, vaid filamentid ühinevad gruppides. Hargneda võib aga filament ise, ilma gruppide abita.

6 Probleemid

Vaatluskosmoloogia praeguste probleemide mootorid on kahesed. Ühelt poolt on need vaatluslikud – aina suurenev vaatlusandmete maht ja nende suurenev täpsus sunnib meid esitama kõiki neid küsimusi, milledele vaatlusandmetes vastused peidus, ja täiustama statistilisi meetodeid. Teine mootorite klass on teoorias – ka siin on veel hulk lahendamata probleeme, mitmeidki asju oskame me vaid numbriliselt modelleerida, mitte aga teoreetiliselt ennustada. Tööd

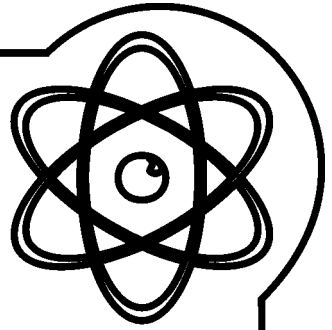
jät kub. Loetlen lõpetuseks mõned teemad, millega mina ja töögrupid, milledega seotud olen, tegeleme või plaanime lähitulevikus tegeleda:

- Kosmoloogiliste väljade sagedusanalüüs, Fourier' komponendid, faasikorrelatsiooni sisu. Faasid on eriti huvitav mõiste – kui määrame need ühes punktis, kirjeldavad need korraga kogu universumit, eks? Imelik.
- Väljade gaussilisus; erinevus gaussilisusest võib väljenduda selles, et amplituudjaotuste tiivad on rasvased. Sellised väljad on tihti (multi)fraktaalised.
- CMB (ja galaktikastruktuuride) suuremastaabiline asümmeetria (anisotroopia). On küllalt vaatlusfakte, mis sellele viitavad, aga praegune teooria neid ei seleta; ongi teine vast liiga lihtne.
- Numbrilised mudelid; me usume neisse liiga pimedalt, samal ajal kollitavad nende arvutamisel paljud numbrilised ja lähendusprobleemid. Mis määral kirjeldavad need maailma ja mis määral arvutusprobleeme?
- Pimeda aja lõpp, esimeste tähtede ja galaktikate teke. See on põnev problemaatika, nii vaatluslikult kui teoreetiliselt, ja ilmselt muutub see vaatlusliku kosmoloogia põhisuunaks mitmeks kümnendiks.

Kirjandus

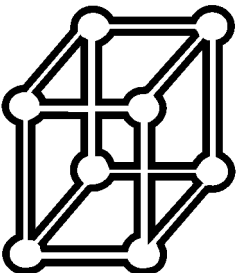
1. G. Hinshaw, M.R. Nolta, C.L. Bennett, R. Bean, O. Doré, M.R. Greason, M. Halpern, R.S. Hill, N. Jarosik, A. Kogut, E. Komatsu, M. Limon, N. Odegard, S.S. Meyer, L. Page, H.V. Peiris, D.N. Spergel, G.S. Tucker, L. Verde, J.L. Weiland, E. Wollack, E.L. Wright, 2006. Three-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Temperature Analysis. Astro-ph/0603451 (avaldatakse ajakirjas *The Astrophysical Journal*)
2. G. Hütsi, 2006. Power spectrum of the SDSS luminous red galaxies: constraints on cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics* 459, 375–389
3. V. J. Martínez 1999. Is the Universe Fractal? *Science* 284, 445–446
4. V. J. Martínez, E. Saar, 2002. Statistics of the galaxy distribution. Chapman & Hall / CRC Press, Boca Raton

5. V.J. Martínez, J.-L. Starck, E. Saar, D.L. Donoho, S. Reynolds, P. de la Cruz, S. Paredes, 2005. Morphology of the galaxy distribution from wavelet denoising. *The Astrophysical Journal* 634, 744–755
6. E. Saar, 2006. Multiscale methods. Astro-ph/0612370 (avaldatakse Valencia 2004 a Galaktikate statistika suvekooli kogumikus)
7. E. Saar, V.J. Martínez, J.-L. Starck, D.L. Donoho, 2007. Multi-scale morphology of the galaxy distribution. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 374, 1030–1044
8. M. Sootla, 2006. Galaktikate korrelatsioonifunktsioon suurte vahekaugustel. Bakalaureusetöö (Tartu Ülikool)
9. R. Stoica, V.J. Martínez, E. Saar, 2006. A three dimensional object process for detection of cosmic filaments. *Journal of the Royal Statistical Society, Series C: Applied Statistics*. Saadetud avaldamiseks



XXXVII
EESTI
FÜÜSIKA-
PÄEVAD

20. ja 21. märts, 2007
Tartus



20.–21. märts 2007. a.
Tartu Ülikooli füüsikahoone suur auditoorium
Tähe 4, Tartu

Teisipäev, 20. märts

Avasõna	10:00–10:15
EFS preemiate üleandmine, aastapremia laureaadi ettekanne	10:15–10:50
Henn Käämbre (TÜ FI)	
Suure paugu kauge kuma	10:55–11:25
Arvi Freiberg (TÜ)	
Milleks meile biofüüsika?	11:30–12:00
Stendisessioon, lõunapaus ja EFS juhatus koosolek	12:05–13:00
Harry Alles (Helsingi Tehnikaülikool)	
Ülivoolav tahke heelium?	13:00–13:25
Erko Jakobson (TÜ)	
Atmosfääri veeaurusisalduse, meridionaalse niiskuse transpordi ja temperatuuri trendid põhjapoolkeral 1958 – 2001	13:30–13:45
Indrek Renge (TÜ FI)	
Korrastamata süsteemide spektroskoopia didaktiline mudel	13:50–14:20
EFS üldkogu	15:00–15:45

Kolmapäev, 21. märts

Jaak Kikas (TÜ FI)	
Veider kitt ja vesihõbe	09:30–09:50
Arvo Mere (TTÜ)	
Riigieksamist	09:55–10:15
Anneli Roode (TLÜ)	
Põhikooli eksamist	10:20–10:50
Henn Voolaid (TÜ)	
Mida teevad USA koolifüüsikud?	10:55–11:15
Terje Tuisk (SA Archimedes)	
Õpilaste uurimustööd ja SA Archimedes	11:20–11:35
Ott Krikmann (TÜ)	
Õpetajakoolitus Tartu Ülikoolis	11:40–11:55

Henn Käämbre (TÜ FI)	
Ettore Majorana – salapäraselt haihtunud geenius	13:00–13:30
Enn Pärtel (TÜ)	
Üldhinnang füüsika ainekava väljatöötamisele	13:35–13:50
Koit Timpmann (TÜ)	
Muudatused põhikooli osas	13:55–14:10
Kalev Tarkpea (TÜ)	
Gümnaasiumi põhiainekava	14:15–14:30
Jaan Paaver (Tartu Forseliuse Gümnaasium)	
Esimesed gümnaasiumi põhiainekava rakendamise kogemused	14:35–14:50
Jaak Jõgi (Lähte Ühisgümnaasium)	
Gümnaasiumi laiendatud ainekava	14:55–15:10
Arvo Mere (TTÜ)	
Uue ainekava kriitika	15:15–15:30

Raamatus kasutatud asutuste nimetuste lühendid

EMHI	Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut
FIMR	Finnish Institute of Marine Research
HTM	Haridus- ja Teadusministeerium
KBFI	Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität, München
MPA	Max Planck Institute for Astrophysics, Garching
REKK	Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus
TLÜ	Tallinna Ülikool
TO	Tartu Observatoorium
TTÜ	Tallinna Tehnikaülikool
TTÜ GI	TTÜ Geoloogia Instituut
TTÜ KI	TTÜ Küberneetika Instituut
TÜ	Tartu Ülikool
TÜ BGGG	TÜ geograafia instituut
TÜ FI	TÜ Füüsika Instituut
TÜ FK	TÜ füüsika-keemiateaduskond
TÜ FKBM	TÜ biomeditsiinitehnika ja meditsiinifüüsika teadus- ja koolituskeskus
TÜ FKEF	TÜ eksperimentaalfüüsika ja tehnoloogia instituut
TÜ FKFE	TÜ füüsikalise keemia instituut
TÜ FKKF	TÜ keskkonnafüüsika instituut
TÜ FKOK	TÜ orgaanilise ja bioorgaanilise keemia instituut
TÜ FKTF	TÜ teoreetilise füüsika instituut
TÜ FO	TÜ füüsikaosakond
TÜ MTAT	TÜ arvutiteaduse instituut

ETTEKANNETE SISUKOKKUVÕTTED

ÜLIVOOLAV TAHKE HEELIUM?

Harry Alles (Helsingi Tehnikaülikool)

2004. aastal teatasid Pennsylvania Ülikooli füüsikud Eunseong Kim ja Moses Chan, et nad on avastanud tahke heeliumi ülivoolava oleku (ingl. *supersolid*). Sellise järeltule tegid nad katsete põhjal, kus nad piltlikult öeldes võngutasid lamedat ketast, mis oli täidetud tahke ^4He -ga, ümber selle telje edasi-tagasi (nn torsioonvõnkumine) ja kus katseseadme võnkesagedus kasvas, kui katse jahutati 0,2 K-st madalamale temperatuurile. Kuigi Kimi ja Chani katsetulemust on suutnud korrata ka mitmed teised uurimiserühmad, ei ole aga sugugi kindel, et nähtus, mille nad on avastanud, on just tahke heeliumi ülivoolavus. Nimelt on leidnud eksperimentaalset kinnitust väide, et pigem võiks selle nähtuse põhjustada üliõhukese ^4He -vedeliku kihi ülivoolavaks muutumine tahkes ^4He -s leiduvates defektides. Juhul aga, kui see tõesti nii on, siis tähendab see, et kui defekte poleks, siis ei näeks Kim ja Chan oma katseseadme võnkesageduse kasvu 0,2 K-st madalamal temperatuuril, mis tõestaks, et tegu ei ole tahke heeliumi ülivoolavusega. Just taolise järeltuleeni jõuti Helsingi Tehnikaülikooli Külmalaboris, kus väheste defektidega ^4He monokristallidega mõõdeti väga suure täpsusega ^4He sulamiskõver ja ei leitud mingit märki faasisiirdest temperatuurivahemikus 0,01...0,40 K. Ettekanne annab ülevaate hetkeseisust, kuhu on jõutud Kimi ja Chani poolt avastatud nähtuse uurimisel.

ATMOSFÄÄRI VEEAURUSISALDUSE, MERIDIONAALSE NIISKUSE TRANSPORDI JA TEMPERATUURI TRENDID

PÕHJAPUOLKERAL 1958 – 2001

Erko Jakobson^a, Hanno Ohvril^a, Jaak Jaagus^b,
Timo Vihma^c (^aTÜ FKKE, ^bTÜ BGGG, ^cFIMR)

Käesolevas töös kasutatakse Euroopa keskulatusega prognooside keskuse (ECMWF) järeleanalüüsi mudeli ERA40 tulemusi laiuskraadide 55°–90°N ja aastate 1958 – 2001 kohta.

Atmosfäärisamba veeaurusisalduseks ehk sadestatavaks veeks W (*precipitable water*) nimetatakse ühikulise ristlõikega vertikaalses lõpmatus õhusambas oleva veeauru massi (kg m^{-2}), mis arvuliselt on võrdne veeauru veeldatud kihi paksusega (mm). Niiskuse meridionaalse transpordi all mõeldakse atmosfäärisamba ulatuses toimuvat niiskuse voo põhjasuunalist komponenti.

Ettekandes analüüsitakse atmosfääri veeaurusisalduse, niiskuse meridionaalse transpordi ja temperatuuri trende ning omavahelisi seoseid. Tulemusena tuuakse välja geograafilised piirkonnad, kus esinesid statistiliselt olulised trendid, samuti esitatakse ekstreemselt suurte trendidega alade kohta täiendavalt aegread. Mudeli arvutustulemusi võrreldakse Eesti meteojaamade mõõtmistulemustega.

Esitav töö on osa rahvusvahelisest keskkonnaprojektist DAMOCLES.

VEIDER KITT JAVESIHÕBE

Jaak Kikas (TÜ FI)

Ettekandes tutvustatakse kahe materjali – ebatavaliste elastsete omadustega plastse massi *Silly Putty* ja elavhõbeda – didaktilisi rakendusvõimalusi.

Kui tavaarusaama järgi on elastsus-plastsus vastandmõisted (võrdle kummipalli ja plastiliinitüki käitumist), siis *Silly Putty* didaktiline sõnum on, et väga oluline on ka ajaskaala, millel protsessid toimuvad: suurtel kiirustel (lühikestel aegadel) käitub ta rabeda hapra materjalina, aeglasel deformatsioonil on plastne (voolav). Demonstreeritakse vastavaid katseid.

Kui *Silly Putty* hankimine ja kasutamine on ehk vaid väike rahaline probleem, siis elavhõbeda füüsilise kasutamise võimalused klassiruumis praktiliselt puuduvad temaga seotud terviseohtude tõttu. Ometigi võimaldavad elavhõbeda füüsikalised eriomadused – eelkõige tema toatemperatuurne vedelolek, suur tihedus ja suur pindpinevus – mitmeid efektseid ootamatu tulemusega katseid, mida ettekandes (mittefüüsiliselt) tutvustatakse.

**SUURE PAUGU KAUGE KUMA
(2006. AASTA NOBELI FÜÜSIKAAUHINNAST)
Henn Käämbre (TÜ FI)**

Mulluse Nobeli füüsikapreemia poolitas Rootsi Kuninglik Teaduste Akadeemia kahe USA astrofüüsiku vahel. Need on John Mather ja George Smoot III. Nobelistideks said nad kosmilise reliktkiirguse spektri täppismõõtmise ja selle kiirguse ruumilise ülipeenstruktuuri avastamise eest. Ettekandes käsitletakse jäänukkiirguse avastamis-
lugu ja äsjaste nobelistide osa selle uurimises – spektri fikseerimist satelliit COBE abil (1989) ning hilisemat selle peenstruktuuri kaardistamist taevaalaotusel, kusjuures tuli määrata kiirguse temperatuuri sajatuhandik-kraadiseid hälbeid keskmisest. Selles kaardis heiastub tähtede ning galaktikate tekkelugu, Maa ja meie endigi kaugminevik. Stephen Hawking on hinnanud COBE mõõtmisi kui „sajandi, võib-olla kõikide aegade suurimat avastust“.

**ETTORE MAJORANA – SALAPÄRASELT HAIHTUNUD GEENIUS
Henn Käämbre (TÜ FI)**

Mullu 5. augustil möödus 100 aastat Ettore Majorana sünnist Sitsiilia rannikulinnas Catanias. Majoranat peetakse üheks 20. sajandi andekaimaks ja iselaadseimaks füüsikateoreetikuks. Liitunud noorukina 1928. aastal Enrico Fermi juhitud uurijaterühmaga, avaldas ta mõne aasta jooksul kümnekond teedrajavat tööd aatomi-spektroskoopias ja tuumafüüsikas, mis aga jäid aastakümneteks väärilise tähelepanuta, sest need olid itaalia keeles, mis enamiku füüsikute jaoks mõistetamatu. Paraku teatakse temast ja tema saavutustest füüsikute hulgaski, ja tänapäevalgi, üsna vähe. Ettekandes püütakse seda lünka mõnevõrra täita. Majorana saatuski on põnev nagu kriminaalromaan. Astunud 26. märtsil 1938 Palermist Napolisse suunduvale postilaevale, jäi ta saladuslikult kadunuks, ja tänapäevani ei tea keegi kindlalt, mis juhtus. Juttu tuleb ka arvukaist ringlevaist versioonidest tema kadumise kohta. Viimasel ajal on füüsikailmas huvi Majorana pärandi (Majorana võrrand, Majorana neutriino jne) vastu järsult kasvanud.

ÜKSIKMOLEKULIDE VAATLUSED TÛ FI-S
Martti Pärs^a, Ilmo Sildos^a, Viktor Palm^a, Mihkel Rähn^b
(^aTÛ FI, ^bTÛ FO)

Juba 1986. aastal esitasid akad K.K. Rebane ja akad V. Hižnjakov tollal küllaltki utopistliku mõtte, et on võimalik registreerida ühestainsast molekulist lähtuvat kiirgust. Esmakordselt demonstreeris seda eksperimentaalselt USA teadlane W. Moerner 1991. aastal. FI-s õnnestus see realiseerida V. Palmil (jun) 1993. a. Tollaste eksperimentide teostamine tugines ülalnimetatud spektraallaiusega (~MHz) laseri ja krüotemperatuuride rakendamisel.

Tänaseks on TÛ FI laserspektroskoopia laboris loodud spektraalseade üksiku molekuli kiirguse reaajas jälgimiseks, kasutades fluorestsentsi ergastamiseks tavalaserit ja vaadeldes toatemperatuuril olevat objekti läbi optilise mikroskoobi. Seade avab uued võimalused nii tahkistes kui ka vedelikes toimuvate protsesside nanoskaalas sondeerimiseks, kasutades selleks üksikmolekulidelt lähtuvat kiirgust.

KORRASTAMATA SÛSTEMIDE SPEKTROSKOOPIA
DIDAKTILINE MUDEL
Indrek Renge (TÛ FI)

Lisandite spektroskoopia anorgaanilistes ja orgaanilistes tahkistes on pikki aastaid olnud Füüsika Instituudi üheks kandvamaks uurimissuunaks. Käesolevas ettekandes vaadeldakse lisandmolekulide spektreid klaasides. Esitatakse klaaside (laiemas mõttes korrastamata aine) struktuuri ja dünaamika elementaarne käsitlus.

Klaas erineb kristallist nihkesümmeetria puudumise ja tühirusi (vakantside, defektide) olemasolu tõttu. Sellele vaatamata paikneb enamik osakesi üksteisest tasakaalulisel kaugusel, nagu kristalliski. Maatriksi poolt tekitatud spektraalne solvendinihe sõltub >90% ulatuses tsentri lähiümbrusest. Nimetatud asjaolud võimaldavad klaasi statistilise käsitluse asendada efektiivse interaktsiooniga kahe keha vahel, näit Lennard-Jonesi potentsiaali vormis:

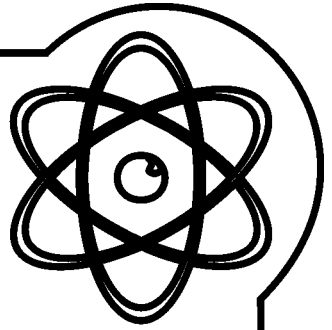
$$U_g = \varepsilon_g [(\sigma_g/r)^{12} - 2(\sigma_g/r)^6],$$

kus ε_g on potentsiaaliaugu sügavus ja σ_g koordinaadi väärtus tasakaaluasendis. Boltzmanni jaotus energiate ja koordinaatide järgi klaasistumispunktis (T_g) n-ö külmub sisse, jäädes edasisel jahutamisel pea-aegu muutumatuks: $\Phi = \exp(-U_g/k_B T_g)$. Tsentri foononvaba siirde solvendinihe avaldub ergastatud oleku potentsiaali U^* ja U_g vahena konstantsel, reeglina mittetasakaalulisel koordinaadi r väärtusel. Joonte mittehomogeense jaotuse saame, esitades Φ solvendi nihke funktsioonina. Enamik spektrite põhiomadusi on tuletatavad U^* ja U_g lihtsate teisenduste (esimene ja teine tuletis, nende vahed või suhted) baasil.

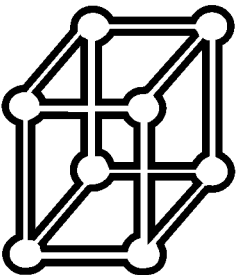
Spektrite ja mudelarvutuste võrdlemisel on otsitavaks suuruseks tasakaalulise koordinaadi väärtus ergastatud olekus σ^* . Spektraalsäilkude termiliste ja baariliste nihete sagedussõltuvustest tuleneb, et ergastatud oleku miinimumi suhteline nihe σ^*/σ_g on <1 , asudes $(\varepsilon^*/\varepsilon_g)^{-1/12}$ ja $(\varepsilon^*/\varepsilon_g)^{-1/6}$ vahepeal. Seda järeldust kinnitavad andmed spektriribade laienemisest ja nihkest kõrgel rõhul (kuni 150 kbar). Samuti ennustab mudel nimetatud parameetrite suhte korral foononvaba joone kitsenemist maatriksi kokkusurumisel kõrge rõhu all.

Mudeli rakendused ei piirdu värvainete spektroskoopiaga polümeerides ja solvendiklaasides. Foononvabade joonte kadumine ja asendumine multifoononsete ribadega näit metalli aatomitega legeritud tahketes vääriskaasides ja ionkristallide värvitsentrites on mudeli raames seostatav ergastatud oleku raadiuse suurenemisega.

I. Renge, "Influence of temperature and pressure on shape and shift of impurity optical bands in polymer glasses", J. Phys. Chem. A, 110 (2006) 3533–3545.



EESTI
FÜÜSIKA
SELTS
2006



EFS AUKIRJAD JA PREEMIAD

EFS AASTAPREEMIA 2006

DIPLOM Nr 13

Eesti Füüsika Selts tunnistab oma aastapreemia vääriliseks

ENN SAARE

universumi struktuuri uuringute eest.

Tunnustuseks annab Selts temale 2006. aasta numbrit kandva medali.

Tartus, 21. märtsil 2006. a.

EFS esimees

EFS ÜLIÕPILASPREEMIA 2005

DIPLOM Nr 23

Eesti Füüsika Selts tunnistab 2005. a. üliõpilaspreamia vääriliseks

KRISTJAN KANNIKES

töö „Neutriinomasside ja segunemisnurkade jooksmine minimaalses supersümmeetrilises standardmudelil“ eest.

Tartus, 21. märtsil 2006. a.

EFS esimees

EFS AULIIKME TUNNISTUS

Nr 4

Käesolevaga tunnistab Eesti Füüsika Selts oma liikme

KARL REBASE

seltsi auliikmeks.

Tartus, 21. märtsil 2006. a

EFS esimees
EFS aseesimees

EFS AUKIRJAD 2006

Nr 11

Eesti Füüsika Selts tunnustab aukirjaga

KAI DO REIVELTIT

ülemaailmse füüsika aasta ürituste korraldamise eest Eestis.

Tartus, 21. märtsil 2006. a

EFS esimees
EFS aukirjakomisjoni esimees

Nr 12

Eesti Füüsika Selts tunnustab aukirjaga

TEADUSBUSSI KOLLEKTIIVI

füüsika propageerimise eest.

Tartus, 21. märtsil 2006. a

EFS esimees
EFS aukirjakomisjoni esimees

EFS ÜLIÕPILASTE STENDIPREEMIA 2006

DIPLOM Nr 6

Eesti Füüsika Selts tunnistab Eesti 36. füüsikapäevade üliõpilaste stendipreemia vääriliseks

ANDREI KÄRKKÄÄNENI

stendiettekande „Fotodesorptsiooni ilmingud süsiniku nanotorudest valmistatud kilede elektrijuhtivuses“ eest.

Tartus, 21. märtsil 2006. a

EFS esimees
Preemiakomisjoni esimees

EFS ÕPILASPREEMIA 2006

Eesti Füüsika Selts tunnistab oma õpilaspreamia vääriliseks

JAAN SUVE

RIVO UIBO

SANDER KÜTTIS'E

töö „Ioonkristallide kasvatamine“ eest.

Tartus, 21. märtsil 2006. a

EFS esimees

TÄNUKIRI

Eesti Füüsika Selts tänab

KADRI-LY TRAHVI

EFS õpilaspreamia saanud töö „Ioonkristallide kasvatamine“ (autorid Jaan Suve, Rivo Uibo ja Sander Küttis) juhendamise eest.

Tartus, 21. märtsil 2006. a

EFS esimees

EESTI FÜÜSIKA SELTSI JUHATUSE 2006. AASTA TEGEVUSARUANNE

Traditsiooniliselt toimusid Eesti Füüsika Seltsi korraldusel 21. ja 22. märtsil Tartus Eesti XXXVI füüsikapäevad ja XXVIII füüsikaõpetajate päevad. Esitati 18 suulist ja 14 stendiettekanget (vt www.fyysika.ee/efs), osalejaid oli rohkem kui 150. Füüsikapäevad organiseerisid Arvo Kikas, Ilmar Kink ja Koit Mauring. Füüsikapäevade raames toimus 21. märtsil EFSi üldkogu, millel kinnitati seltsi juhatuse tegevus- ja majandusaruanne ning Kaido Reivelt tegi oma ettekandes kokkuvõtte füüsika-aasta üritustest. Uuteks juhatuse liikmeteks valiti Maarja Grossberg ja Kaido Reivelt. Tööpäeva lõpetas traditsiooniline seltsiõhtu Tartu Linnamuuseumi ruumes. 22. märtsil toimus ka füüsika seltsi koolifüüsika osakonna koosolek, kus kuulati Kaido Reivelti ülevaadet füüsika populariseerimisest teadusbussi vahendusel ning toimus uue ainekava arutelu, mille tulemusena otsustati aktiivselt osaleda uute ainekavade väljatöötamises ja korralda selleks vastavad seminarid. Koosolekul valiti ka EFSi koolifüüsika osakonna juhatuse uus koosseis: Jaak Jõgi (esimees), Lehho Jõumees, Jaan Paaver ja Reina Henn.

Füüsikapäevadel anti välja EFSi aastapremia Enn Saarele universumi struktuuri uuringute eest. EFSi aukirja pälviseid Kaido Reivelt ülemaailmse füüsika-aasta ürituste korraldamise eest Eestis ja Teadusbussi kollektiiv füüsika propageerimise eest. EFSi üliõpilaspremia anti Kristjan Kannikesele töö „Neutriinomasside ja segunenismurkade jooksmine minimaalses supersümmeetrilises standardmudelis“ eest ja EFSi õpilaspremia autorite kollektiivile Jaan Suve, Rivo Uibo ja Sander Küttis töö „Ioonkristallide kasvatamine“ eest, mis valmis Rakvere Reaalgümnaasiumis õpetaja Kadri-Ly Trahvi juhendamisel. Premia füüsikapäevade parima üliõpilaste stendiettekannde eest pälvis Andrei Kärkkäneni poster „Fotodesorptsiooni ilmingud süsiniku nanotorudest valmistatud kilede elektrijuhtivuses“.

Ilmus EFSi aastaraamat 2005 (toimetajad Anna Aret, Helle Kaasik ja Piret Kuusk). EFSi listi seltsid.efs@lists.ut.ee haldab Jaak Jõgi ning EFSi kodulehte (www.fyysika.ee/efs) toimetab Kaido Reivelt.

Märtsis toimunud Eesti koolinoorte 51. füüsikaolümpiaadil sai EFSi eriauhinna (ajakirja „Scientific American“ aastatellimuse) Andres Laan Tallinna Reaalkoolist.

Jätkusid ülemaailmsel füüsika-aastal alguse saanud füüsikat populariseerivad üritused. Kaido Reivelti eestvedamisel jätkas oma tööd Teadusbuss Suur Vanker ja jätkus füüsikaportaali (www.fyysika.ee) arendamine, Heli Valtna eestvedamisel toimusid füüsikakatsed ETV „Terevisioonis“ ning ligi viiekümne praeguse ja tulevase füüsiku ühise jõupingutusena korraldati Tähe Perepäevad Täpe 2006. Eesti Füüsika Seltsile omistati füüsika populariseerimise eest konkursil „Eesti Teaduse Populariseerimise Auhind“ I preemia ning EFS oli 2006. a üleeuroopalise Descartes'i kommunikatsioonipreemia (*Descartes Prize for Science Communication*) finalist.

Koolifüüsika osakond tegutses aktiivselt füüsika õppekava koostamisel. Jaak Jõgi, Kalev Tarkpea ja Enn Pärteli eestvedamisel toimusid seminarid „Aita kujundada koolifüüsika nägu ja tegu“ 21. ja 22. aprillil 2006. a Lähte Ühisgümnaasiumis ja 13. mail 2006. a Tartus. Seminaridel osales 25 füüsika õpetamisega seotud inimest. Esimesel seminaril täpsustati füüsikaõppe eesmärkide osa ja alustati füüsikaõppe sisuloendi ja õpitulemuste formuleerimisega, teisel täpsustati põhikooli ainekava, gümnaasiumi põhiainekava ning gümnaasiumi laiendatud ainekava. Seminaride tulemused on andnud olulise panuse valmimisjärgus olevasse füüsika ainekavasse.

Jaak Jõgi eestvedamisel toimus TÜ Türi Kolledži ruumes 26. ja 27. juunil kolmas EFSi füüsikaõpetajate suvekool. Koolis oli 15 osalejat, teadmisi jagasid KBFI, TTÜ füüsikainstituudi ja TLÜ teadurid.

Noorfüüsikute osakonna eestvedamisel korraldati aruandeaastal kaks noorte füüsikute kooli (vt ka www.fyysika.ee/kool). 16.–18. juunini toimus Arbaveres järjekordne EFS noorfüüsikute suvekool. Osales 72 tudengit TLÜ-st, TTÜ-st ja TÜ-st. Toimus 20 tundi akadeemilisi loenguid ja seminare ning tudengite stendi- ja ettekandesessioon. Organisaatoriteks olid Maarja Grossberg, Andi Hektor, Ahto Kuusk, kohapeal abistasid Mait Müntel, Andrei Tšernov ja Teadusbussi Suur Vanker seltskond. 20.–22. oktoobrini toimus Käärikul järjekordne (kaheksas) EFS täppisteaduste sügiskool. Osalejate arv oli rekordiline, kokku 123 tudengit, teadlast ja õppejõudu. Kuulati 20 tundi loenguid ja seminare, toimus ka tudengite stendi- ja ettekandesessioon. Organisaatoriteks olid Maarja Gross-

berg, Andi Hektor, Ahto Kuusk, Rünno Lõhmus, Silver Lätt ja Imre Treufeld.

2006. a kuulus EFSi 185 aktiivset liiget. 2006. aastal valis juhatuse seltsi auliikmeks akadeemik Karl Rebase. EFS kuulub jätkuvalt Euroopa Füüsikaühingusse.

EFSi ettevõtmisi toetasid aastal 2006 Eesti Teaduste Akadeemia, Haridus- ja Teadusministeerium, Euroopa Liit, Euroopa Kosmoseagentuur, Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus, Tartu Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut, Tartu Observatoorium, Tartu Linnavalitsus, MTÜ Kinobuss, SA Teaduskeskus AHHA, SA Archimedes, SA Tartu Keskkonnanahariduse Keskus, Tiigrihüppe SA, TÜ Avatud Ülikool, TÜ Füüsika Instituut, TÜ füüsikaosakond, TÜ Tehnoloogiainstituut, Eesti Televisioon, Eesti Nanotehnoloogia Arenduskeskus, AS Eesti AGA, AS Eesti Energia ning AS Vertex Estonia. Täname kõiki toetajaid ja loodame koostöö jätkumist.

Eesti Füüsika Seltsi juhatuse liikmed:

Arvo Kikas

Ilmar Kink

Kaido Reivelt

Peeter Tenjes

Tartus 24. jaanuaril 2007. a.

EFS LAIENDATUD JUHATUS 2006. AASTAL

Arvo Kikas esimees	Tartu Ülikool Riia 142 51014 Tartu	Tel./faks: +372 737 4617 / 738 3033 E-mail: kiku@fi.tartu.ee
Ilmar Kink aseesimees	Tartu Ülikool Riia 142 51014 Tartu	Tel./faks: +372 742 2150 / 738 3033 E-mail: ilmar.kink@fi.tartu.ee
Raivo Stern aseesimees	Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut Akadeemia tee 23 12618 Tallinn	Tel./faks: +372 639 8309 / 639 8393 E-mail: stern@kbfi.ee
Kaido Reivelt laekur	Tartu Ülikool Riia 142 51014 Tartu	Tel./faks: +372 737 4623 / 738 3033 E-mail: kaidor@fi.tartu.ee
Anna Aret	Tartu Observatoorium Tõravere 61602 Tartumaa	Tel./faks: +372 741 0465 / 741 0205 E-mail: aret@aai.ee
Maarja Grossberg	Tallinna Tehnikaülikool Ehitajate tee 5 19086 Tallinn	Tel./faks: +372 620 3210 / 620 3367 E-mail: mgross@staff.ttu.ee
Jaak Jõgi	Lähte Ühisgümnaasium Lähte sjsk. 60502 Tartumaa	Tel./faks: +372 733 4180 / 733 4184 E-mail: jaak@nova.tartu.ee
Tõnu Laas	Tallinna Ülikool Narva mnt 25 10120 Tallinn	Tel/faks: +372 640 9408 / 640 9418 E-mail: tony@tlu.ee

EFS UUED LIIKMED

Koit Mauring	Tartu Ülikool Riia 142 51014 Tartu	Tel./faks: +372 737 4737 / 738 3033 E-mail: mauring@fi.tartu.ee
Peeter Saari	Tartu Ülikool Riia 142 51014 Tartu	Tel./faks: +372 737 4611 / 738 3033 E-mail: peeter.saari@ut.ee
Risto Tammelo	Tartu Ülikool Tähe 4 51010 Tartu	Tel./faks: +372 737 5571 / 737 5570 E-mail: tammelo@ut.ee
Peeter Tenjes	Tartu Ülikool Tähe 4 51010 Tartu	Tel./faks: +372 737 5576 / 737 5570 E-mail: peeter.tenjes@ut.ee

EFS UUED LIIKMED

1. Andres Juur
2. Meelis-Mait Sildoja
3. Aleksei Krasnikov
4. Taavi Vaikjärv
5. Maarja Grossberg
6. Heli Valtna
7. Vladimir Babin

EFS NOORFÜÜSIKUTE IV SUVEKOOL

NoFy (EFS noorfüüsikute osakond) korraldas 16.–18. juunini 2006 Arbaveres EFS noorfüüsikute IV suvekooli, milles osales 72 tudengit. Toimus 20 tundi akadeemilisi loenguid ja seminare ning tudengite stendi- ja ettekandesessioon. Lisainfo veebilehel www.fyysika.ee/kool.

LOENGUKAVA

Reede, 16. juuni

- 13.00 – 13.15 Avasõna korraldajatelt
- 13.15 – 15.00 Füüsikauudised 2005/2006
- 15.30 – 17.15 Laur Järv (TÜ). Stringiteooria: põhialused ning viimased arengud
- 18.15 – 19.30 Kaido Reivelt (TÜ). Kokkuvõte ülemaailmsest füüsika-aastast Eestis

Laupäev, 17. juuni

- 14.00 – 14.30 Katrin Laas (TLÜ). Füüsika õpetamisest TLÜs
- 14.30 – 15.45 Tudengite lühiloengud & postrite tutvustused
- 16.15 – 17.45 Tarmo Soomere (TTÜ). Lainetav Läänemeri
- 17.45 – 19.15 Erkki Truve (TTÜ). Geenitehnoloogiast
- 20.00 – 21.00 Teadusbussi seminar

Pühapäev, 18. juuni

- 10.00 – 11.30 Rein-Karl Loide (TTÜ). Füüsika õpetamisest TTÜs
- 11.45 – 13.15 Steffen Krämer (Stuttgart/Grenoble) & Raivo Stern (KBFI). Modern spin materials in high magnetic fields – NMR and beyond
- 14.00 – 15.45 Alvar Soesoo (TTÜ). Geofüüsikast
- 15.45 – 16.30 Kokkuvõte ja parimate osalejate autasustamine

EFS TÄPPISTEADUSTE SÜGISKOOL 2006

20.–22. okt toimus Käärikul EFS täppisteaduste sügiskool, järjekorras juba kaheksas. Osalejate arv oli rekordiline, kokku 123 tudengit, teadlast ja õppejõudu. Kuulati 20 tundi loenguid ja seminare, toimus ka tudengite stendi- ja ettekandesessioon. Lisainfo veebilehel www.fyysika.ee/kool.

LOENGIKAVA

Reede, 20. okt

- 14.05 – 14.15 Avasõna korraldajatelt
- 14.15 – 16.00 Enn Lust (TÜ FKFE). Superkondensaatoritest ja kõrgetemperatuursetest kütuseelementidest
- 16.15 – 18.00 Enn Realo (TÜ FI). Tuumaenergeetika ja -tehnoloogia tänapäeval
- 18.15 – 19.00 Imre Treufeld (TÜ FKFE). Teadusfilosoofiast
- 20.00 – 21.00 Teadusbussi seminar

Laupäev, 21. okt

- 13.00 – 14.45 Valdek Mikli (TTÜ Materjaliumuringute Teaduskeskus). Mikroskoopia ja selle abil uuritavad materjalid
- 15.15 – 17.00 Toomas Kübarsepp (Metrosert AS). Milleks meile räni?
- 17.15 – 19.00 Peeter Tenjes (TÜ FO). Tume aine galaktikates ja nende ümber

Pühapäev, 22. okt

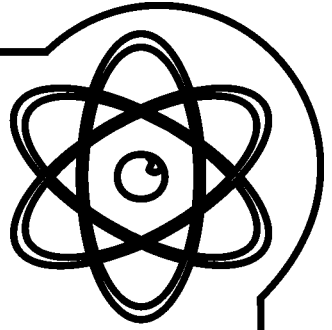
- 9.00 – 10.45 Jüri Vassiljev (TTÜ GI). Globaalsed muutused geoloogil pilguga
- 11.15 – 12.30 Postrisessioon & tudengite lühiloengud
- 13.00 – 14.45 Ene Ergma (TÜ FO). Eesti kui kosmoseriik: Eesti ja Euroopa Kosmoseagentuur
- 14.45 – 15.00 Kohv ja kokkuvõte

EFS FÜÜSIKAÕPETAJATE III SUVEKOOL

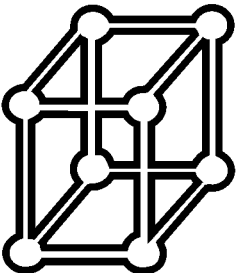
26. ja 27. juunil toimus TÜ Türi Kolledži ruumes EFS füüsikaõpetajate suvekool üldise pealkirja all „Füüsika ja tehnoloogia“. Koolis oli 15 osalejat, teadmisi jagasid KBFI, TTÜ füüsikainstituudi ja TLÜ teadurid.

LOENGIKAVA

1. Mario Kadastik (KBFI). Kaasaegne elementaarosakeste füüsika
2. Jaak Jõgi (Lähte Gümnaasium). Tehnoloogiaõpetusest gümnaasiumis
3. Andi Hektor (KBFI). Termotuumaenergeetika – ilus unistus või karm reaalsus?
4. Jüri Krustok (TTÜ). Päikesepatareid Tallinna Tehnikaülikoolis
5. Jüri Krustok (TTÜ). Defektne pooljuhtide maailm
6. Arvo Mere (TTÜ). Õhukesekihilised päikesepatareid
7. Priit Reiska (TLÜ). Eesti õpilased TIMMS 2003 uuringus



FÜÜSIKA-
KROONIKA
2006



I. TÖÖKORRALDUS

- 1. jaan viidi TÜ koolifüüsika keskus füüsika-keemiateaduskonna eksperimentaalfüüsika ja tehnoloogia instituudi koosseisu.
- Alates 1. jaan on KBFI Analüütilise Spektromeetria Tippkeskuse juhiks Raivo Stern.
- Alates 1. jaan alustas tööd järeldoktorina Tartu Observatooriumi kosmoloogia töörühmas Evgeny Vasiliev Rostovist, Venemaalt.
- 23. veebr võttis TÜ nõukogu vastu otsuse õppetoolide kaotamise kohta Tartu Ülikoolis.
- Alates 29. apr on KBFI direktoriks Raivo Stern, asedirektorina jätkab Tiit Saluvere.
- 10. juulil asutati KBFI 100% osalusega OÜ MAS Systems, mille põhiülesandeks on instituudis väljatöötatud TMR mõõtepeade valmistamine ja müük. OÜ MAS Systems juhatuse liikmeteks on Andres Reinhold ja Tiit Anupõld.
- 1. sept valiti TÜ nõukogus korrastamata süsteemide professoriks tagasi Jaak Kikas ja tahkisefüüsika professoriks tagasi Aleksandr Luštšik.
- 29. sept esitas TÜ rektor Jaak Aaviksoo TÜ nõukogule tagasiastumisavalduse. Samal kuul andis ta nõusoleku kandideerida Isamaa ja Res Publica valimisnimekirjas peaministri kohale. Oktoobris kuulutas TÜ nõukogu välja 18. jaan 2007 toimuvad rektorivalimised.
- 29. apr KBFI asedirektori kohalt seoses tähtaja möödumisega vabastatud Juhan Subbi valiti 29. sept instituudi teadusnõukogu liikmeks. Juhan Subbi täidab ka instituudi sisekontrolli koordinaatori kohustusi.
- 8. dets valiti TÜ Füüsika Instituudi nõukogus vanemteaduriteks materjaliteaduse alal Eduard Feldbach, Raivo Jaaniso, Vambola Kisand, Tanel Käämbre ja Rünno Lõhmus, tahkisefüüsika alal Vitali Nagirnõi ning biofüüsika alal Kõu Timpmann.
- 15. dets valiti TÜ Füüsika Instituudi nõukogus teaduriteks teoreetilise füüsika alal Hannes Liivat ja Margus Saal, tahkisetooria alal Helle Kaasik ja Aleksander Šelkan, tahkisefüüsika alal Madis Kiisk, Aleksei Kotlov ja Kristjan Leiger, materjaliteaduse alal Kristjan Saal ja Tanel Tätte ning optika ja spektroskoopia alal Valter Kiisk.

- 22. detsember võttis TÜ nõukogu vastu otsuse: „1. Pidada vajalikuks moodustada bioloogia-geograafiateaduskonna, füüsika-keemia-teaduskonna, füüsika instituudi, Eesti mereinstituudi ja tehnoloogiainstituudi baasil alljärgnevad teadus- ja arendusasutuse staatuses olevat instituudid: bioloogia ja maateaduste instituut, Eesti mereinstituut, füüsika instituut, keemia instituut, molekulaar- ja rakubioloogia instituut, tehnoloogiainstituut. 2. Pidada vajalikuks moodustada punktis 1 nimetatud instituutide baasil loodus- ja tehnoloogiateaduskond.“

II. VÄITEKIRJADE KAITSMINE

1. Doktoritööd

Tartu Ülikooli füüsikaosakonna nõukogu

- 20. aprill kaitses **Antti Tamm** väitekirja „Structure of Distant Disk Galaxies“ (Kaugete ketasgalaktikate struktuur) PhD kraadi saamiseks astrofüüsika erialal. Juhendaja dr Peeter Tenjes (TÜ). Oponendid: dr Nils Bergvall (Uppsala Ülikooli Observatoorium), dr Jaan Vennik (Tartu Observatoorium).
- 13. septembril kaitses **Valter Kiisk** väitekirja „Optical investigation of metal-oxide thin films“ (Õhukeste metalloksiidkilede optilised uuringud) PhD kraadi saamiseks tahkisefüüsika erialal. Juhendaja dr Ilmo Sildos (TÜ FI). Oponendid: dr Jan Valenta (Praha Karli Ülikool), dr Vitali Nagirnoi (TÜ FI).
- 13. septembril kaitses **Sergei Štšemeljov** väitekirja „Sum-frequency generation and multiphoton ionization in xenon under excitation by conical laser beams“ (Liitsageduse genereerimine ning paljufooniline ionisatsioon ksenoonis kooniliste laserkiirekimpudega ergastamisel) PhD kraadi saamiseks optika ja spektroskoopia erialal. Juhendaja dr Viktor Peet (TÜ FI). Oponendid: dr Anatoli Issajev (Lebedevi Füüsika Instituut, Moskva), dr Ilmo Sildos (TÜ FI).

Tartu Ülikooli keemiaosakonna nõukogu

- 21. juunil kaitses **Kristjan Saal** väitekirja „Surface silanization and its application in biomolecule coupling“ (Pindade silüülimine biomolekulide immobiliseerimiseks) PhD kraadi saamiseks keemias. Juhendajad: prof Ago Rinke (TÜ FKOK) ja dr Ants Lõhmus (TÜ FI). Oponent: dr Donats Erts (Läti Ülikool, Riia).
- 25. aug kaitses **Tanel Tätt** väitekirja „High viscosity Sn(OBu)₄ oligomeric concentrates and their applications in technology“ (Kõrgviskoossed Sn(OBu)₄ oligomeersed kontsentraadid ja nende tehnoloogilised rakendused) PhD kraadi saamiseks keemias. Juhendajad: dr Ants Lõhmus (TÜ FI) ja dr Uno Mäeorg (TÜ FKOK). Oponent: dr Ivo Vavra (Institute of Electrical Engineering, Slovak Acad. Sci., Bratislava).

Tallinna Tehnikaülikooli matemaatika-loodusteaduskonna nõukogu

Väitekirjade kaitsmised loodusteaduste doktori kraad saamiseks:

- 30. nov kaitses **Andri Jagomägi** väitekirja „Photoluminescence of Chalcopyrite Tellurides“ („Kalkopüriitsete telluriidide fotoluminesentsents“). Töö juhendajaks oli prof Jüri Krustok (TTÜ), oponeerisid dr Heikki Collan (Helsinki Tehnikaülikool) ja dr Raivo Jaaniso (TÜ FI).
- 8. dets kaitses **Alar Leibak** väitekirja „On Additive Generalisation of Voronoi's Theory of Perfect Forms Over Algebraic Number Fields“ („Voronoi teooria aditiivne üldistus täiuslikele vormidele üle algebraliste arvukorpuste“). Töö juhendajaks oli prof P. Puusepp (TTÜ), oponeerisid Renaud Coulangen (University of Bordeaux) ja Ellen Redi (Tallinna Ülikool).
- 20. dets kaitses **Tõnu Martma** väitekirja „Application of Carbon Isotopes to the Study of the Ordovician and Silurian of the Baltic“ („Süsiniku isotoopide kasutamine Balti Ordoviitsiumi ja Siluri arenguloo uurimisel“). Töö juhendajaks oli prof R. Vaikmäe (TTÜ), oponeerisid prof Juha Karhu (Helsinki Ülikool) ja prof Volli Kalm (Tartu Ülikool).

Eesti Maaülikool

- 30. novembril kaitses **Mait Lang** väitekirja „The Performance of Foliage Mass and Crown Radius Models in Forming the Input of a Forest Reflectance Model“ PhD kraadi saamiseks metsanduse erialal. Juhendajad: T. Nilson (TO) ja A. Kiviste (Eesti Maaülikool). Oponent: J. Varjo (Helsinki).

Ludwig-Maximilians-Universität, München

- 30. mail kaitses **Gert Hütsi** väitekirja „Cosmic Sound: Measuring the Universe with Baryonic Acoustic Oscillations“ Dr. rer. nat. (loodusteaduste doktori) kraadi saamiseks. Juhendaja prof dr Rashid Sunyaev (MPA Garching, LMU München). Kaitsmiskomitee koosseis: prof dr Viatcheslav Mukhanov (LMU), prof dr Otmar Biebel (LMU), prof dr Andreas Burkert (LMU), prof dr Rashid Sunyaev (LMU).

2. Magistritööd

Tartu Ülikooli füüsikaosakonna nõukogu magistrikomisjon

- **Julija Ivlijeva** „Исследование топографии миометрических параметров мышц верхней и нижней конечностей (Jäsemete lihaste müomeetriliste parameetrite topograafiline uuring. The topographical study of the myometrical parameters of upper and lower limb muscles)“. Eriala: rakendusfüüsika (TÜ eksperimentaalfüüsika ja tehnoloogia instituut). Juhendaja: Arved Vain (Dr. habil. biol., TÜ FKEF erak. vanemteadur). Oponendid: Kalle Kepler (MSc rakendusfüüsikas, TÜ FKBM juhataja), Tatjana Kums (MSc sporditeadustes, TÜ kinesioloogia ja biomehaanika õppetooli laborant). Kuupäev: 12.06.2006.
- **Heli Valtna** „Superluminaalsete lokaliseeritud valguslainete tekitamise võimalikkus (Experimental realizability of superluminally propagating localized waves)“. Eriala: optika ja spektroskoopia (TÜ eksperimentaalfüüsika ja tehnoloogia instituut). Juhendajad: Peeter Saari (f.-m.dokt, TÜ FKEF professor, ETA akadeemik), Kaido Reivelt (PhD, TÜ FI õppedirektor). Oponendid: Peep Adamson (f.-m.kand, TÜ FI vanemteadur), Margus Rätsep (PhD, TÜ FI vanemteadur). Kuupäev: 12.06.2006.

- **Kadri Isakar** „Kiirguslevi Monte Carlo meetodid efektiivsuse korrigeerimiseks 210-Pb gammaspetspektromeetrias (Efficiency calibration in gamma spectrometry of 210-Pb using Monte Carlo methods)“. Eriala: keskkonnanafüüsika (TÜ keskkonnanafüüsika instituut). Juhendaja: Enn Realo (f.-m.kand, TÜ FI vanemteadur). Oponendid: Madis Kiisk (PhD, TÜ FI erak. teadur), Andi Hektor (MSc, KBFI teadur). Kuupäev: 12.06.2006.
- **Lennart Neiman** „Atmosfääri läbipaistvus Tartus 1931–1940 (Atmospheric transparency in Tartu, 1931–1940)“. Eriala: keskkonnanafüüsika (TÜ keskkonnanafüüsika, TÜ eksperimentaalfüüsika ja tehnoloogia instituut). Juhendaja: Hanno Ohvril (f.-m.kand, TÜ FKKE dotsent). Oponendid: Viivi Russak (PhD, TO teadur), Oleg Okulov (PhD, Tiirikoja Järvejaama juhataja). Kuupäev: 12.06.2006.
- **Urmas Vesi** „Korduvalt plastiliselt deformeeritud vase omadused (Properties of severely plastically deformed copper)“. Eriala: rakendusfüüsika (TÜ eksperimentaalfüüsika ja tehnoloogia instituut). Juhendaja: Rünno Lõhmus (PhD, TÜ FI vanemteadur). Oponendid: Rein Kink (f.-m.kand, TÜ FI vanemteadur), Hele Siimon (PhD, TÜ FI laserspektroskoopia labori erak. teadur). Kuupäev: 12.06.2006.
- **Artjom Vargunin** „Стохастический резонанс в мягких потенциалах (Stochastic resonance in soft potentials)“. Eriala: teoreetiline füüsika (TÜ teoreetilise füüsika instituut). Juhendajad: Teet Örd (f.-m.kand, TÜ FKTF dotsent), Risto Tammelo (f.-m.doktor, TÜ FKTF professor). Oponendid: Nikolai Kristoffel (f.-m.doktor, TÜ FO emeriitprofessor, TÜ FI vanemteadur), Romi Mankin (f.-m.kand, TLÜ professor). Kuupäev: 12.06.2006.
- **Rainer Paat** „Aerosooliosakeste suurusjaotuse kiire mõõtmine (Fast Measurements of the Aerosol Size Distribution)“. Eriala: keskkonnanafüüsika (TÜ keskkonnanafüüsika instituut). Juhendaja: Aadu Mirme (PhD, TÜ FKKE vanemteadur). Oponendid: Matti Fischer (tehnikakand, AS Airel juhataja), Eduard Tamm (f.-m.kand, FKKE vanemteadur). Kuupäev: 27.06.2006.
- **Mati Tee** „Informatsiooni lõimimine (Information integration)“. Eriala: keskkonnanafüüsika (TÜ keskkonnanafüüsika instituut). Juhendaja: Hanno Ohvril (f.-m.kand, TÜ FKKE dotsent). Oponendid: Tõnu Oja (biol.kand, TÜ BGGG professor), Ülle Kikas (PhD, FKKE teadur). Kuupäev: 27.06.2006.

- **Jüri Nosach** „CTDI and DLP measurements in Estonian computed tomography cabinets (CTDI ja DLP mõõtmised kompuutertomograafia kabinetites üle Eesti)“. Eriala: rakendusfüüsika (TÜ eksperimentaalfüüsika ja tehnoloogia instituut). Juhendaja: Kalle Kepler (MSc rakendusfüüsika alal, TÜ FKEF biomeditsiinitehnika ja meditsiinifüüsika teadus- ja koolituskeskuse juhataja). Oponendid: Antti Servomaa, (PhD füüsikas, Oulu Ülikooli meditsiinifüüsika dotsent), Rein Koch (f.-m.kand, TÜ FI tuumaspektroskoopia labori insener). Kuupäev: 28.12.2006

Infotehnoloogia 3+2 kavaga tehnikateaduse magistrikaadi kaitses:

- **Risto Rahu** „Cisco NetFlow analüsaator (Cisco NetFlow analyzer)“. Eriala: infotehnoloogia. Juhendaja: Eero Vainikko (PhD informaatikas, TÜ MTAT erak. prof). Retsensent: Meelis Roos (MSc, MTAT õp.-ül.täitja). Kuupäev: 09.06.2006.

Tallinna Tehnikaülikooli matemaatika-loodusteaduskonna magistrikomisjon

Loodusteaduste magistri kraadi kaitsesid:

- **Edith Soosaar** „Upwellingu filamentide numbriline modelleerimine Soome lahes“ („Numerical Modelling of Upwelling Filaments in the Gulf of Finland“). Juhendaja: Urmas Raudsepp (PhD, TTÜ Meresüsteemide Instituut, vanemteadur). Retsensent: Jaan Laanemets (PhD, TTÜ Meresüsteemide Instituut, dotsent).
- **Svetlana Vassiljeva** „Tuule genereeritud barokliinne veevahetus Pakri lahes“ („Wind Forced Baroclinic Water Exchange in Pakri Bay“). Juhendaja: Urmas Raudsepp (PhD, TTÜ Meresüsteemide Instituut, vanemteadur). Retsensent: Aleksander Toompuu (f.-m.kand, TTÜ Meresüsteemide Instituut, vanemteadur)
- **Annika Kriisa** „Kahe-dimensionaalse magnetilise ühendi $\text{Na}_5\text{RbCu}_4(\text{AsO}_4)_4\text{Cl}_2$ uurimine TMR spektroskoobiga“ („The NMR-Study of the Two-Dimensional Magnetic Material $\text{Na}_5\text{RbCu}_4(\text{AsO}_4)_4\text{Cl}_2$ “). Juhendaja: Raivo Stern (PhD, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut, vanemteadur). Retsensent: Urmas Nagel (PhD, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut, vanemteadur).

Tallinna Ülikooli füüsika eriala magistrakraadi kaitsmisnõukogu

MSc füüsikas (4+2) kaitsesid:

- **Erkki Soika** „Trihhotoomse müra poolt indutseeritud stabiilsus metastabiilses süsteemis“. Juhendaja Romi Mankin (f.-m.kand, TLÜ prof), oponent Ain Ainsaar (f.-m.kand, TLÜ teadur).
- **Anneli Roode** „Laboratoorne praktikum ja füüsikaline eksperiment kõrgkoolis“. Juhendaja Tõnu Laas (PhD füüsika alal, TLÜ vanemteadur), oponent Priit Reiska (Dr. Sc. paed. habil., TLÜ kasvatusteaduste teaduskonna dekaan).

III. ÕPPETÖÖ

- TÜ doktoriõppesse füüsika erialal võeti järgmised õppurid:
 - Heli Valtna (juhendaja Peeter Saari)
 - Kadri Isakar (juhendaja Enn Realo)
 - Artjom Vargunin (juhendajad Teet Örd, Risto Tammelo)
 - Urmas Vesi (juhendaja Rünno Lõhmus)
 - Annika Kriisa (juhendajad Raivo Stern, Kalev Tarkpea)
 - Kaupo Komsaare (juhendajad Urmas Hõrrak, Aadu Mirme)
 - Liis Rebane (juhendaja Rein Saar)
 - Lennart Neiman (juhendaja Hanno Ohvril)
- TÜ füüsikaosakonna magistriõppesse võeti:
 - fundamentaalfüüsika erialal: Oleg Košik, Mihkel Kree, David Niinepuu, Mihkel Rähn, Andre Säask, Aigar Vaigu;
 - rakendusfüüsika erialal: Meelis Eller, Ivar Kuusik, Siim Pikker, Marje Prank, Rainer Vabamäe;
 - infotehnoloogia erialal: Heilo Altin, Holger Biene, Ljubov Feklistova, Jaas Ježov, Karl Kruusamäe, Tarvo Kärberg, Marko Peterson, Aapo Prii, Ivan Sidorov, Natalja Tihhanovskaja, Alar Vares, Kaupo Voormansik;
 - materjalitehnoloogia erialal: Aleksei Barulin, Kelli Keevend, Siim Kinnas, Kristjan Kübar, Vilho Meier, Ivan Netšipailo, Viljar Palmre, Margo Plaado, Gailit Rohula, Jevgeni Šablonin, Mari Šavel, Liis Seinberg, Anna Šugai, Janno Torop;
 - füüsikaõpetaja erialal: Andres Ariva, Ragne Auling, Viivi Järve, Lauri Kübarsepp, Geil Siim;

- füüsikaõpetaja erialal (avatud ülikool): Sigrid Kaju, Meelis Koll, Raido Koppel, Mari Lepp, Külli Liblik, Kati Lillemets, Egle Loid, Iivar Oja, Jelena Ragni, Heli Toit.
- Tartu Ülikooli füüsikaosakonna põhiõppe lõpetasid:
 - füüsika erialal
 - 3-a bakalaureuseõpe: Meelis Eller, Mihkel Kama, Mihkel Kree, Ivar Kuusik, Siim Pikker, Marje Prank, Allan Puusepp, Mihkel Rähn, Kristjan Tamm, Rainer Vabamäe, Aigar Vaigu;
 - 4-a bakalaureuseõpe: Ain Borodin, Margus Härk, David Niinepuu, Olga Solntseva, Margus Sootla;
 - materjaliteaduse erialal
 - 3-a bakalaureuseõpe: Ragne Auling, Aleksei Barulin, Kelli Keevend, Siim Kinnas, Katre Koolman, Kristjan Kübar, Mariana Naaber, Ivan Netsipailo, Viljar Palmre, Gailit Rohula, Liis Seimberg, Jevgeni Šablonin, Mari Šavel, Anna Šugai, Janno Torop, Madli Uin, Liis Vitsut;
 - 4-a bakalaureuseõpe: Maili Kaare, Egon Lehes, Vilho Meier;
 - infotehnoloogia erialal
 - 3-a bakalaureuseõpe: Andres Apevalov, Heilo Altin, Ailar Arak, Holger Biene, Ljubov Feklistova, Kirill Frolov, Martin Grünberg, Mihkel Hõbejõgi, Jaas Ježov, Karl Kruusamäe, Tarvo Kärberg, Magnus Leppik, Helmet Lokk, Ivo Malm, Kristjan Meister, Joosep Meus, Ahto Metting, Marko Peterson, Aapo Prii – *cum laude*, Indrek Priks, Nevil Reinfeldt, Ivan Sidorov, Vahur Teppan, Natalja Tihhanovskaja, Raido Türk, Tanel Uudeberg, Alar Vares, Kaupo Voormansik;
 - 3-a diplomioõpe: Kristjan Kuusik.
- Tartu Ülikooli füüsikaosakonna magistriõppe füüsika erialal (4+2) lõpetasid: Kadri Isakar, Julija Ivlijeva, Lennart Neiman, Yury Nosach, Rainer Paat, Meelis-Mait Sildoja, Mati Tee, Heli Valtna, Urmas Vesi, Artjom Vargunin.
- Tartu Ülikooli füüsikaosakonna magistriõppe infotehnoloogia erialal (3+2) lõpetas Risto Rahu.
- Tallinna Ülikoolis avati füüsika doktorantuur (doktoriõpe statistilise füüsika või matemaatilise füüsika harus). Füüsika doktorantuuri võeti vastu:
 - Jaanis Priimets, juhendaja f.-m.dokt, emeritprof Ülo Ugaste,
 - Anna Šeletski, juhendaja f.-m.kand, prof Anne Tali.

- Tallinna Ülikoolis õppisid
 - füüsika magistrantuuris (4+2):
 - * Berit Pärnik, juhendaja prof Romi Mankin
 - * Tatjana Škled-Gorbatševa, juhendaja emeriitprof Ülo Ugaste.
 - füüsika magistrantuuris (füüsikaõpetaja, 3+2):
 - * Alge Ilosaar (juhendaja Tõnu Laas)
 - * Katrin Laas (juhendaja Romi Mankin)
 - * Nadežda Leitšenok (juhendaja Jaanis Priimets)
 - * Gerrit Kanarbik (juhendaja Anneli Roode)
 - * Ave Kokka (juhendaja Anneli Roode)
 - * Kalle Kebbinau
 - * Andrus Niitenberg
 - * Veroonika Ivanova
 - * Kristi Juuse
- TLÜ bakalaureuseõppe füüsikaõpetaja erialal lõpetasid (5-a bakalaureuseõpe): Jana Erd, Kristel Merusk, Janno Nau ja Maimu Torn.
- TTÜ füüsikainstituudi juures õppisid:
 - Tehnilise füüsika doktorantuuris:
 - * Veljo Sinivee (juhendaja prof R.-K. Loide)
 - * Mario Mars (juhendaja vanemteadur V. Harvig)
 - * Tambet Lember (juhendaja prof J. Elken)
 - * Reedik Kuldklipp (juhendaja prof A. Soesoo)
 - * Andri Jagomägi (juhendaja prof J. Krustok)
 - * Alar Leibak (juhendaja prof P. Puusepp)
 - * Tõnu Martma (juhendaja prof R. Vaikmäe)
 - * Mario Kadastik (juhendaja prof R.-K. Loide)
 - * Tõnis Oja (juhendaja prof R.-K. Loide)
 - * Dan Hivonen (juhendajad van.teadurid U. Nagel, T. Rõõm, KBFI)
 - * Ove Pärn (juhendaja prof J. Elken)
 - * Jaak Toomela (juhendaja dots M. Klopov)
 - * Gennadi Lessin (juhendaja van.teadur U. Raudsepp, TTÜ Meresüsteemide Instituut)
 - * Kristjan Urtson (juhendaja prof A. Soesoo)
 - * Priidik Lagemaa (juhendaja prof J. Elken)
 - * Evelyn Kalam (juhendaja prof A. Soesoo)
 - Tehnilise füüsika magistrantuuris:
 - * Ahto Kuusk (juhendaja dots M. Klopov)
 - * Radu Prekup (juhendaja PhD A. Samoson)

- * Madis Tuul (juhendaja dots A. Gavrilov)
- * Rivo Uiboupin
- * Germo Väli
- TTÜ lõpetasid tehnilise füüsika õppesuunal loodusteaduse bakalaureuse kraadiga: Henri Alas, Ardo Illaste, Tanel Joon, Rainer Mark, Madis Pärn, Päivo Simson, Rivo Uiboupin, Rait Valksaare, Kristjan Tammik.
- Haridus- ja teadusminister premeeris järgmisi üliõpilaste teadustööde riikliku konkursi 2006 laureate loodusteaduste ja tehnika valdkonnas:
 - rakenduskõrgharidusõppe ja bakalaureuseõppe üliõpilaste astmes:
 - * I preemia (7500.– EEK) Palle Kotta (TÜ), konkursitöö „Bilineaarsete sisend-väljundvõrrandite realiseeritavusest“ eest;
 - * II preemia (4500.– EEK) Katri Muska (TTÜ), konkursitöö „Keemiliselt sadestatud CdS kilede morfoloogia ja lõõmutamise uurimine“ eest;
 - * III preemia (3000.– EEK) Lauri Sikk (TÜ), konkursitöö „Kelaatsed efektid tseesiumikatiooni komplekseerumisel hüdroksü- ja aminokarboksüülhapetega“ eest;
 - * III preemia (3000.– EEK) Mark Fišel (TÜ), konkursitöö „Eesti kõneprosodia genereerimine neurovõrkude abil“ eest;
 - * III preemia (3000.– EEK) Martin Langel (EMÜ), konkursitöö „Pilootprojekt torukujulise difraktsioonivõre valmistamiseks: madaladimensioonilise täpsusega seadmete konstrueerimise ja töötlemise meetodikakompleksi väljatöötamine“ eest;
 - * Diplomid: Aleksei Lissitsin (TÜ), Janar Õunpuu (TLÜ), Marge Ilmosaar (TÜ), Päivo Simson (TTÜ), Rainer Küngas (TÜ), Roman Siim (TTÜ), Tanel Esperk (TÜ), Veiko Karu (TTÜ), Viljar Palmre (TÜ).
 - magistriõppe üliõpilaste astmes:
 - * I preemia (7500.– EEK) Marju Laars (TTÜ), konkursitöö „(3S,3'S)-bimorfoliini asümmeetriline süntees ja tema derivaatide kasutamine organokatalüütilisel Michaeli liitumisel“ eest;
 - * II preemia (4500.– EEK) Taivo Lints (TTÜ), konkursitöö „Bakteri rakus toimuvate protsesside esitamine multiagentsüsteemina DnaA tiitrimise mudelil põhineva agentmudeli näitel“ eest;

- * II preemia (4500.– EEK) Indrek Zolk (TÜ), konkursitöö „Banacchi ruumi kommuteeruv aproksimatsiooniomadus“ eest;
- * Diplomid: Ants Kallaste (TTÜ), Emilia Käsper (TÜ), Ester Saral (TÜ), Kadri Haamer (TÜ), Kert Tamm (TTÜ), Kristelle Kaarma (TÜ), Nadežda Aleksejeva (TÜ).
- doktoriõppe üliõpilaste astmes:
 - * I preemia (7500.– EEK) Els Heinsalu (TÜ), konkursitöö „Anomaalne transport perioodilistes jõuväljades“ eest;
 - * I preemia (7500.– EEK) Meelis Käärik (TÜ), konkursitöö „Tõenäosusjaotuste lähendamine hulkaodega“ eest;
 - * II preemia (4500.– EEK) Valter Kiisk (TÜ), konkursitöö „Õhukeste metalloksiidkilede optilised uuringud“ eest;
 - * Diplomid: Kristel Mikkor (TÜ), Maie Bachmann (TTÜ), Tiina Lõugas (TTÜ), Veera Krasnenko (TÜ).
- Õpilaste teadustööde riikliku konkursi I preemia põhikooli astmes sai Victor Alari (Gustav Adolfi Gümnaasium) tööga „Tuulelainete mõõtmise ja numbriline modelleerimine Küdema lahes“. Teadustöö eduka juhendamise eest autasustati Urmas Raudseppa Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituudist.
- Eesti Teaduste Akadeemia üliõpilastööde konkursi II auhinna said füüsika ja materjaliteaduse alased tööd:
 - Kelli Keevend (Tartu Ülikool) – võistlustöö „Biomorfsete karbiidsete komposiitmaterjalide lähtestruktuuride väljatöötamine“ (juhendajad magistrant Martin Järvekülg, doktorant Valter Reedo, laborijuhataja Ants Lõhmus);
 - Merle Randrüüt (Tallinna Tehnikaülikool) – magistritöö „Lainelevi modelleerimine mikrostruktuuriga materjalides“ (inglise keeles, juhendaja akad Jüri Engelbrecht);
 - Liis Rebane (Tallinna Tehnikaülikool) – magistritöö „Valguse orbitaalse pöördemomendi rakendused optiliste kujutiste analüüsil“ (inglise keeles, juhendajad dr Pearu Peterson, prof Juan P. Torres);
 - Edith Soosaar (Tallinna Tehnikaülikool) – magistritöö „Upwellingu filamentide numbriline modelleerimine Soome lahes“ (inglise keeles, juhendaja dr Urmas Raudsepp);
 - Kert Tamm (Tallinna Tehnikaülikool) – magistritöö „Deformatsioonilainete interaktsioonid mikrostruktuursetes tahkistes“ (juhendaja prof Andrus Salupere);
 - Heli Valtna (Tartu Ülikool) – magistritöö „Superluminaalsete lo-

kaliseeritud valguslainete tekitamise võimalikkus“ (juhendajad akad Peeter Saari, dr Kaido Reivelt).

- TÕ Sihtasutuse 2006. a sügissemestri stipendiumid pälvisid järgmised TÕ FO magistrandid:
 - Tartu Ülikooli Raefondi stipendium: Lidia Feklistova
 - Estraveli reisisihi stipendium: Janno Torop ja Viljar Palmre
 - Kaleva Traveli reisistipendium: Karin Laansalu-Veskioja
 - Gerda Spohri stipendium: Marje Prank

Stipendiumid anti kätte sihtasutuse pidulikul vastuvõtul 30. novembril Tartu Ülikooli ajaloo muuseumi valges saalis.

- TÕ Füüsika Instituudi üliõpilasstipendiumi bakalaureuseastmes sai Kelli Keevend (3. a materjaliteadus, juhendaja Martin Järvekülg), magistriastmes pälvis esikohastipendiumi Argo Lukner (1. a füüsika, juhendaja Ilmo Sildos), teise koha Kadri Isakar (2. a füüsika, juhendaja Enn Realo) ja kolmanda koha Jevgeni Šulga (1. a materjalitehnoloogia, juhendaja Ilmar Kink). Ära märgiti 1. a magistrandid Rainer Pärna (materjalitehnoloogia, juhendaja Ahti Niilisk) ja Aleksei Mahhov (infotehnoloogia, juhendaja Svetlana Zazubovitš). Kõik stipendiaadid pälvisid ka diplomi ja medali „Füüsika Instituudi väike briljant“.
- 25. sept määras Tartu Observatooriumi teadusnõukogu Ernst Julius Öpiku stipendiumi TÕ magistrandile Tiina Liimetsale. Juhan Rossi nim stipendiumi sai Eesti Maaülikooli doktorant Julia Budenkova.

IV. TEADUSÜRITUSED EESTIS

- 24. jaan toimus Tartu Ülikooli Tehnoloogiainstituudis seminar „Kütuselement kui perspektiivne uus energiatehnoloogia ja sellega seotud probleemid“. Seminaril tegi ettekande Tartu Ülikooli füüsikalise keemia prof Enn Lust, ettekande kaasautorid olid Gunnar Nurk, Priit Möller, Indrek Kivi, Priit Nigu, Silvar Kallip ja Karmen Lust Tartu Ülikoolist.
- 10. veebr toimus TÕ Füüsika Instituudis prof Mart Elango (8. jaan 1936 – 12. veebr 1996) mälestuseks seminar „Mart Elango ja 40 aastat röntgenspektroskoopiat Tartus“. Ettekannetega esinesid Arvo Kikas, Tšeslav Luštšik, Henn Käämbre, Ergo Nõmmiste (kõik TÕ FI) ja Indrek Martinson (Lundi Ülikool, Rootsi).

- 21. ja 22. märtsil toimusid Tartus XXXVI Eesti füüsikapäevad ja XXVIII Eesti füüsikaõpetajate päevad. Kuulati ettekandeid maailma füüsikauudistest, Eesti füüsikute töödest ja füüsika õpetamisest. Esitati 18 suulist ja 14 stendiettekannet. Osavõtjaid oli üle 150.
- 21. ja 22. märtsil Eesti füüsikapäevade ja Eesti füüsikaõpetajate päevade raames toimusid järgmised EFS füüsikaõpetajate osakonna üritused:
 - 22. märtsil kell 10.00 tegi ettekande Sulev Valdmaa uuest füüsika ainekavast;
 - 22. märtsil jätkus füüsika seltsi õpetajate osakonna koosolek, kus toimus hääletus uue juhatuse leidmiseks. Hääletuse tulemusena juhib EFS füüsikaõpetajate osakonna tööd 4-liikmeline juhatus: esimees J. Jõgi, liikmed L. Jõumees, J. Paaver ja R. Henn. Seejärel andis K. Reivelt ülevaate füüsika populariseerimisest teadusbussi vahendusel. Koosolek jätkus uue ainekava aruteluga, kus õpetajate osakonnaga koostööd tegevad inimesed otsustasid aktiivselt osaleda uute ainekavade väljatöötamises. Peeti vajalikuks vastavate seminaride korraldamist. Koosolekul osales ca 100 inimest.
- 11. apr toimus TÜ Füüsika Instituudis akadeemik Karl Rebase juubeliseminar „Foononvabad jooned: viimased arengud ja tulevikuperspektiivid“. Ettekannetega esinesid Karl Rebane, Vladimir Hižnjakov, Peeter Saari, Nikolai Kristoffel, Mati Haas, Jaak Kikas (kõik Tartust) ning Aleksander Rebane (Montana Ülikool, USA).
- 20. apr toimus TÜ Tehnoloogiainstituudis Tehnoloogiapäev 2006. Materjaliteadust esindas Alvo Aabloo ettekanne „Arukad materjalid ja seadmed“. Töötas teaduskeskuse AHHA mootorite töötuba, teadusbuss Suur Vanker korraldas füüsikateatri etendusi.
- 21.–22. apr toimus Lähte Ühisgümnaasiumis esimene ainekavaalane seminar „Aita kujundada koolifüüsika nägu ja tegu“. Osales ca 25 füüsikaõpetamisega seotud inimest. Täpsustus füüsikaõppe eesmärkide osa, alustati füüsikaõppe sisuloendi ja õpitulemuste formuleerimisega.
- 13. mail toimus Tartus jätkuseminar „Aita kujundada koolifüüsika nägu ja tegu II“. Osales ca 25 füüsikaõpetamisega seotud inimest. Täpsustusid põhikooli ainekava, gümnaasiumi põhiainekava

- ja gümnaasiumi laiendatud ainekava.
- 26. mail esitleti TÜ füüsikahoones kogumikku „Tartu Ülikooli Ilmade Observatooriumi 140. juubeli konverentsi ettekanded“.
 - 13. juunil toimus Tartu Ülikooli Tehnoloogiainstituudi ruumides Eesti Teaduste Akadeemia laiendatud juhatause istung ja raamatu „Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2006“ (X) esitlus. Kavas olid järgnevad ettekanded teaduspreemia laureaatidelt:
 - Ago Samoson (kollektiivi juht), Tiit Tuherm, Jaan Past, Andres Reinhold, Tiit Anupõld „Ülikiire proovirotatsiooni tehnika arendamine“;
 - Arvi Freiberg (kollektiivi juht), Margus Rätsep, Kõu Timpmann „Fotosünteesiliste valgusergastuste eksiton-polaron iseloom“;
 - Enn Mellikov (kollektiivi juht), Mare Altosaar, Sergei Bereznev, Andres Öpik „Päikeseelementide uued materjalid ja konstruktsioonid“.
 - 16.–18. juunini toimus Arbaveres järjekordne EFS Noorfüüsikute Suvekool. Osales 72 tudengit TLÜ-st, TTÜ-st ja TÜ-st. Üritust toetasid KBFI, TTÜ ja TÜ.
 - 26.–27. juunini toimus EFS füüsikaõpetajate kolmas suvekool, sedakorda TÜ Türi Kolledži ruumes. Osales ca 15 füüsikaõpetajat. Teadmisi jagasid KBFI, TTÜ füüsikainstituudi ja TLÜ teadurid.
 - 1.–6. juulini toimus Laulasmaa spaahotellis konverents LEES'06 (*Low Energy Electrodynamics in Solids 2006*) ja 1. juulil sellega ühendatud USA ja Eesti teadlaste ühisseminar „Kvantmagnetism“. LEES-i temaatika hõlmab elektronide ja magnetmomentide madalaenergeetilist elektrodünaamikat tahkises ning Tallinnas toimunu oli seitsmes üritus. Konverentsil ja seminaril osales 83 teadlast 15 riigist. LEES'08 toimumiskohaks aastal 2008 valiti Vancouver, Kanada. LEES'06 organiseerisid KBFI (eesistuja PhD Toomas Rõõm) ja Bell Labs, Lucent Technologies (kaasesistuja PhD Girsh Blumberg).
 - 2. juulist kuni 26. augustini osalesid Genfis CERNi suvises õppe- ja praktikaprogrammis 7 Eesti noort füüsikut. Programmis osalesid Kadri Isakar, Mihkel Kree, Ilja Livenson, Liis Rebane ja Heli Valtna ning seda Andi Hektori ja Mait Münteli kohapealsel juhendamisel. Eesti CERNi töörühma juhhib KBFI juhtivteadur Martti Raidal.
 - 4.–8. juulini toimus Tartus esimene rahvusvaheline BalticGridi

teadusarvutuste ja grid-tehnoloogia suvekool. Osales 41 tudengit Eestist, Leedust, Lätist, Poolast ja Saksamaalt. Suvekooli organisatoriteks olid KBFI (Andi Hektor, BalticGrid projekt), EENet (Hardi Teder, BalticGrid projekt) ja TÜ (professor Eero Vainikko, hajussüsteemide õppetool). Täpsem info www.balticgrid.org.

- 21.–23. aug korraldati Pühajärvel VII atmosfääri ionide ja aerosoolide alane rahvusvaheline seminar (*7th Finnish-Estonian Air Ion and Aerosol Workshop*). Osavõtjaid oli 38 seitsmelt maalt, ettekandeid 22. Prominentsemad osalejad: prof Markku Kulmala (Soome, Helsingi Ülikool), prof Veli-Matti Kerminen (Soome, Soome Meteoroloogia Instituut), prof Hannes Tammet (TÜ), dr Frank Stratman (Saksamaa, Troposfääri Uurimise Leibnizi-Instituut). Korraldajad: Soome poolt Markku Kulmala, Eesti poolt Urmas Hörrak.
- 28. aug toimus Tartus Tartu Observatooriumi korraldusel regulaarne üle-eestiline VIII keskkonnakaitse alane nõupidamine „Atmosfäär. Inimene. Ultraviolettkiirgus“. Ultraviolettkiirguse ja aerosoolide uuringuid ning ultraviolettkiirguse toimeid käsitlevate ettekannetega esinesid U. Veismann, K. Eerme, A. Kallis, E.-M. Maasik, I. Ansko, S. Lätt, E.-S. Kerner, A. Reinart, Ü. Kikas, E. Tamm ja M. Vaht. Osavõtjaid Eesti erinevatest uurimis- ja ametiasutustest oli 20.
- 31. aug toimus Tallinna Linnavolikogu hoones teaduslik istung ülemaailmselt tuntud Eesti astronoomi, professor Ernst Julius Öpiku (1893–1985) mälestuseks. Istung oli korraldatud MTÜ Euroscience Eesti üritusena. Esinejate hulgas oli emeriitprofessor Fred Singer – kunagine E. Öpiku kolleeg ja kaasautor Marylandi Ülikoolist – ja tema nooremad kolleegid.
- 8. sept toimus Tartus restoran Atlantise konverentsiruumis raamatu „Teadusmõte Eestis. Täppisteatudused“ esitlus. Esitlusel võtsid sõna akadeemikud:
 - Richard Villems – Eesti Teaduste Akadeemia president;
 - Jaak Aaviksoo – Tartu Ülikooli rektor;
 - Peeter Saari – Eesti Teaduste Akadeemia astronoomia ja füüsika osakonna juhataja;
 - Ilmar Koppel – Eesti Teaduste Akadeemia bioloogia, geoloogia ja keemia osakonna juhataja.
- 11.–15. sept toimus Tartus rahvusvaheline konverents „European Large Lakes symposium“ (osalejaid 180, 20 riigist), mille korralda-

misel osales TO vanemteadur Anu Reinart.

- 9. okt kogunes Genfis esmakordselt KBFI poolt moodustatud rahvusvaheline Eesti Vabariigi ja CERNi vahelise koostöö nõukogu. Nõukogu koosseisu kuuluvad: Kristjan Haller (Haridus- ja Teadusministeerium), Steinar Stapnes (CERN), Raivo Stern (KBFI), Emmanuel Tsesmelis (CERN), Jorma Tuominiemi (Helsingi Ülikool).
- 20.–22. okt toimus Käärikul järjekordne EFS Täppisteaduste Sügiskool, järjekorras juba kaheksas. Selleaastane osalejate arv oli rekordiline, kokku 123 tudengit, teadlast ja õppejõudu. Toimus 20 tunni jagu loenguid ja seminare. Üritust toetasid KBFI, Tartu Observatoorium, TTÜ ja TÜ.
- 1. nov toimus Eesti Teaduste Akadeemia majas 6. seminar sarjast „Teaduse uued suunad“ alapealkirjaga „Komplekssüsteemid“. Avasõnaga esinesid akad Richard Villems ja akad Jüri Engelbrecht.
- 21.–22. nov korraldas Tartu Ülikool partnerina Euroopa Liidu 6. raamprogrammi projektis „Naised täppisteadustes ja kõrgtehnoloogias“ („Women in Science and High Technology“, BASNET) projekti rahvusvahelise töökohtumise Tartus. Projekti koordinaator on Dalia Šatkovskiene Vilniuse Ülikooli teoreetilise füüsika osakonnast. Kohtumise põhiteemaks olid Eestis, Leedus ja Lätis läbiviidud projektiteemalise sotsioloogilise uurimuse tulemused. Kohtumise korraldasid Helle Kaasik, Imbi Tehver, Anu Ülejõe ja Anu Laas, osavõtjaid oli 35 – Eestist, Leedust, Lätist, Poolast ja Rumeeniast.
- 12. dets pandi lõplikult paika tingimused, millega KBFI ja TÜ ühinevad esmakordselt EURATOMi fusiooniuuringute programmiga. Programmi Eesti-poolne koordinaator on Madis Kiisk (TÜ FI). Täpsem info www.kbfi.ee/projects/EstFusion.

V. TEADUSTÖÖ

- 24. veebr anti kätte Eesti Vabariigi teaduspreemiad. Täppisteaduste alal pälvisid preemia TÜ FI teadlased Arvi Freiberg, Margus Rätsep ja Kõu Timpmann uurimuste tsükli „Fotosünteesiliste valgusergastuste polaron-iseloom“ eest.
- 24. veebr anti Tallinnas Eesti Teaduste Akadeemia saalis koos riigi

kultuuripreemiade ja keeleauhinnaga esmakordselt välja 500 000 krooni suurune riigi teaduspreemia „Innovaatilise tooteni viinud väljapaistva teadus- ja arendustöö eest“. Preemia pälvisid KBFI füüsikud Ago Samoson (kollektiivi juht), Tiit Tuherm, Jaan Past, Andres Reinhold ja Tiit Anupõld tööde eest teemal „Ülikiire proovirotatsiooni tehnika arendamine“.

- Eesti Vabariigi aastapäeval pälvisid Valgetähe teenetemärgi akad Jaak Aaviksoo (II kl) ning akad Karl Rebane ja akad Tšeslav Luštšik (III kl).
- 1. dets toimunud emakeelse ülikooli 87. aastapäeva aktusel Tartu Ülikooli aulas tunnustati Rahvusmõtte auhinnaga akadeemik Endel Lippmaad. Auhinna andis üle kirjanik Hando Runnel. Tartu Ülikool annab Rahvusmõtte auhinna välja kolmandat korda. Rahvusmõtte auhinnaga tunnustatakse inimest, kes on oma loominguga silmapaistvalt edendanud Eesti rahvuslikku ja riiklikku eneseteadvust.
- Sihtasutuse Eesti Rahvuskultuuri Fond Heino Eelsalu allfondi stipendiumi sai Sabine Brauckmann Karl Ernst von Baeri tööde avaldamiseks inglise keeles.

Teadus- ja arendusasutuste sihtfinantseeritavaid teadusteemasid 2006. aastal

Tartu Ülikool

- TÕ 0182134s02 Laia keelutsooniga dielektriliste ja optiliste materjalide süntees ja füüsikalised omadused
Pung, Lembit 2002–2006, 895 000 kr.
- TÕ 0182133s02 Atmosfääriprotsesside dünaamiline ja statistiline modelleerimine
Rõõm, Rein 2002–2006, 2 688 000 kr.
- TÕ 0182534s03 Maastiku aineringe dünaamika analüüs ja modelleerimine muutuvates kliimaatilistes ja sotsiaalmajanduslikes tingimustes ning optimeerimine ökotehnoloogia võtete abil
Mander, Ülo 2003–2007, 2 543 000 kr.
- TÕ 0182529As03 Loodusteadusliku hariduse relevantsuse kontseptsioon ja relevantsust mõjutavad tegurid üldhariduskoolis
Rannikmäe, Miia 2003–2007, 527 000 kr.
- TÕ 0182552s03 Keemiliste ühendite reaktsioonivõime ja omaduste eksperimentaalne ja teoreetiline uurimine
Koppel, Ilmar 2003–2007, 3 085 000 kr.

- TÜ 0182556s03 Protsessid modifitseeritud piirpindadel ja faasides ning nende rakendused uuetüübilistes elektrienergia allikates ning energiasalvestites
Lust, Enn 2003–2007, 2 543 000 kr.
- TÜ 0182537As03 Piirpindadel ja kondenseeritud faasides toimuvad protsessid ning nende rakendamine keskkonnatehnoloogiates
Tenno, Toomas 2003–2007, 1 217 000 kr.
- TÜ 0182559s03 Rakendusmatemaatika ja mehaanika ülesannete modelleerimine
Lellep, Jaan 2003–2007, 585 000 kr.
- TÜ 0182647s04 Stohhastilised protsessid mittetasakaalulistest füüsikalistest süsteemides
Tammelo, Risto 2004–2008, 1 217 000 kr.
- TÜ 0182644Bs04 Biotehnoloogiliste ja makromolekulaarsete süsteemide molekulaardisain
Maran, Uko 2005–2008, 1 004 000 kr.
- TÜ 0182732s06 Ökosüsteemi süsiniku ja veevoogude interaktsioon muutuv keskkonnas
Kull, Olevi 2006–2011, 1 774 000 kr.
- TÜ 0182747s06 Madalatemperatuurilise gaaslahendusplasma ja tahkise vastasmõju uurimine
Laan, Matti 2006–2011, 895 000 kr.
- TÜ 0182724s06 Keerukate süsteemide modelleerimine stohhastiliste meetoditega
Kollo, Tõnu 2006–2011, 470 000 kr.
- TÜ 0182712s06 Suuremahuliste ja keeruliste arvutusülesannete lahendamise meetodid, arvutuskeskkonnad ja rakendused
Vilo, Jaak 2006–2011, 1 237 000 kr.

TÜ Eesti Mereinstituut

- TÜ 0182578s03 Rannikumere protsesside ruumilise ja ajalise varieeruvuse mõju bioloogilisele ja funktsionaalsele mitmekesisusele Läänemere kirdeosas
Kotta, Jonne 2003–2007, 1 632 000 kr.
- TÜ 0182579s03 Läänemere kirdeosa, Soome ja Liivi lahe ökoloogiliste allsüsteemide dünaamika ja arengu seaduspärasuste uurimine
Ojaveer, Evald 2003–2007, 1 130 000 kr.
- TÜ 0182589s03 Läänemere ja Eesti suurjärvede ökosüsteemi matemaatiline modelleerimine ning operatiivse prognoosimudeli koostamine
Tamsalu, Rein 2003–2007, 1 255 000 kr.
- TÜ 0712699s05 Ranna- ja sisevete optika ning kaugseire
Kutser, Tiit 2005–2010, 1 255 000 kr.

TÜ Füüsika Instituut

- TÜ 0382147s02 Biofüüsikalised elementaarprotsessid ja nende dünaamika
Freiberg, Arvi 2002–2006, 1 326 000 kr.
- TÜ 0382145s02 Aine süvastruktuuri teooria
Hižnjakov, Vladimir 2002–2006, 2 761 000 kr.
- TÜ 0382150s02 Valgustundlike materjalide laserspektroskoopia ja nende rakendused
Kikas, Jaak 2002–2006, 2 079 000 kr.
- TÜ 0382148s02 Fundamentaalnähtused laia keelutsooniga materjalides ja nende rakendusperspektiivid
Luštšik, Aleksandr 2002–2006, 3 962 000 kr.
- TÜ 0382144s02 Eesti keskkonna radioaktiivsus ja kiirgusdoos
Realo, Enn 2002–2006, 1 004 000 kr.
- TÜ 0382149s02 Nanostruktuursed materjalid
Rosental, Arnold 2002–2006, 2 824 000 kr.
- TÜ 0382146s02 Laserfüüsika ja laseroptilised tehnoloogiad
Saari, Peeter 2002–2006, 2 330 000 kr.

TÜ Tehnoloogiainstituut

- TÜ 0182563s03 Vaiksed seadmed: materjalid ja juhtimisalgoritmid
Aabloo, Alvo 2003–2007, 591 000 kr.

Tallinna Tehnikaülikool

- TTÜ 0142084As02 Bioelektriliste signaalide interpreteerimine
Hinrikus, Hiie 2002–2006, 1 146 000 kr.
- TTÜ 0142079s02 Metallikomplekside kvantkeemilised mudelid
Tamm, Toomas 2002–2006, 573 000 kr.
- TTÜ 0142081s02 Eesti energeetilise ressursi säästliku kasutuse teed ja vahendid
Ots, Arvo 2002–2006, 2 276 000 kr.
- TTÜ 0142514s03 Vedeliku dünaamiline koostoime piiretega
Metsaveer, Jaan 2003–2007, 966 000 kr.
- TTÜ 0142511s03 Muundurite mitteaktiivvõimsuse minimeerimine muutuvate pingeniivode vahelise virtuaalrafo, kaovaba resistori või kaovaba güraatori realiseerimise abil
Järvik, Jaan 2003–2007, 390 000 kr.
- TTÜ 0142513s03 Energiamuundus- ja -vahetusprotsesside uurimine elektriajamite ja pooljuhtmuundurite jõuvõrkudes
Laugis, Juhan 2003–2007, 464 000 kr.
- TTÜ 0142512s03 Töökindel ja säästlik energeetika
Tammoja, Heiki 2003–2007, 417 000 kr.

- TTÜ 0142507s03 Telekommunikatsioonitehnika alased uuringud
Lossmann, Eerik 2003–2007, 446 000 kr.
- TTÜ 0142509s03 Arukad komponendid ja nende ühendamise probleemid
Mõtus, Leo 2003–2007, 1 450 000 kr.
- TTÜ 0142508s03 Digitaalsüsteemide disain ja test
Ubar, Raimund 2003–2007, 2 318 000 kr.
- TTÜ 0142515s03 Nano ja submikroonsete kilede keemia ning tehnoloogia
Krunks, Malle 2003–2007, 1 075 000 kr.
- TTÜ 0142518s03 Anorgaaniliste mitmekomponentsete süsteemide keemia ja rakendused
Kuusik, Rein 2003–2007, 1 460 000 kr.
- TTÜ 0142516s03 Pooljuhtpäikeseenergeetika materjalide keemia, füüsika ja tehnoloogia
Mellikov, Enn 2003–2007, 3 101 000 kr.
- TTÜ 0142500s03 Keskkonnasõbralike analüütiliste lahutusmeetodite uurimine ja kasutamine bioloogiliselt aktiivsete ühendite määramiseks.
Kaljurand, Mihkel 2003–2007, 1 442 000 kr.
- TTÜ 0812526s03 Disperssete (gaas-tahked osakesed) vooluste teooria arendamine ja rakendused energeetikas
Rudi, Ülo 2003–2007, 1 255 000 kr.
- TTÜ 0142505s03 Kulumiskindlad materjalid ja kulumine
Kübarsepp, Jakob 2003–2007, 3 377 000 kr.
- TTÜ 0142506s03 Mehhatroonika- ja mõõtesüsteemide süntees: modelleerimine, optimeerimine ja kvaliteediohje
Tamre, Mart 2003–2007, 347 000 kr.
- TTÜ 0142628s04 Kütused ja kütuse komponendid, nende termodünaamilis-füüsikalised omadused
Oja, Vahur 2004–2008, 636 000 kr.
- TTÜ 0182644As04 Nanotehnoloogiliste süsteemide molekulaardisain
Karelson, Mati 2004–2008, 824 000 kr.
- TTÜ 0142687s05 Sünteetiliste ja looduslike polümeerimaterjalide omadused ja väärastamine
Viikna, Anti 2005–2010, 715 000 kr.
- TTÜ 0142684s05 Toodete ja tootmisprotsesside kiire teostamine – teooria ja metodoloogia.
Küttner, Rein 2005–2010, 1 790 000 kr.
- TTÜ 0142737s06 Missioonikriitiliste sardsüsteemide elektroonsed komponendid ja alamsüsteemid
Min, Mart 2006–2011, 2 418 000 kr.

- TTÜ 0142722s06 Fossiil- ja taastuvkütuste ning orgaaniliste jäätmete termokeemilise koostöötlemise alused
Luik, Hans 2006–2008, 1 075 000 kr.
- TTÜ 0142719s06 Tehnoloogiliste protsesside intensiivistamine aktuaalsete keskkonnaprobleemide lahendamiseks
Munter, Rein 2006–2011, 1 117 000 kr.
- TTÜ 0142714s06 Elektrit juhtivate polümeermaterjalide omaduste uurimine ja modifitseerimine kasutamiseks funktsionaalsete materjalidena ning elektronseadiste komponentidena
Õpik, Andres 2006–2011, 2 158 000 kr.

TTÜ Küberneetika Instituut

- TTÜ 0322521s03 Mittelineaarne dünaamika ja pingeanalüüs
Engelbrecht, Jüri 2003–2007, 2 958 000 kr.
- TTÜ 0322519As03 Analüütilised ja numbrilised meetodid modelleerimises
Janno, Jaan 2003–2007, 657 000 kr.
- TTÜ 0322520s03 Mittelineaarsed ja hübriidsed juhtimissüsteemid
Kotta, Ülle 2003–2007, 1 478 000 kr.
- TTÜ 0322709s06 Usaldusväärsed tarkvara- ja inimkeele tehnoloogiad
Uustalu, Tarmo 2006–2011, 2 160 000 kr.

TTÜ Meresüsteemide Instituut

- TTÜ 0822522s03 Läänemere vee- ja ainevahetusprotsessid muutuvates kliimatingimustes. Rannikumere dünaamika ja optika
Elken, Jüri 2003–2007, 2 285 000 kr.

Tallinna Ülikool

- TLÜ 0182529Bs03 Loodusteadusliku hariduse relevantsuse kontseptsioon ja relevantsust mõjutavad tegurid üldhariduskoolis
Reiska, Priit 2003–2007, 224 000 kr.
- TLÜ 0132723s06 Mittelineaarsed stohhastilised protsessid nano- ja ökosüsteemides: teooria ning rakendused materjaliteadustes ja ökoloogias.
Mankin, Romi 2006–2011, 947 000 kr.

Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut

- KBFI 0222597s03 Prioriteetsete saasteainete olek ja jaotumine Eesti keskkonnas
Kirso, Uuve 2003–2007, 813 000 kr.
- KBFI 0222598s03 Keemiline spektraalfüüsika
Lippmaa, Endel 2003–2007, 5 508 000 kr.

- KBFI 0222603s03 Funktsionaalne proteoomika – struktuuriaktiivsuse seosed ning molekulaarne äratundmine looduslikes valgukooslustes Siigur, Jüri 2003–2007, 2 079 000 kr.

Tartu Observatoorium

- TO 0062465s03 Struktuuride areng Universumis kaugest minevikust tänapäevani Einasto, Jaan 2003–2007, 2 300 000 kr.
- TO 0062464S03 Tähtede ehitus, keemiline koostis ja evolutsioon Kipper, Tõnu 2003–2007, 3 138 000 kr.
- TO 0062466s03 Eesti ning Balti regiooni keskkonna optilise kaugseire alused Kuusk, Andres 2003–2007, 2 510 000 kr.

Eesti Teadusfondi 2006. aastal alanud uurimistoetusi

Varasematel aastatel alanud ETF uurimistoetuste nimekirjad on eelmistes EFS aastaraamatutes.

Täppisteadused:

1.3. Füüsika

- Ioon- ja prootonjuhtivate polümeeride modelleerimine (6763)
Grandihoidja: Alvo Aabloo, Tartu Ülikool, Tehnoloogiainstituut
- Kiire maagiline pöörlemine krüotemperatuuridel (6846)
Grandihoidja: Ivo Heinmaa, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut
- Kalkopüriitsete kolmikühendite defektuurid (6554)
Grandihoidja: Jüri Krustok, Tallinna Tehnikaülikooli Materjaliteaduse instituut
- Fotokatalüüs ja gaaslahendus keemilise keskkonnasaaste vastu (6654)
Grandihoidja: Henn Käambre, Tartu Ülikooli Füüsika Instituut
- Defektitekke mittelöökmehanismid metallioksiidides ja fluoriidides (6652)
Grandihoidja: Aleksandr Luštšik, Tartu Ülikooli Füüsika Instituut
- Nanointeraktsioonide dünaamika (6658)
Grandihoidja: Rünno Lõhmus, Tartu Ülikooli Füüsika Instituut
- Uute tehnoloogiliste materjalide ja kilestruktuuride *in-situ* nanotasemel karakteriseerimine (6651)
Grandihoidja: Väino Sammelselg, Tartu Ülikooli Füüsika Instituut
- Koherentsed olekud kvantkriitiliste punktide ümbruses uudsetes frustreeritud kvantmagnetites (6852)
Grandihoidja: Raivo Stern, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut

- Korrastamatus ja juhtivuselektronide dünaamika Ti_5Te_4 tüüpi kristallivõrega ühendites (6655)
Grandihoidja: Andres Stolovits, Tartu Ülikooli Füüsika Instituut
- Müra poolt indutseeritud nähtused mittehomogeensetes ja anisotroopsetes keskkondades (6789)
Grandihoidja: Risto Tammelo, Tartu Ülikool, Teoreetilise füüsika instituut

1.4. Astronoomia

- Suure kiirusvõimsusega kaugelearenenud tähed kosmoseteleskoobi Gaia objektidena (6810)
Grandihoidja: Indrek Kolka, Tartu Observatoorium
- Dispersioonispektrite teooria ja rakendused (6813)
Grandihoidja: Jaan Pelt, Tartu Observatoorium
- Satelliitkaugseire meetodite arendamine Eesti optiliselt mitmekomponentiliste veekogude uurimiseks (6814)
Grandihoidja: Anu Reinart, Tartu Observatoorium

1.5. Biofüüsika

- Hüperspektraalsete ja mitme vaatenurga alt mõõdetud kaugseireandmete kasutamisevõimalused metsa struktuuri hindamiseks (6812)
Grandihoidja: Matti Mõttus, Tartu Observatoorium

Tehnikateadused:

2.2. Materjaliteadus

- Uudse multimodaalse molaarmassilise jaotusega polüetüleeni kristallisatsioonikäitumise uurimine suurel jahutuskiirusel ja allajahutusel (6553)
Grandihoidja: Andres Krumme, Tallinna Tehnikaülikooli Polümeerimaterjalide instituut
- Elektronjuhtivate polümeeride morfoloogia multiskaalas modelleerimine (6633)
Grandihoidja: Ülo Lille, Tallinna Tehnikaülikool
- Aineosakeste vaheliste vastasmõjude selgitamine multifunktsionaalsete (tööstus-) materjalide väljatöötamiseks (6660)
Grandihoidja: Ants Lõhmus, Tartu Ülikooli Füüsika Instituut
- Anisotroopsete konstruktsioonide analüüs ja optimeerimine (6835)
Grandihoidja: Jüri Majak, Tallinna Tehnikaülikool
- WC-Co jäätmeist ülipeene- ja nanostruktuuriga kõvasulamite valmistamine (6758)
Grandihoidja: Jüri Pirso, Tallinna Tehnikaülikooli Materjalitehnika instituut

2.3. Mehaanika

- Fotoelastsustomograafia (6881)
Grandihoidja: Hillar Aben, Tallinna Tehnikaülikool, Küberneetika Instituut
- Dünaamiliste süsteemide modelleerimine lainikute ja tehisnärvi võrkude abil (6697)
Grandihoidja: Helle Hein, Tartu Ülikool
- Vedeliku ejektiooni mehhanismi analüüs lähtudes optimaalsuskontseptsiooni kriteeriumitest (6832)
Grandihoidja: Feliks Kaplanski, Tallinna Tehnikaülikool
- Nihkejäikuse mõju reisilaeva üldpaindele (6740)
Grandihoidja: Jaan Metsaveer, Tallinna Tehnikaülikool

2.5. Energeetika

- Mineraalosa käitumine ja soojusefektid põlevkivi põletamisel keevkihis (6661)
Grandihoidja: Arvo Ots, Tallinna Tehnikaülikool
- Kahepositsiooniliselt juhivate kollektoritega heliofarmi uurimine (6563)
Grandihoidja: Teolan Tomson, Tallinna Tehnikaülikool
- Ebamääraste süsteemide teooria kasutamine energiasüsteemide optimeerimisel ja talitluskindluse hindamisel (6762)
Grandihoidja: Mati Valdma, Tallinna Tehnikaülikool

2.10. Masina- ja aparaadiehitus

- Mittetatsionaarse voolu müra eksperimentaalsete uurimismeetodite arendamine (6557)
Grandihoidja: Jüri Lavrentjev, Tallinna Tehnikaülikool
- Aparatuur taimelehe fotosünteesi kineetiliseks uurimiseks (6611)
Grandihoidja: Vello Oja, Tartu Ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituut

2.13. Biomeditsiinitehnika

- Elektromagnetvälja mõju aju rütmidele (6632)
Grandihoidja: Hiie Hinrikus, Tallinna Tehnikaülikool

2.14 Keskkonnatehnika

- Passiivse remediatsiooni rakendamine naftasaadustega saastunud pinnase puhastamiseks (6603)
Grandihoidja: Jaak Truu, Tartu Ülikool

- TÜ Füüsika Instituudis jätkuvad pikaajalised koostööd eelmistes EFS aastaraamatutes nimetatud välispartneritega.
- Maailma suurim arvuti- ja TV-kuvarite tootja Samsung SDI kiitis heaks Tartu Ülikooli teadlaste vahearuande plasmateleerite materjalide väljatöötamises ning soovib jätkata ülikooliga koostööd. Samsungi kõrval on ülikooli füüsikainstituudis ettevalmistamisel ka koostöö nii Euroopa suurima pooljuhtskeemide valmistaja, Saksa firma Infineoniga kui ka Hollandi elektroonikagigandi Philipsiga.
- TÜ koolifüüsika keskuse töötajad Jaan Susi ja Ott Krikmann osalevad EU koostööprojektis „EU TRAIN – European Training for Student Teachers in Science“. Projektis osalevad Soome (Helsinki Ülikool ja Jyväskylä Ülikool), Poola (Toruni Ülikool), Bulgaaria (Plovdivi Ülikool) ja Eesti (Tartu Ülikool).
- TÜ biomeditsiinitehnika ja meditsiinifüüsika teadus- ja koolituskeskus osaleb Euroopa Liidu 6. raamprogrammi meditsiinifüüsika-alases koostööprojektis SENTINEL (*Safety and Efficacy for New Techniques and Imaging using New Equipment to Support European Legislation*, 2005–2007, EU Contract FP6 – 012909), millest võtab osa 23 partnerasutust Euroopa Liidu 17-st liikmesriigist ja kolmest kandidaatriigist, projekti juht K. Faulkner (UK), TÜ töögrupi juht Kalle Kepler (TÜ FKEF).
- Jätkus kolmepoolne koostööleping (2003–2006) TÜ keskkonnafüüsika instituudi (FKKF), Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi (EMHI) ning Soome Meteoroloogia Instituudi (FMI) vahel numbrilise ilmaennustusmudeli HIRLAM arendamiseks.
- Alates 2006. aasta aprillist töötab TÜ keskkonnafüüsika instituudis õhu kvaliteedi modelleerimise süsteem SILAM. Mudelit käitab magistrant Marje Prank, juhendab teadur Marko Kaasik, nõuandjad on teadur Aarne Männik ja doktorant Andres Luhamaa. SILAM on välja töötatud Soome Meteoroloogiainstituudis ning tegemist on selle esimese kasutusega väljaspool Soomet. Käitamisel on suureks abiks SILAMi tööühma juht Mihhail Sofiev (Soome). Mudel võimaldab ühelt poolt atmosfääri dünaamikast lähtudes arvutada radionukliidide, aerosooli ja gaaside levikut allikast ja teiselt poolt leida seiremõõtmiste põhjal nende tõenäolised päritolukohad. Tartu Ülikoolis tehtava töö eesmärgiks on atmosfääriaerosooli tekkeprotsesside uurimine ja mudeli arendus.

- Jätkub Humanitaar- ja loodusteaduslike kogude riikliku programmi projekt 2005–2007 „METOBSi kogu säilitustingimuste parandamine, kogu süstematiseerimine ja kirjeldamine elektroonilises andmebaasis“ (projektijuht Piia Post).
- Alates 29. maist stažeerib TÜ keskkonnanfüüsika instituudis India Troopilise Meteoroloogia Instituudi teadur PhD Devendra Singh, eesmärgiks tutvumine keskkonnanfüüsika instituudis tehtava atmosfääri aerosoolide ja aeroioonide alase teadusliku uurimistööga ja instituudis välja töötatud kaasaegsete liikuvusspektrometritega. TÜ poolne juhendaja on keskkonnanfüüsika instituudi teadur Urmas Hörrak. Stažeerimiseks taotleti aastane stipendium/uurimistoetus India valitsuselt programmi BOYSCAST (*Better Opportunities for Young Scientists in Chosen Area of Science and Technology*) raames.
- Tallinna Ülikooli olulisemad välisgrandid:
 - NATO Science for Peace grant „Nanosecond radiation pulses for rapid detection of explosives and nuclear agents“ (SfP-981118; 2005–2008). Partnerid: Varssavi Plasmafüüsika ja Lasermikrosünteesi Instituut, Rumeenia Rahvuslik Laser-, Plasma- ja Kiirgusfüüsika Instituut, Moskva Teoreetilise ja Eksperimentaalse Füüsika Instituut, Ülevenemaaline Automaatika Uurimisinstituut.
 - IAEA grant (No 12062; 2002–2007) „Stochastic processes at dense plasma beams interaction with construction materials“. Partnerid: Varssavi Plasmafüüsika ja Lasermikrosünteesi Instituut, Vene TA Baikovi Metallurgia ja Materjalideteaduste Instituut, Moskva Ülikool, Eindhoveni Tehnikaülikool.
- TTÜ pooljuhtmaterjalide laboril on EU projekt „Performance“, mille sisuks on päikesepaneelide välistingimustes katsetamine (A. Jagomägi, J. Krustok, 2006 – 2010).
- Tartu Observatoorium on üks partneritest EL 6. raamlepingu projektis HYRESSA – *HYperspectral REmote Sensing in Europe – specific Support Actions*, TO koordinaator on Matti Mõttus.
- Tartu Observatooriumis toimusid regulaarselt astrofüüsika, kosmoloogia ja atmosfäärifüüsika seminarid.
- TÜ füüsikaosakonnas jätkasid regulaarset tööd teoreetilise füüsika, astronoomia, gaaslahenduse, IT ja keskkonnanfüüsika seminarid.
- TÜ Füüsika Instituudis jätkas aktiivset tööd spektroskoopia-

seminar (toimkond: Arvi Freiberg, Vladimir Hižnjakov, Jaak Kikas, Peeter Saari, Ilmo Sildos, Aleksandr Luštšik).

VI. RAAMATUD JA KOGUMIKUD

- Teadusmõte Eestis. Täppisteadused. Vastutavad toimetajad Ilmar Koppel ja Peeter Saari, toimetajad Helle-Liis Help, Siiri Jakobson ja Galina Varlamova. Tallinn, Eesti Teaduste Akadeemia, 2006.
 - Eesti Teaduste Akadeemia poolt välja antavas nn sinises sarjas „Teadusmõte Eestis“ on see kolmas kogumik, mille eesmärgiks on ilusas ja võimalikult lihtsas eesti keeles tutvustada arenguid Eesti teaduses, meie teadustegevuse haaret ja mõjukust maailmateaduses ning selle praktilisi väljundeid. Samalaadne ülevaatekogumik on ilmunud ka tehnikateadustest (2002) ja arstiteadusest (2005).
- Tartu Ülikooli Ilmade Observatooriumi 140. juubeli konverentsi ettekanded. Toimetajad Marko Kaasik, Piia Post. Tartu, Tartu Ülikooli Kirjastus, 2006.
 - Eestikeelses kogumikus on 22 artiklit 2005. aasta novembris toimunud TÜ Metobs-i 140. aastapäeva tähistanud teadusning teadusajaloo konverentside ettekannetest ja selle on toimetanud Marko Kaasik ning Piia Post Tartu Ülikooli keskkonafüüsika instituudist. Kogumik annab hea ülevaate Eesti geofüüsika (laiemas mõttes) tänasest seisust. Artikleid on Eesti atmosfäärifüüsika, merefüüsika, meteoroloogia, klimatoloogia ning geofüüsika korüfeede, aga ka nelja Eesti kõrgkooli üliõpilaste sulest. On kirjutisi Eesti meteoroloogia ajaloost, Tartu registreeritud temperatuuri ning atmosfääri läbipaistvuse muutuste uuringutest, Läänemere veekonveierist, 2005. aasta jaanuaritormi aegsetest unikaalsetest lainetuse tingimustest, numbrilisest ilmaennustusest Eestis, magnetilise deklinatsiooni mõõdistamisest ning Läänemere nivoo pinna määramisest, kui mainida vaid mõningaid.
 - Kogumik on ühtlasi 1990-ndatel katkenud Tartu Ülikooli Toimetiste geofüüsika-alaste publikatsioonide sarja 50. väljaanne. Raamatu väljaandmist on toetanud SA Keskkonnainvesteeringute Keskus ning seda on kõigil huvilistel võimalik saada TÜ keskkonafüüsika instituudist.

- Jaan Einasto. Tumeda aine lugu. Sarja „Eesti mõttelugu“ 71. köide. Koostanud Mihkel Jõeveer, toimetanud Urmas Tõnisson. Tartu, Ilmamaa, 2006.
 - Rahvusvaheliselt tunnustatud astrofüüsiku, akadeemik Jaan Einasto raamat koosneb kolmest alajaotusest. Esimeses osas kirjeldab autor oma kujunemist lapsest teadlaseks, teine ja kolmas osa sisaldavad teadusartikleid Jaan Einasto põhilistelt uurimissuundadelt, osad neist päris teaduslikud, teised populaarsema käsitlusega, üldarusaadavalt lahtiseletatult. Artikleid on tõlgitud nii inglise kui vene keelest. Kolmandas osas on autori artiklid teaduse võimalikkusest Eestis.

VII. IN MEMORIAM

- **Uuno Öpik** 19. X 1926 Tartu – 30. IV 2005 Bath, Inglismaa
Raske haiguse tagajärjel on lahkunud aatomifüüsik Uuno Öpik. Tema elust ja teadustegevusest on ülevaate andnud Piret Kuusk ja Indrek Martinson artiklis „Eesti füüsikud võõrsil IV“ (EFS Aastaraamat 2004, lk 38–40).

- **Jaak Lõhmus** 28. IX 1937 – 23. II 2006
Meie hulgast on lahkunud Jaak Lõhmus, matemaatik ja füüsika-teoreetik, kes läbi nelja aastakümne töötas Füüsika Instituudi teoreetilise füüsika laboris.

Sündinud Valgas piirivalvuri peres, lõpetas Jaak Lõhmus Valga 1. Keskkooli ja 1961. a Tartu Ülikooli matemaatikaosakonna. Huvid viisid ta teoreetilise alusfüüsika matemaatiliste probleemide uurimiseni ja sel alal valmisid ka kaks väitekirja – füüsika-matemaatikakandidaat 1968 ja füüsika-matemaatikadoktor 1990. Tema tööandjate nimekiri on lühike – tulnud kohe pärast ülikooli lõpetamist Füüsika Instituuti, jäi ta siia kuni lõpuni, käies läbi ametikohad aspirandist kuni juhtivteadurini ja täites lühikest aega ka teadussekretäri ametiülesandeid.

Jaak Lõhmus alustas teadustööd elementaarosakeste süsteemaatika alal, põhihuviks kujunesid aga kvantteooria algebralised probleemid elementaarosakeste teoorias. Tema rühmalis-topoloogiline analüüs kvarkmudelitest ennetas ajaliselt teisi samalaadseid töid suurtes teaduskeskustes, uurimused mitteassotsiatiivsete

algebrate omaduste ja esituste alal on originaalsed ja tunnustatud. Jaak Lõhmus oli Palm Harbouri Alusuuringute Instituudi (USA, Florida) auprofessor, Ameerika Matemaatikaseltsi liige alates 1994, ajakirjade „Algebras, Groups and Geometries“ ja „Hadronic Journal“ (USA) asetoimetaja alates 1993. Kollektiivse monograafia eest mitteassotsiativsete algebrate rakendamise kohta füüsikas pärjati teda 1995. a Eesti Vabariigi teaduspreemiaga täppisteaduste valdkonnas.

Suure osa oma energiast ja ajast kulutas Jaak Lõhmus teadustööde kogumike toimetamisele, kooliõpikute koostamisele, eriti aga aimeraamatute ja -artiklite kaudu teaduse propageerimisele. Paljudel on meeles tema toimetatud ja suuresti ka kirjutatud aimeraamat „Universumi mikromaailm“ ning eelmisel aastal „Akadeemias“ järjejutuna avaldatud unikaalne ülevaade „Matemaatika suurprobleemidest“.

Jaak Lõhmuse pühendumus teadusele ja sellest kirjutamisele jääb tema töökaaslastele alati eeskujuks. Tema tööde bibliograafia on avaldatud käesolevas aastaraamatus.

- **Hillar Koppel** 21. IX 1931 – 8. III 2006

Meie hulgast lahkus Hillar Koppel, keemik-eksperimentaator, kauaaegne vanemteadur, Füüsika Instituudi kiletehnoloogia töörühma (varem pooljuhtide füüsika labor) raudvara.

Hillar Koppel lõpetas 1955. a TÜ matemaatika-loodusteaduskonna füüsikalise keemia eriala. Järgnes töö kontrollaparatuuritehases. Füüsika Instituuti tuli ta 1961. a. 1966. a kaitses ta Moskvast kandidaaditöö indiumarseniidi kristallisatsioonist sulamlahustest. Instituudis evitati tema käe all kiiresti kaadmium-sulfiidkristallide kasvatamise tehnoloogia. Ta koostas mitme tehnoloogiliselt tähtsa kolmikühendi olekudiagrammid. See oli tema, kelle aktiivsel osalusel valmisid esimesed pooljuhtlaserid Eestis. Mitmed tehnoloogiaseadmed, mida tol korral kasutati, olid tema konstrueeritud. Hillar Koppelil oli kandev roll keemilise aurufaasadestamise arendamisel instituudis. Viimasel ajal andis ta tuntava panuse oksiidide aatomkihtsadestamise tehnoloogia täiustamisse. Tema sulest on ilmunud üle 30 teadusartikli.

Hillar Koppel on publitseerinud ka ligi 20 aimeartiklit ja tõlkinud eesti keelde kaks aimeraamatut. Ta oli üle 20 aasta instituudi instrumentaalansambli juht ja arranžeerija. Hiljuti laskis ta välja

kaks endakomponeeritud albumit „Virvajumalad“ ja „Omaküla pillimees“. Üks neist albumitest on ilmselt mõjustatud tema noorusminevikust „Vanemuise“ laval. Hillar Koppel oli hea pereisa, oma maakodu eest hoolitseja, harrastuskunstnik, fotograaf, loodusvaatleja, kirglik kalamees ...

Mälestus temast jääb alatiseks meiega.

• **Mihkel Jõeveer** 3. VIII 1937 – 6. VI 2006

Raske ning parandamatu haigus viis 6. juunil manalatele Eesti teaduspreemia laureaadi, vanemteadur Mihkel Jõeveeru, kes heleda ja ainulaadse tähena on 45 aasta vältel andnud suure panuse Eesti astronoomia teadusesse ning olnud üheks juhtfiguuriks astronoomiliste teadmiste levitamisel Eestis.

Heidame lühidalt pilgu Mihkel Jõeveeru elu- ja teadlasteele. Mihkel Jõeveer sündis Pärnumaal Murru külas talupere ainsa lapsena. Keskhariõppimise omandas ta Vändra Keskkoolis ning kõrghariõppimise astronoomia alal Tartu Ülikoolis. Kohe pärast ülikooli lõpetamist 1960. aastal asus ta tööle Tartu Tähetorni, peagi siirdudes elama ja töötama Tõraveres valmivasse uude observatooriumisse, kus möödusid kõik ta edasised eluaastad teaduspõllul teadurina ja galaktikate füüsika labori juhatajana ning eraelus abikaasana, 3 lapse isana ja vanaisana.

Mihkel õppis ülikoolis astronoomia eriharus, mis loodi 1950-ndate lõpul eesmärgiga ette valmistada noori astronome valmiva uue observatooriumi tarvis Tõraveres. Selle grupi liikmed alustasid oma teadlasteede Grigori Kuzmini juhendamisel. Sel ajal oli väga aktuaalne aine tiheduse probleem Päikese ümbruses meie Galaktikas. Seda probleemi uuris juba Ernst Öpik ühes oma esimeses teadustöös 1915. aastal, sellele pühendas oma kandidaadiväitekirja Grigori Kuzmin 1952. aastal. Eesti autorid leidsid, et tuntud tähtede ja tähtedevahelise gaasi populatsioonide summaarsest tihedusest piisab aine kogutiheduse seletamiseks. Erinevale tulemusele jõudsid tuntud Hollandi astronoom Jan Hendrik Oort ja Moskva galaktikauurijate kooli rajaja Pavel Petrovitš Parenago. Nende järgi tuli välja, et Galaktika tasandis on aine kogutihedus ligi kaks korda suurem, kui seda võimaldavad tuntud populatsioonid, seega peab Galaktika tasandis leiduma veel mingi tundmatu tume aine.

Probleem oli arusaadavalt väga aktuaalne ning sellele teemale

pühendasid oma kandidaativäitekirja Kuzmini õpilased Heino Eelsalu ja Mihkel Jõeveer. Nad kasutasid probleemi uurimiseks erinevat meetodikat ja vaatlusandmeid, kuid jõudsid samale tulemusele nagu Kuzmin. Vastuolu Tartu astronoomide ja mujal tehtud uurimuste tulemuste vahel jäi püsima. See teema püsis aktuaalsena veel 1980-ndate aastateni ning erinevad autorid said erinevaid tulemusi. Läks veel kümmekond aastat ning uusimad vaatlustulemused kinnitasid Tartu astronoomide tulemusi.

Edasi oli vaja selgitada, kuidas paiknevad galaktikad üldisemalt. M. Jõeveeru ettepanekul võeti galaktikate ja galaktikaparvede ruumilise jaotuse uurimisel kasutusele nn kiildiagrammid ja see meetod on muutunud nüüd üldkasutatavaks galaktikaparvede ruumilise jaotuse uurimisel. Selle meetodi kasutamine näitas, et praktiliselt kõik galaktikad paiknevad mitmesugustes kooslustes – galaktikagrupid, parved ja superparved – ning et nendevaheline ruum on tühi. Edasi selgus, et ka superparvedes pole galaktikate jaotus ühtlane, vaid galaktikad, galaktikate parved ja grupid moodustavad pikki ahelaid. Selline on galaktikate paigutus meile kõige lähemal asuvas Kohalikus Superparves, samuti Perseuse tähtkujus asuvas superparves. Tartu astronoomid esitasid oma tulemused Tallinnas 1977. a sügisel toimunud rahvusvahelisel konverentsil Universumi makrostruktuurist. Samadele tulemustele olid jõudnud mitmed teised uurijad, kes ka konverentsil esinesid. See osutus konverentsi naelaks ning muutis põhjalikult astronoomide paradigmat Universumi struktuurist. Seni valitses üldine arvamus, et enamik galaktikaid paikneb ruumis juhuslikult ning vaid mõned on koondunud galaktikaparvedesse, mis omakorda on juhuslikult jaotunud. See klassikaline paradigma asendus nüüd uuega: galaktikad moodustavad ruumis superparvede ja tühikute võrgustiku ehk kosmilise kanga.

See paradigmapuhetus põhjustab ka olulisi muudatusi astronoomide arusaamises Universumi arengust. Seni arvati, et galaktikad tekivad juhuslikult väikestest tihedushäiritustest. Kuna superparved on oma mõõtmetelt väga suured ning galaktikate paiknemine piki kette ei saa tekkida juhuslikult, siis oli selge, et galaktikad pidid juba tekkima superparvedes piki kette. Teiste sõnadega, sai selgeks, et enne galaktikate teket valitsesid Universumi arengus teised protsessid, mis viisid ürgaine kuhjumiseni niitjatesse

superparvedesse. Nagu nüüd on selgunud, mängib selles protsessis olulist osa tumeaine, mis ei koosne tavalisest ainest nagu tähed ja meie ise, vaid mingist seni veel tundmata päritolu mittebarüonainest, mis tavalise ainega interakteerub väga nõrgalt.

Mihkel Jõeveer oli oma huvidelt laiahaardeline entsüklopedist. Kolm aastakümnet oli ta Tähetorni Kalendri peatoimetaja ning suurim astronoomiateadmiste popularisaator selle aastaraamatu vahendusel, kuid avaldas arvukalt populaarteaduslikke artikleid ka muudes väljaannetes. Tema põhitaotluseks teaduses oli näha ja lahendada probleeme lihtsalt ja rahulikult.

Nii tumeaine uurimisel kui ka Universumi struktuuri selgitamisel andis Mihkel Jõeveer kaaluka panuse. Eesti astronoomiline üldsus väljendab postuumselt oma sügavat tänu lahkunule, kaastunnet lahkunu omastele ning langetab kurbuses pea.

- **Andres Stolovitš** 11.VIII 1958 – 14. VII 2006
14. juulil, vähem kui kuu aega enne oma 48. sünnipäeva, lahkus raske haiguse tagajärjel TÜ Füüsika Instituudi vanemteadur, füüsikakandidaat Andres Stolovitš. Tema elukirjeldusega algab käesolev aastaraamat.
- **Herbert Niilisk** 18.II 1930 – 16. X 2006
Herbert Niilisk sündis Nabala vallas, keskhariduse sai ta Haapsalu Gümnaasiumis, mille lõpetas 1950. a. Edasi viis tee Tartu Riikliku Ülikooli, mille füüsika osakonna ta lõpetas 1955. a geofüüsiku diplomiga. Töökohaks sai TA Füüsika ja Astronoomia Instituudi aktinomeetriaajaam. Andeka eksperimentaatorina osales ta aktinomeetriliste mõõtmiste ning vastava aparatuuri moderniseerimisel. Peagi sai tema teadustöö põhisuunaks taimkatte kiirgusrežiimi uurimine, olles seega üks uue teadussuuna – biogeofüüsika alusepanijatest. Tema loodud on mitmed seadmed spektraalseteks mõõtmisteks nii taimkattes kui selle kohal. 1965. aastal kaitses Herbert Niilisk Tartu Riiklikus Ülikoolis kandidaadiväitekirja „Mõnede põllukultuuride spektraalne kiirgusrežiim fotosünteesilisel aktiivses spektripiirkonnas“.

Herbert Niilisk oli hea teaduse organisaator, olles tegev mitmete vabariiklike ja üleliiduliste ürituste korraldamisel. Aastatel 1966–1970 oli ta FAI teadusdirektor, andes oma panuse kogu instituudi arengusse.

Eksperimentaalastrofüüsika sektori vanemteadurina, hiljem rakendusmatemaatika sektori juhatajana (alates 1979) tegutses ta entusiastlikult instituudi varustamisega uusima arvutustehnikaga ning selle juurutamisega teadustöös. Samal alal jätkus tema tegevus ka pärast instituudist lahkumist 1992. a kuni viimaste päevadeni.

Arvukad kolleegid ja sõbrad jäävad meenutama Herbert Niiliskit kui printsiipiaalset, energilist ja aktiivset teadlast ning teaduse organisaatorit, samas aga ka kui hea huumorimeelega sõpra, kes sageli oli eestvedajaks töövälistes ettevõtmistes.

Herbert Niilisk puhkab Nõo kalmistul.

• **Küllike Realo** 14. VI 1942 – 10. XI 2006

Ränk haigus on viinud Füüsika Instituudi perest tuumaspektroskoopia labori juhataja kt Küllike Realo (sünd Kliimand).

Lõpetanud hõbemedaliga Tartu 5. Keskkooli, astus ta ülikooli keemiaosakonda, mille lõpetas 1965. a. Tööle asus ta TÜ elektroluminestsentsi ja pooljuhtide laborisse, kust siirdus 1971. a TÜ Füüsika Instituuti, mis jäigi tema koduinstituudiks. 1983. a sai ta keemiakandidaadi teaduskraadi kaltsiumsulfiidi monokristallide loomise ja nende optiliste omaduste selgitamise eest.

Esialgul oli ta füüsikainstituudis osaline uudsete kiirgusdosimeetrite väljatöötamisel, siis asus koos abikaasa Ennu ja teiste kolleegidega uurima keskkonna radioaktiivsuse levikut ja topograafiat Eestis. Paljudel suvedel sõitsid nad mööda maad ringi, kogudes sadu pinnase-, vee- ja õhuproove. Hiljem Tartus analüüsi need läbi ning määrati igapäevane radioaktiivsus. Küllike oli osaline vastava labori loomisel ja kujundamisel. Nõnda kanti Eesti kaardile radioaktiivse saaste, sh ka Tšernobõli katastroofiga kaasnenud saaste levikukontuurid ning levikuteed. Õnneks osutus, et sinne saaste pole murettekitavalt suur.

Küllike Realo elu on küll katkenud, kuid mitte lõplikult kurnunud: ta elab edasi oma tütarde ning lastelastes. Jäävad ka tema uuringute tulemused, elutähtsad meile kõikidele.

See habras naine oli ometi tugev inimene. Tal jätkus tarmu jagada end emahoolte, peremurede ja teaduse vahel. Neil aegadel pälvis ta kangelasema tiitli (sünnitanud ja üles kasvatanud viis last).

Küllike Realo oli tegus ka Eesti Naisüliõpilaste Seltsi vilistlasena.

Kollegide silmi jääb Küllike ikka sellisena, nagu ta oli – rõõmsameelne, särav ja sirgeselgne. Tunneme südamest kaasa lesele, lastele, lastelastele, omastele.

• **Hugo Raudsaar** 14.I 1923 – 17.XI 2006

17. novembri hakul suri Eesti vanim astronoom Hugo Raudsaar, kelle kogu õpingutejärgne elu oli seotud Tartu Tähetorniga.

Võrumaal Pindi vallas Leevi külas 14. jaanuaril 1923 Kusta ja Leena kaheksanda lapsena ilmavalgust näinud Hugo, nagu teda tuttavate ringis hüüti, tuli esimest korda Tähetorni üliõpilaseks neljakümnendate aastate lõpus, töökohaks sai see auväärne hoone talle aga pärast ülikooli lõpetamist 1950. aastal. Oma igapäevast leiba teenis Hugo Raudsaar seal komeetide ja asteroidide liikumise uurimisega, jätkates selleks Tartu Tähetorni ajalooliste teleskoopide kasutamist, samal ajal kui teised astronoomid kolisid uude observatooriumi Tõraveres. Oma viimase foto, mis väga suure tõenäosusega jääbki viimaseks Tartu Tähetornis teaduslikul otstarbel tehtud pildiks, tegi Hugo kuulsast Halley komeedist.

1962. aastal kaitses Hugo Raudsaar kandidaadiväitekirja, tema sulest on ilmunud ligi sada teadusartiklit.

Hugo tegelik elutöö oli aga astronoomia põhitõdede tutvustamine rahvale, milles ta oli tõeline virtuoos. Lisaks ekskursioonide vastuvõtmisele Tähetornis kirjutas ta ajakirjandusele mitusada artiklit, avaldas kaks raamatut („Vaadelgem planeete“ ja „Pilk tähistaevale“), kus õpetatakse inimesi tähistaevast jälgima, esines raadios ja televisioonis, oli „Tähetorni kalendri“ peatoimetaja. Ta asutas ja juhatas aastakümneid astronoomiaringi, mis tegutseb tema õpilaste käe all praeguseni.

Tõeline mälestusmärk Hugole on Tõutsimäe külatähetorn. „Igasse vabariiki planetaarium, igasse külla teleskoop,“ oli Riias toimunud amatöörastronoomide ja astronoomiaõpetajate kongressil kõlanud üleskutse ning Hugo asuski tegutsema, rajades oma isatalu maadele Tõutsimäele Võrumaal tollase kolhoosi abiga 1963. aastal külatähetorni. Praeguseks on ainulaadset õpistut, nagu Hugo ise ütles, külastanud tuhanded inimesed paljudest riikidest.

Tähetorni ei jätnud Hugo ka pärast pensionile jäämist 1983. aastal. Varajase inimesena oli ta igal hommikul kohal, valmis kõigile soovijaile õpetama astronoomia põhitõdesid, ja soovijaid leidis alati. Eriti armastas ta rääkida aastaegade tekkimisest.

Selles, et Tartu Tähetornis käib nüüdki vilgas populariseerimistegevus, et seal tegutseb teaduskeskus AHHA, on kindlasti oma tähtis osa ka Hugo Raudsaarel. Me oleme talle selle eest tänulikud.

• **Enn Kundla** 14.VI 1934 – 22.XII 2006

22. detsembril lakkas tuksumast meie kauaaegse kolleegi, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi vanemteaduri füüsika-matemaatikakandidaat Enn Kundla haige süda (72). Olles keemilise füüsika laboratooriumi vanemteadur, tegeles ta tuumamagnetresonantsi meetodi teoreetiliste arendustega. Enn Kundla lõpetas 1948. aastal Sadala 7-kl kooli. Õppis Tartu Õpetajate Instituudis (1948–55) ja Tartu Ülikoolis, mille lõpetas 1960. aastal teoreetilise füüsika erialal. Järgnes suunamine tööle Tallinna, Elavhõbealaldite tehasesse. Alates 1963. aastast töötas Enn Kundla Küberneetika Instituudi füüsika sektoris noorem- ja hiljem vanemteadurina. 1971. aastal kaitses ta kandidaadiväitekirja ning talle omistati füüsika-matemaatika kandidaadi kraad. 1972. aastal pälvis Enn Kundla Eesti preemia kollektiivse töö eest „Tuumamagnetresonantsi nähtuse uurimine ja rakendamine“.

Aastast 1980, kui moodustati Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut, jätkas ta keemilise füüsika laboratooriumis vanemteadurina teoreetiliste uurimistöödega. Erilist tähelepanu on pälvinud tema tööd poolearvuliste kvadрупooltuumade kõrge lahutusega tuumamagnetresonantsi spektrite arvutamiseks.

Enn Kundla oli tunnustatud teadlane nii kodu- kui ka välismaal. Tema arvukaid teadusartikleid loeti ja tsiteeriti. Ta oli oodatud esineja rahvusvahelistel konverentsidel ja sümposiumidel. Lisaks teadustööle võttis Enn Kundla aktiivselt osa Eesti riigi taasloomisest, olles nt kodakondsus- ja migratsioonipoliitika väljatöötamise töörühma liige.

Enn Kundla oli oma kollektiivis tuntud hea, sõbraliku ja sirge seljalise kolleegi ning organisaatorina, kelle arvamust respektseeriti. Ta oli instituudi talvapäevade agar organiseerija ja kaasalööja. Kuni tervis lubas, osales ta innukalt ka Tartu maratonil.

Enn Kundla mõnus elufilosoofia on innustanud ja jääb meid kõiki saatma meie töödes ja muudes tegemistes.

VIII. FÜÜSIKAHARIDUSLIK TEGEVUS

- 20. märtsil toimus Tartu Ülikoolis füüsikumi ja teaduskooli korraldusel akadeemiline füüsikaolümpiaad. Osales 12 üliõpilast, kellel tuli viie tunni jooksul lahendada kümme kõrgema raskuskategooria füüsikaülesannet. Võitjaks tuli 3. a füüsikatudeng Mihkel Kree, kellest jäi napilt maha esmakursuslane Siim Ainsaar. Kolmanda koha sai 3. a matemaatikatudeng Oleg Košik, neljas ja viies olid 1. a füüsikatudengid Mihkel Pajusalu ja Martin Lindu.
- Eesti Teaduste Akadeemia, Sihtasutuse Archimedes ning Haridus- ja Teadusministeeriumi korraldatud konkursi – Eesti Teaduse Populariseerimise Auhind 2006 – preemiade kätteandmine toimus 28. aprillil 2006 Eesti Teaduste Akadeemia saalis.
 - Eesti Teaduse Populariseerimise Auhind 2006 esimese preemia pälvis Eesti Füüsika Selts Teadusbussi „Suur Vanker“ ja ETV hommikuprogrammis Terevisioon eetrisse läinud Füüsika-minutite eest.
 - Teise preemia pälvisid trükiste kategoorias Rein Veskimäe ja toimetajate kollektiiv Universumi raamatute sarja eest ning Ülo Valk ja autorite kollektiiv käsiraamatust, teksti- ja heliantoloogiast koosneva kogumikuga „Regivärsist netinaljadeni“.
 - Teise preemia pälvisid meedia kategoorias Tiit Kändler teadusportaali www.teadus.ee ja muu tegevuse eest teaduse populariseerimisel ning Priit Ennet ja toimetajate kollektiiv Eesti Raadio saatesarja Labor ja Teadusuudiste eest.
 - Teadust populariseerivatest tegevustest pälvis teise preemia Jaak Jaaniste eestvedamisel töötava Tartu Tähetorni Astro-noomiaringi tegevus.
 - Žürii poolt äramärgitud projektideks olid Teaduskeskus AHHA tegevus, Haridusmeedia OÜ saatesari „Pähklipurejad“, Asko Lõhmuse mitmekülgne tegevus teaduse populariseerimisel Eestis ning MTÜ Loodusajakiri raamatusari „Lehed ja tähed“.
 - Konkursil osales 26 teadlast ja kollektiivi, kes on teaduse populariseerimiseks välja andnud raamatuid, teinud filme, telesaa-

teid, raadioprogramme, elektroonilisi uudiskirju, ürituste sarju ja näitusi ning kirjutanud artiklisarju.

- Konkursil kandideerinuid hinnanud žüriisse kuulusid akadeemik Georg Liidja, akadeemik Ene Ergma, Haridus- ja Teadusministeeriumi nõunik Sirje Kivi, Tartu Ülikooli Teaduskooli direktress Viire Sepp, Eesti Noorte Teadlaste Akadeemia esindaja Dmitri Terepik, Sihtasutuse Archimedes juhataste liige Ülde Must ning Maalehe peatoimetaja Peeter Ernits.
- Konkursi auhinnafond 2006. aastal oli 80 000 krooni. Esi-mese preemia pälvinud Eesti Füüsika Selts sai auhinnaks 40 000 krooni ning esitati kandidaadina Euroopa Liidu Des-cartes'i kommunikatsioonipreemia sobivasse kategooriasse. Descartes'i kommunikatsioonipreemiat antakse välja alates 2004. aastast ning seda korraldatakse eesmärgiga tunnustada neid, kes on teinud teaduse Euroopa avalikkusele huvitavaks ja mõistetavaks. Teise preemia pälvinute auhinnaraha suurus oli 8000 krooni.
- 18. juunil avati Toomemäel Tartu Tähetorni juures tähis, mis kinnitab, et Struve geodeetiline kaar on kantud UNESCO maa-ilmapärandi nimekirja.
- 6. juulil esines Eesti Teaduste Akadeemia saalis professor Toomas Timusk (McMasters University, Hamilton, Ontario, Canada) avaliku loenguga „Suurest Paugust muskusveiseni – infrapunane valgus füüsikas“.
- 12. aug toimus Mahtras astronoomiahuviliste XI üle-eestiline kokkutulek. Supernoovadest rääkisid Ene Ergma, Mirt Gramann, Erik Tago ja Jaak Jaaniste. Huvitavatele astronoomilistele nähtus-tele ja anomalistikale olid pühendatud Jüri Berezkini, Tõnu Tuvikese ja Igor Volke ettekanded. Sessioonil „Kosmos ja mõis-tus“ võtsid sõna Martin Vällik, Mare Kõiva, Tõnu Tuvikene ja Tõnis Eenmäe. Jüri Ivask tutvustas vabavaraprogrammi „Stellarium“. Lisaks loengutele toimusid meteooride vaatlu-sed ja matk Kuimetsa karstialale. Kontserdil Juuru kirikus esi-tas Pille Lill Urmas Sisaski vokaaltsükli „Ganymedes“. Lisainfo www.obs.ee/kokkutulekud.
- 22. sept tähistati Eestis esmakordselt Euroopa Teadlaste Ööd (*European Researchers' Night 2006*). Teadlaste Öö on Euroopa Komisjoni initsiatiivil loodud üle-euroopaline erinevaid teadus-ringkondi – ülikoole, akadeemiaid, teaduskeskusi, muuseume,

laboratooriume jt akadeemilisi organisatsioone – ühendav suurüritus, kus ühe öö(päeva) jooksul toimub erinevaid teadust ja teadlasi ühiskonnale tutvustavaid ja lähendavaid üritusi atraktiivses ja lõbusas võtmes. Projekti koordinaator Eestis oli Teaduskeskus AHHA, koostööpartnerid Eesti Teaduste Akadeemia ja ETV. Vt ka Teadlaste Öö ametlikku veebisaiti Eestis: www.ahhaa.ee/TeadlasteOo/index.html. Üle-eestiliselt oli lustlik ja põnev Teadlaste Öö eriprogrammi vahendusel nähtav ETV ekraanil. Teadlaste Ööl 2006 toimusid järgnevad füüsikat ja astronoomiat populariseerivad ettevõtmised:

– Ööekskursioon Jäneda Muusikatähetorni

Koostöös Looduse Omnibussiga külastati Jäneda Muusikatähetorni (250 osalejat). Toimus Urmas Sisaski astromuusika kontsert, millele järgnes vestlusring tähtedest ja muusikast (pakuti kohvi ja suppeid). Vestlust juhtisid Jaan Riis (Looduse Omnibussi juhataja) ja Urmas Sisask ning ettekanne- tega esinesid astrofüüsikutest akadeemikud Jaan Einasto ja Arved-Ervin Sapar.

– Tartu Tähetorn korraldas orienteerumisjooksu „Tähed Toome- mäel“. Lisaks toimus planetaariumietendus „Tähed koonus- ruumis“, astronoomiafoorum „Ahhaa, tähed!“ ning teleskoobi- tornis öine vaatlus „Tähed taevas“.

- 4. okt toimus Eesti Teaduste Akadeemia saalis akadeemik Enn Mellikovi akadeemiline loeng „Päikeseenergeetika: müüt või para- tamatus“.
- 18. ja 19. nov korraldasid TÜ füüsikaosakond ja Eesti Füüsika Selts TÜ õppehoones Tähe 4 perepäevad TÄPE 2006.
- 24. nov toimus Tallinna Tehnikaülikoolis traditsiooniline roboti- võistlus „Robotex“. Võistlusest võttis osa 22 meeskonda nii Tartu Ülikoolist, IT kolledžist, Tallinna Tehnikaülikoolist kui gümnaa- siumidest ja huviringidest. Esimese koha võitis Tartu Ülikooli füüsika-keemiateaduskonna tudengite võistkond „Viies ratas“ koosseisus Alo Telling, Keit Tehvan, Mihkel Veske, Meelis Leht- mets, Urmas Kvell. Võistkonna juhendaja oli infotehnoloogia teise aasta tudeng Alo Peets.
- Populaarteaduslikke loenguid astronoomia ja astrofüüsika alal sai kuulata Tartu Tähetorni Astronoomiaringi koosolekutel, mis toimusid regulaarselt iga kuu esimesel, kolmandal (ja viiendal) teisipäeval algusega kell 17.15 Tähetorni auditooriumis. Jätkas

ilmumist populaarne veebiajakiri astronoomiahuvilistele „Vaatileja“ (vaatileja.obs.ee).

- Tartu Tähetorni Astronoomiaring organiseeris huvilistele bussireisi Türgi 29. märtsil toimunud täieliku päikesevarjutuse vaatlemiseks. Eestis oli see päikesevarjutus nähtav osalisena, vaatlused toimusid Tartu Tähetornis kell 13–15 Zeissi teleskoobiga.
- 2006. aastal külastas Tartu Observatooriumi Stellaariumi Tõravere 221 gruppi (4614 inimest).
- Tartu Observatooriumis viidi läbi astronoomia kursus Nõo Reaalgümnaasiumi 12. klassidele.
- Tartu Observatooriumi teadurid esinesid enam kui 30 populaarteadusliku loenguga ja andsid BNS-ile, raadiole ja televisioonile ligi 40 intervjuud.
- T. Aas, V. Harvig ja M. Mars jätkasid Tallinna Tähetornis tööd astronoomiahuvilistega (loodusteaduste huvialaring).
- 4. ja 5. märtsil toimus Tartu Ülikoolis Eesti koolinoorte 53. füüsikaolümpiaadi lõppvoor. Füüsikaolümpiaadi lõppvooru žürii otsus:
 - I Autasustada 1. järgu diplomiga
 - * Gümnaasiumi arvestuses: Aleksei Vlassov (12. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool).
 - * Põhikooli arvestuses: Stanislav Zavjalov (9. kl, Narva Humanitaargümnaasium), Andre Tamm (8. kl, Tallinna Inglise Kolledž).
 - II Autasustada 2. järgu diplomiga
 - * Gümnaasiumi arvestuses: Holger Haas (12. kl, Pärnu Koidula Gümnaasium), Meelis Lootus (12. kl, Pärnu Koidula Gümnaasium), Mihkel Heidelberg (12. kl, Gustav Adolfi Gümnaasium).
 - * Põhikooli arvestuses: Kaarel Siim (9. kl, Tartu Kivilinna Gümnaasium), Jonatan Jõks (9. kl, Tallinna Reaalkool).
 - III Autasustada 3. järgu diplomiga
 - * Gümnaasiumi arvestuses: Andres Laan (10. kl, Tallinna Reaalkool), Mihhail Verhovtsov (12. kl, Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium), Andrei Klevtsov (10. kl, Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium), Vjatšeslav Munjajev (12. kl, Rakvere Vene Gümnaasium), Jakob Jõgi (12. kl, Hugo Treffneri Gümnaasium), Toomas Laarits (12. kl, Tallinna Prantsuse Lütseum).
 - * Põhikooli arvestuses: Viktor Karabut (9. kl, Ahtme Gümnaasium), Ardi Loot (9. kl, Tartu Kivilinna Gümnaasium), Ivan Mih-

- hejev (9. kl, Narva Humanitaargümnaasium), Paavo Parmas (9. kl, Gustav Adolfi Gümnaasium), Siim-Ilmar Nopri (9. kl, C.R. Jakobsoni Gümnaasium), Harri Parker (9. kl, Kaiu Põhikool).
- IV Autasustada järguta diplomiga
 - * Gümnaasiumi arvestuses: Daniel Kaasik (12. kl, Tallinna Reaalkool), Jaan Katus (11. kl, Tallinna Reaalkool), Joonatan Talviste (12. kl, Hugo Treffneri Gümnaasium), Lauri Kaldamäe (12. kl, Tallinna Reaalkool), Jürgen Lina (12. kl, Hugo Treffneri Gümnaasium), Aleksandr Bitjukov (11. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool), Simon Vigonski (12. kl, Tallinna Reaalkool), Jevgeni Martjušev (11. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool), Kaarel Piip (12. kl, Hugo Treffneri Gümnaasium), Karen Atabekjan (10. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool), Mihkel Veske (12. kl, Tallinna Reaalkool), Egon Elbre (11. kl, Nõo Reaalgümnaasium).
 - * Põhikooli arvestuses: Heino Soo (9. kl, Tartu Kivilinna Gümnaasium), Jaanus Gilden (9. kl, Haapsalu Wiedemanni Gümnaasium), Siimu Kaas (9. kl, Puiga Põhikool), Hans Metsoja (8. kl, Miina Härma Gümnaasium), Mihkel Soolep (9. kl, Tallinna Reaalkool), Mattias Marjak (9. kl, Gustav Adolfi Gümnaasium), Sergei Granin (9. kl, Tallinna Paekaare Gümnaasium), Rauno Siinmaa (8. kl, Pärnu Koidula Gümnaasium), Aleksandr Ponomarjov (8. kl, Narva Humanitaargümnaasium), Tõnis Ojandu (9. kl, Tallinna Reaalkool).
 - V Autasustada eridiplomiga
 - Andres Laan (10. kl, Tallinna Reaalkool) – parim 10. klassi võistleja; Jana Tšerkašina (10. kl, Narva Humanitaargümnaasium) – parim neiu gümnaasiumi arvestuses; Liina Lepik (9. kl, Tartu Veeriku Kool) – parim neiu põhikooli arvestuses; Harri Parker (9. kl, Kaiu Põhikool) – parim võistleja väikekoolist.
 - VI Eriauhinnad toetajatelt:
 - Aleksei Vlassov (12. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool) – Füüsika Instituudi eriauhind; Andres Laan (10. kl, Tallinna Reaalkool) – Eesti Füüsika Seltsi eriauhind; Holger Haas (12. kl, Pärnu Koidula Gümnaasium), Meelis Lootus (12. kl, Pärnu Koidula Gümnaasium), Mihkel Heidelberg (12. kl, Gustav Adolfi Gümnaasium), Stanislav Zavjalov (9. kl, Narva Humanitaargümnaasium), Andre Tamm (8. kl, Tallinna Inglise Kolledž)

- Hansapanga eriauhinnad; Kaarel Siim (9. kl, Tartu Kivilinna Gümnaasium), Jonatan Jöks (9. kl, Tallinna Reaalkool) – MTÜ Loodusajakiri eriauhinnad.
- VII Žürii avaldab tänu õpilaste hea ettevalmistamise eest õpetajatele:
Arne Silas (Gustav Adolfi Gümnaasium); Elmu Mägi (Pärnu Koidula Gümnaasium); Esfira Zolotarjova (Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium); Guido Vegmann (Tallinna Inglise Kollledž); Helle-Kaja Möls (Miina Härma Gümnaasium); Jaak Saukas (Tallinna Reaalkool); Janne Tüür (Tallinna Prantsuse Lütseum); Jelena Guljajeva (Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium), Jüri Kaljurand (Gustav Adolfi Gümnaasium), Kadri Mitt (Haapsalu Wiedemanni Gümnaasium), Madis Reemann (Hugo Treffneri Gümnaasium), Mart Kuurme (Tallinna Reaalkool), Mart Märdin (Puiga Põhikool), Märt Kask (Hugo Treffneri Gümnaasium), Nadežda Tšerkašina (Narva Humanitaargümnaasium), Olga Balatševtseva (Tallinna Paekaare Gümnaasium), Peet-Märt Irdt (Nõo Reaalgümnaasium), Piret Pohla-Asikainen (Tartu Kivilinna Gümnaasium), Tatjana Belousova (Tallinna Tõnismäe Reaalkool), Tatjana Tommik (Rakvere Vene Gümnaasium), Vahur Pohlasalu (C. R. Jakobsoni nim Gümnaasium), Viktor Titov (Ahtme Gümnaasium), Väino Kundla (Kaui Põhikool).
- VIII Vastavalt olümpiaadi statuudile arvata Eesti võistkonna liikmeks rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil Aleksei Vlassov (12. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool).
- IX Nimetada rahvusvahelise füüsikaolümpiaadi Eesti võistkonna kandidaatideks
Holger Haas (12. kl, Pärnu Koidula Gümnaasium), Meelis Lootus (12. kl, Pärnu Koidula Gümnaasium), Mihkel Heidelberg (12. kl, Gustav Adolfi Gümnaasium), Andres Laan (10. kl, Tallinna Reaalkool), Mihhail Verhovtsov (12. kl, Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium), Andrei Klevtsov (10. kl, Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium), Vjatšeslav Munjajev (12. kl, Rakvere Vene Gümnaasium), Jakob Jõgi (12. kl, Hugo Treffneri Gümnaasium), Toomas Laarits (12. kl, Tallinna Prantsuse Lütseum), Daniel Kaasik (12. kl, Tallinna Reaalkool), Jaan Katus (11. kl, Tallinna Reaalkool), Joonatan Talviste (12. kl, Hugo Treffneri Gümnaasium), Lauri Kaldamäe (12. kl, Tallinna Reaalkool), Jür-

gen Lina (12. kl, Hugo Treffneri Gümnaasium), Aleksandr Bitjukov (11. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool), Jevgeni Martjušev (11. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool), Kaarel Piip (12. kl, Hugo Treffneri Gümnaasium), Karen Atabekjan (10. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool), Egon Elbre (11.kl, Nõo Reaalgümnaasium), Jana Tšerkašina (10. kl, Narva Humanitaargümnaasium), Velle Toll (11. kl, Saaremaa Ühisgümnaasium).

Jaak Kikas, füüsikaolümpiaadi žürii esimees
Aigar Vaigu, komisjoni esimees
Tartus, 5. märtsil 2006. a.

- 2.–8. apr Brüsselis toimunud EL loodusteaduste olümpiaadil EUSO 2006 võitsid Eesti õpilased hõbemedali. Olümpiaadist osavõtjad võistlesid kahes eksperimentaalses voorus, kus pidid näitama oma teadmisi nii bioloogias, keemias kui füüsis. Kokku võttis võistlusest osa 23 võistkonda 12 riigist. Eesti oli võistlusel esindatud kahe kolmeliikmelise võistkonnaga, kes mõlemad võitsid hõbemedali. Eestit esindasid 10. klassi õpilased Marit Puusepp (Tallinna Reaalkool), Rudolf Bichele ja Andres Ainelo (Hugo Treffneri Gümnaasium), Mart Sein (Miina Härma Gümnaasium), Anastassia Anissimova (Narva Humanitaargümnaasium) ning 11. klassi õpilane Maarja Soomann (Tapa Gümnaasium). Võistkonna juhendajateks olid TÜ füüsika-keemiateaduskonna õppejõud Timo Kikas (füüsikalise keemia instituut) ja Ülle Kikas (keskkonnafüüsika instituut) ning TÜ bioloogia-geograafiateaduskonna lektor Illar Leuhin (molekulaar- ja rakubioloogia instituut).
- 8.–17. juulini Singapuris toimunud 37. rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil esindasid Eestit Aleksei Vlassov (12. kl, Tallinna Tõnismäe Reaalkool), Holger Haas (12. kl, Pärnu Koidula Gümnaasium), Mihkel Heidelberg (12. kl, Gustav Adolfi Gümnaasium), Mihhail Verhovtsov (12. kl, Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium) ja Jaan Katus (11. kl, Tallinna Reaalkool). Kõik Eesti võistkonna liikmed said diplomi. Võistkonda juhendasid TTÜ KI vanemteadur Jaan Kalda ja TÜ professor Jaak Kikas.
- 12. dets lõppes Brasiilias, São Paulos III rahvusvaheline loodusteaduste olümpiaad IJSO 2006, kus Tartu Ülikooli teaduskooli kasvandikud võitsid kokku viis medalit, neist kaks hõbe- ja kolm pronksmedalit. Hõbemedali võitsid Taavi Pungas (Tallinna Reaal-

kool, 10. kl) ning Stanislav Zavjalov (Narva Humanitaargümn, 10. kl). Pronksmedalid said Katrin Kalind (Vinni-Pajusti Gümn, 9. kl), Eha Mäesalu (C. R. Jakobsoni nim Gümn, 10. kl) ja Harri Parker (Nõo Reaalgümn, 10. kl). Rahvusvahelisel loodusteaduste olümpiaadil IJSO 2006 osales enam kui 50 riiki, iga riiki esindas kuni 6-liikmeline võistkond. Olümpiaadil võisid osaleda kuni 15-aastased õpilased. Rahvusvahelisest loodusteaduste olümpiaadist osavõtjad pidid võistluse käigus näitama oma teadmisi bioloogias, keemias ja füüsikas. Võistkonna juhendajad on Tartu Ülikooli füüsikalise keemia instituudi õppejõud Karin Hellat ja Timo Kikas, ettevalmistuse tagas Tartu Ülikooli teaduskool.

Kroonika koostasid Anna Aret (TO), Piret Kuusk (TÜ FI) ja Helle Kaasik (TÜ FI). Andmeid andsid Virge Anso (TÜ FO dekanat), Hugo Mändar (TÜ FO magistrikomisjon), Aleksandra Linnas (TÜ FKKEF), Rein Rõõm (TÜ FKKEF), Henn Voolaid (TÜ koolifüüsika keskus), Andi Hektor (KBFI), Raivo Stern (KBFI), Jaak Jõgi (Lähte Ühisgümnaasium), Lehho Jõumees (Kohtla-Järve Järve Gümnaasium), Tõnu Laas (TLÜ), Maarja Grossberg (TTÜ). Andmed ETF uurimistoetuste kohta pärinevad ETF koduleheküljelt www.etf.ee. Andmed sihtfinantseeritavate teadusteemade kohta ning üliõpilaste ja õpilaste teadustööde riikliku konkursi kohta pärinevad Haridusministeeriumi koduleheküljelt www.hm.ee. Andmed kooliõpilaste füüsikaolümpiaadide kohta pärinevad TÜ täppisteaduste kooli koduleheküljelt www.ttkool.ut.ee. Andmed Eesti Teaduse Populariseerimise Auhinna kohta pärinevad SA Archimedes koduleheküljelt www.archimedes.ee. Andmed TÜ Sihtasutuse stipendiumide kohta pärinevad veebilehelt www.ut.ee/sihtasutus. Eesti Teaduste Akadeemia uudised pärinevad veebilehelt www.akadeemia.ee.

SUMMARY

The 17th Annual of the Estonian Physical Society starts with an essay by Prof. Leonid Stolovits devoted to his late son physicist Dr. Andres Stolovits. The essay is followed by the obituary notice for Dr. Jaak Lõhmus and his bibliography assembled by Elmar Vesman. In the second part of the Annual, the programme of the 36th Estonian Days of Physics (March 21–22, 2006) and the report of the laureate of the EFS Annual Prize 2006 Dr. Enn Saar is published. The third part of the Annual contains the programme of the 37th Estonian Days of Physics, to be held on March 20 and 21, 2007 together with the abstracts of the reports. The fourth part of the Annual presents official documents of the Estonian Physical Society. The EFS Annual Prize and the Medal of the Society 2006 were given to Dr. Enn Saar, the Student Prize 2005 was granted to Kristjan Kannike. The Honorary Citations winners were Kaido Reivelt and the team of the Science Bus. Prof. Karl Rebane, member of the Estonian Academy of Sciences, has been elected as an honorary member of the Estonian Physical Society. The High School Student Award was granted to the students of the Rakvere Gymnasium (*Rakvere Realgümnaasium*) Jaan Suve, Rivo Uibo and Sander Küttis, whose work was completed under supervision of their teacher Kadri-Ly Trahv. The award for the best student poster of the Days of Physics 2006 went to Andrei Kärkkänen. The Society section includes also the Annual Report for the year 2006, and the list of Board members and new members of the Society. At the end of the section, the programmes of the Young Physicists' Summer and Autumn Schools and of the Summer School of Teachers of Physics for the year 2006 can be found. The Annual ends with the physics chronicle of 2006, which lists the most significant events in the development of physics in Estonia in 2006.

