

67

A.H.Tammsaare nim. Tartu I Keskkooli
füüsika-matemaatika 9. klassi füüsika
praktikumi programm.

I Suurendatud raskusega ülesanded (11 tundi).

Mitteühtlane liikumine. Newtoni seaduste rakendusi.
Kenade tasakaal. Töö ja energia. Soojusenergia.

II Praktikum (aastane)(24 tundi).

Vigade arvutamine. Mõõtmisvõtted ja vigade tekkimise
võimalused.

Praktilised tööd.

Mõõtmine nihkkaliibriga (risttahuka ruumala).

Mõõtmine kruvikaliibriga (traadi ruumala).

Mõõtmine teodoliidiga.

Kaalumine kangkaaludel (aine tihedus).

Tahke keha erikaalu määramine hüdrostaatilisel
kaalumisel.

Ühtlaselt kiireneva liikumise uurimine.

Keha liikumine parabooli mööda.

Jõu, massi ja kiirenduse vaheline seos.

Elektrimootori võimsuse määramine lühtpiduriga.

Pidevuse võrrandi tuletamine vedeliku voolamisel.

Aine sulamis-tahkestumiskõvera määramine.

Praktilised tööd (kevad) (10 tundi).

Vaba langemise kiirenduse määramine.

Purustavate pingete määramine pressiga.

Browni liikumise vaatlemine.

Ohu termilise ruumpaisumisteguri määramine.

Ohu relatiivse niiskuse määramine.

Aurumissoojuse määramine.

Tahke keha termilise joonpaisumisteguri määramine.

68

A.H.Tammsaare nim. Tartu 1.Keskkooli
matemaatika-füüsika 10. klassi füüsika
praktikumi programm.

- 1.Raskemate ülesannete lahendamine - 10 tundi.
2.Praktilised tööd: -24 tundi.

- a) Browni liikumise vaatlamine, preparaadi valmistamine.
- b) Katseid elektrostaatilise induktsiooni nähtuse selgitamiseks.
- c) Kondensaatori mahutavuse määramine.
- d) Metallide takistuse temperatuuriteguri määramine.
- e) Termopaari gradueerimine.
- f) Dioodi ja trioodi tunnusjoone võtmine.
- g) Elektronostsilloskoobi tundmaõppimine.
- h) Fotoelemendi gradueerimine.
- i) Pooli induktiivsuse määramine.
- j) Elektromagnetiliste lainete omaduste uurimine.
- k) Lampgeneraatori koostamine.

A.H.Tammsaare nim. Tartu 1.Keskkooli
11.füüsika eriklassi füüsika praktikumi
programm.

- 1.Läätse fookuse kauguse määramine.
- 2.Valgusallikate valgustegevuse võrdlemine fotomeetri abil.
- 3.Klaasplaadi murdamisnäitaja määramine mikroskoobiga.
- 4.Hõõglambi valgusvälja mõõtmine.
- 5.Läätse kõverusraadiuse määramine Newtoni rõngaste abil.
- 6.Fotoelemendi kaliibrimine.
- 7.Pikksilma suurenduse ja vaatevälja määramine.
- 8.Vedeliku murdamisnäitaja määramine täieliku sise - peegelduse abil.
- 9.Nõguspeegli kõverusraadiuse ja fookuse kauguse määramine.
- 10.Øptiline püromeeter.
- 11.Prisma murduva nurga mõõtmine.
- 12.Mikroskoobi suurenduse määramine.
- 13.Valguse lainepikkuse määramine difraktsioonvõrega.
- 14.Spektroskoobi kaliibrimine ja kiirgusspektrite uurimine.

11 poolaesta praktilise töö tunnid kasutatakse teoreetilise materjali süvendamiseks ja ülesannete lahendamiseks.

Revaline print

A.H.Tammsaare nim. Tartu 1.Keskkooli

9. matemaatika-füüsika eriklassi

Õppepraktika programm

(alates 1969/1970.õ/a.)

Matemaatika.

Õppepraktika (54 t.) on ette nähtud tööks mehhaaniliste arvutusvahenditega.

- 1.Arvelaud.
- 2.Arvutuslükati.
- 3.Arvutusmasin "BK" -1.
- 4.Klahvarvutusmasin "Vilnius".
- 5.Tutvumine elektronarvutiga.

Füüsika.

Õppepraktika (54 t.) on ette nähtud fotograafia kursuse õpetamiseks.

A.H.Tammsaare nim. Tartu 1. Keskkooli
9. ja 10. matemaatika-füüsika eriklassi
ning 11. matemaatika eriklassi m a t e -
m a a t i k a praktikumi programm .

Matemaatika praktikumi tunnid (1 tund nädalas) on 9.-
11. klassini mõeldud ülesannete lahendamiseks, mis oma
raskuse või lahen duse erivõtete tõttu ei kuulu kooli
programmi.

9. klass

1. Tõestusülesanded 8-klassilise kooli geomeetriast.
2. Tõestusülesandeid arvude jaguvusest.
3. Ülesandeid erivõtetega lahenduvate algebraliste
võrrandite ja võrrandsüsteemide kohta.
4. Tõestusülesandeid võrratuste kohta.
5. Ülesandeid aritmeetilise progressiooni kohta.
6. Ülesandeid tehetele astmete ja juurtega.
7. Ülesandeid trigonomeetriast.

10. klass

1. Ülesanded trigonomeetrilistele teisendustele, võr -
randitele ja võrratustele.
2. Ülesanded matemaatilise induktsiooni kohta.
3. Ülesanded funktsiooni uurimisele.
4. Ülesanded eksponent - ja logaritmfunksioonile , -
võrranditele ja -võrratustele.
5. Tõestusülesanded planimeetriast.
6. Ülesandeid kolmnurkade lahendamisele. Tõestusüles -
anded.

11. klass

1. Töestusülesandeid tasapindade ja sirgete kohta. Ülesandeid planimeetriast ja stereomeetriast.
2. Ülesandeid integraalide kohta.
3. Ülesandeid diferentsiaalvõrranditele.
4. Ülesandeid stereomeetriast rütmilistele kehadele.
5. Ülesandeid tarvilikkuse ja piisavuse mõiste selgitamisele.
6. Ülesandeid kogu programmi kursuse materjali kordamiseks. Töestusülesanded.

Ülesandeid on valitud peamiselt kogudest:

"Elementaarmaatika" 1,11,111 TRÜ rotaprint.

"Matemaatika ülesannete kogu keskkoolile" A. Levin, M. Levin

*"Задачи по элементарной математике" В. Б. Лисенко,
Л. Б. Овечкин и др.*

73

A.H.Tammsaare nim. Tartu 1.Keskkooli
matemaatika-füüsika lo. eriklassi
programmeerimise kursus.

I.Elektronarvutid.

- 1.Ülevaade arvutustehnika arengust.
- 2.Põhimõisteid programmeerimise kursuses.
- 3.Elektronarvuti seadmed.
- 4.Arvuti põhimõtteline skeem.
- 5.Arvutite liigitelu ja ülevaade tähtsamatest kodumaistest arvutitest.

II.Programmeerimise alused.

- 1.Arvusüsteemid.
- 2.Käskude süsteem.
- 3.Blokk-skeemide koostamise põhimõtted.

III.Automaatprogrammeerimine.

- 1.Üleminek automaatprogrammeerimisele.
- 2.Algoritmilised keeled (ülevaade).
- 3.ALGOL-mai.
- 4.Ülesanded lihtsamate programmide koostamisest ALGOL-mai keeles.

A.H.Tammsaare nim. Tartu 1.Keskkooli
matemaatika eriklassi (11.kl.)
programmeerimise kursus.

I.Ülevaade arvutist "Minsk-32".

- 1.Uuetüübiliste arvutite konstrueerimise põhimõtted.
- 2.Arvuti "Minsk-32" üldine iseloomustus ja põhiparameetrid.
- 3.Seadmed (ülevaade).
- 4.Sisemälu struktuur.
- 5.Informatsiooni vahetamine välisseadmetega.
- 6.Mitmeprogrammilise töö organiseerimisest arvutis.

II.Praktikum:ALGOL-mai keeles koostatud programmi silumine arvutil "Ural-4".

- 1.Programmi ettevalmistamine (perforeerimine, kontrollimine).
- 2.Programmi silumine translaatori abil.

III.Ülevaade arvutist "Nairi-2".

- 1.Üldine iseloomustus ja põhiparameetrid.
- 2.Seadmed.
- 3.Sisendkeel.
- 4."Nairi-2" kasutamisest laua-arvutina.
- 5.Lihtsate ülesannete lahendamine arvutil "Nairi-2".

IV.Ülevaade arvutite kasutamise põhisuundadest.

V.Läbivõetud materjali kordamine.

Matemaatika-füüsika eriklasside matemaatika
programm

IX klass

(7 tundi nädalas, kokku 245 tundi)

1. Reaalarvude hulk (10 tundi)

Hulkade ekvivalentsus ja võrdsus. Operatsioonid hulkadega. Järjestatud hulga mõiste. Hulkade loendavus, mitteloendavus. Naturaalarvud. Täisarvud. Irratsionaalarvud. Reaalarvud.

2. Funktsionaalne sõltuvus (10 tundi)

Relatsioon. Funktsioon, selles üldtähis. Arvjada kui funktsioon. Kasvav ja kahanev funktsioon, nende graafikud. Funktsiooni positiivsus- ja negatiivsuspiirkond.

Joone võrrandi mõiste: ringjoone võrrand, sirgjoone võrrand.

3. Lineaarfunktsiooni rakendusi (30 tundi)

Lineaarfunktsiooni algväärtus ja põhiomadus. Sirge tõusunurk, tõus ja algordinaat. Tõusu ja algordinaadiga määratud sirge võrrand. Sirge üldvõrrand ja selle erikujud. Sirge võrrandi uurimine. Kahe sirge vaheline nurk. Sirgete ristseis. Sirgete paralleelsus.

Matemaatiline induktsioon. Σ - märk.

Aritmeetiline progressioon, selle üldliige ja liikmete summa.

Lineaarne interpolatsioon.

4. Determinandid (15 tundi)

Kahe sirge lõikepunkt.

Kaherealine determinant, selle omadused. Lineaarse võrrandisüsteemi uurimine determinantide abil.

Kolme sirge lõikepunkt.

Kolmerealine determinant, selle omadused. Kolmest võrrandist koosneva kolme muutujaga lineaarvõrrandisüsteemi lahendamine.

n-realise determinandi mõiste. Determinantide põhiomadused ja nende kasutamine lihtsamate n-realistele determinantide arvutamisel.

5. Vörratused (18 tundi)

Arvvörratused. Samaväärsed vörratused. Vörratuse tõestus. Ühe muutujaga lineaarvörratus ja lineaarvörratuste süsteem. Ruutvörratus. Murdvörratus. Muutuja absoluutväärtust sisaldav vörratus.

6. Lineaarne planeerimine (25 tundi)

Kahe muutujaga lineaarvörratus, selle geomeetriline tähendus ja graafiline lahendamine. Kahe muutujaga lineaarvörratustesüsteem. Sirge paralleellühe. Lineaarse planeerimisülesande graafiline lahendamine. Matemaatiline mudel. Vörratuse muutmine vörrandiks. Lineaarne määramata vörrand. Elementaarteisendused. Elimineerimismeetod. Lineaarvörrandite süsteem.

Mittenegatiivsete vabaliikmetega üldlahend. Positiivsed nullilised erilahendid. Sihifunktsioon. Sihifunktsiooni väärtuste kasvamine. Miinimumülesande asendamine maksimumülesandega. Planeerimisülesandeid tööstusest ja põllumajandusest. Majandusmatemaatikast.

7. Astmefunktsioon. Tehtud astmete ja juurtega (30 tundi)

Naturaalarvulise astendajaga aste. Astmefunktsioonid. Polünoom. Negatiivse täisarvulise astendajaga aste. Funktsioonid $y = x^{-1}$ ja $y = x^{-2}$

Arvu n -es juur. Tehtud juurtega. Murrulise astendajaga aste.

Funktsioonid $y = x^{1/2}$ ja $y = x^{1/3}$

Juuravaldiste teisendamine. Juurvörrandid. Vörrandite tekkest ja kaotsiminekest.

8. Trigonomeetrilised funktsioonid (35 tundi)

Nurga mõiste üldistamine: negatiivne nurk; nurk, mille absoluutväärtus ületab täispöörde. Radiaanmõõt. Ringjoone kaare pikkus ja ringi sektori pindala.

Trigonomeetriliste funktsioonide $y = \sin x$, $y = \cos x$ ja $y = \tan x$ definitsioonid mistahes suurusega nurga puhul. Seosed ühe ja sama nurga trigonomeetriliste funktsioonide vahel. Taandamisvalemid.

Perioodilised- ja mitteperioodilised funktsioonid.

Trigonomeetriliste funktsioonide graafikud.

9. Geomeetrilised teisendused tasapinnal (25 tundi)

Geomeetrilise teisenduse mõiste. Peegeldus koordinaattelgedest ja sirgest $y = x$. Paarisfunktsioon. Pöördfunktsiooni mõiste. Peegeldus koordinaatide alguspunktist, selles seos peegeldustega sirgest. Paaritufunktsioon.

Lüke. Lükke valemid.

Pööre koordinaatide alguspunkti ümber. Pöörde seos peegeldusega sirgest. Pöörde valemid. Liikumine tasapinnal. Kujundite võrdsus (kongruentsus).

Homoteetsus, mille keskpunktiks on koordinaatide alguspunkt.

Tasapinna kokkusurumine sirge poole. Ellips ringjoone teisendina.

10. Ülesannete lahendamise praktikum (35 tundi)

11. Ajareserv õpetaja jaoks (12 tundi)

Pidev praktika

IX kl. (54 tundi)

V a r i a n t A.

1. Täpne arvutamine (24 tundi)

Liitmine ja lahutamine. Peastarvutamise võtted korrutamisel ja ruutimisel. India ristkorrutamismeetod kahe ja kolmekohaliste arvude *rehiul. üheksa ja üheksakümnevaadi kontrast. Suuremate arvude* ruundud. Kahekohaliste arvude kuubid. Lihtsustusvõtteid täpsete arvude jagamisel. Tabelite kasutamisest täpsel arvutamisel.

Liitmine ja lahutamine arvelaul. Korrutamine arvelaul. Korrutamine ja jagamine aritmomeetriga.

Praktiline töö arvelaua ja aritmomeetriga.

2. Ligikaudne arvutamine (18 tundi)

Ligikaudse arvutamise põhiprobleemid. Absoluutne ja relatiivne viga. Tüvi- ja kümnendkohad. Ümardamise reeglid. Ligikaudsel arvutamisel säilitatavate kohtade arv. Lühendatud korrutamine ja jagamine. Arvutamine etteantud täpsusega. Sobiva arvutusskeemi valikust. Tabelite kasutamine.

3. Arvutamine lükatiga. (12 tundi)

Kõigi skaalade kasutamine arvutamisel.

Erimärgid skaaladel. Üleminekuid ühelt skaalalt teisele. Kombineeritud arvutus. Ülesanded ühele keelelükkele.

V a r i a n t B.

1. Arvusüsteemid (18 t)

Positsioonilised ja mittepositsioonilised arvusüsteemid. Aritmeetilised tehtad 8-nd- ja 2-ndsüsteemid. Arvude teisendamine ühest arvusüsteemist teise ($10 \rightarrow 8$; $10 \rightarrow 2$; $8 \rightarrow 2$) ja vastupidi arvu normaalesitus.

2. Elektronarvutid ja programmeerimine (36 tundi)

Arvutustehnika arengu ajalugu. Pideva ja diskreetse toimega arvutid. Arvuti töötamise põhimõtteline blokk skeem. Pesa mõiste. Fikseeritud ja liikuva komaga arvutid. Arvude ja käskude kujutamine arvutis. Arvude kujutamise diapaseon. Arvutite liigitelu arvude kujutamise, käskude kujutamise ja käskude täitmise järgi. Arvude kujutamise koodid: otsekood, täiendkood, pöördkood ning nende modifikatsioonid.

Konkreetses arvuti käskude süsteem.

X klass (54 tundi)

V a r i a n t A

1. Kõrgema astme võrrandite lahendamine (24 tundi)

Algebraalse võrrandi mõiste. Alglähendite laidmine. Algebraalse võrrandi reaallahendite leidmine. Mac Laurini valem ja Descartesi reegel. Lõigu poolitamise meetod. Iteratsioonimeetod. Iteratsioonimeetodi koonduvuse kiirendamine. Kõõlude meetod. Newtoni meetod ja selle üldistusi. Erivõtteid kõrgema astme võrrandite lahendamisel.

2. Võrrandisüsteemide lahendamine (18 tundi)

Grameri meetod. Gaussi meetod. Peaelementide meetod. Iteratsioonimeetod. Seideli iteratsioonimeetod. Iteratsioonimeetodi koonduvuse tingimused. Koonduvuse kiirendamine.

3. Numbriline diferentseerimine (12 tundi)

Numbriline diferentseerimine. Esimest ja teist järku tuletiste arvutamine konstantse tabelisammu korral. Diferentseerimine sõlmedes.

V a r i a n t B

1. Arvutusmeetodid (18 tundi)

Lõigu poolitamise meetod. Iteratsioonimeetod. Kõõlude meetod. Newtoni meetod ja selle üldistusi.

2. Programmeerimine (36 tundi)

Programmeerimine konkreetsel masinal. Lihtsamate programmide tegemine.

Füüsika programm
matemaatika-füüsika
eriklassidele

IX klass (210 t.)

M E H H A A N I K A

I K i n e m a a t i k a

1. Põhimõisteid kinemaatikast. (10 t.)

Masspunkt. Taustsüsteem. Mehhaanilise liikumise suhtelisus. Masspunkti liikumine, trajektoor, sirg- ja kõverliikumine. Trajektoori suhtelisus.

Nihe ja teepikkus. Nihkevektor. Skalaarsed ja vektorilised suurused ja tehted nendega. (Vabad ja seotud vektorid. Vektorite liitmine ja lahutamine, vektori korrutamine skaalariga ja vektorite skalaarne korrutis).

Sirg- ja kõverliikumise kiirus. Kiiruste liitmine, kiiruse suhtelisus. Valguse kiirus. Suurte kiiruste liitmise seadus. Keha mehaanilise oleku mõiste.

2. Mitteühtlane liikumine (20 t.)

Hettkiirus. Kiirendus. Kiirenduse invarianttsus. Hetkkiirendus. Kiirendus sirg- ja kõverliikumisel. Kiirus ja teepikkus ühtlaselt muutuval liikumisel. Kehade vaba langemine.

Ringliikumine. Joonkiirus. Normaalkiirendus. Tahke keha pöörlemine. Nurkkiirus.

L a b o r a t o o r n e t ö ö:

Ühtlaselt kiireneva liikumise uurimine kaldpinnal.

II D ü n a a m i k a

3. Newtoni liikumisseadused (15 t.)

Newtoni 1. seadus (inertsiseadus). Kehade inertsus. Keha mass. Massi sõltuvus kiirusest. Jõud.

Newtoni 2. seadus. Mootühikute süsteemid JJ ja CGS

Newtoni 3. seadus. Galilei relatiivsuspriprintsip. Inertsiaalsed ja mitteinertsiaalsed taustsüsteemid.

4. Jõud mehhaanikas (10 t.)

Elastsusjõud. Deformatsioonid. Hooke'i seadus. Dünamomeeter. Hõõrdejõud. Hõõrdetegur. Takistusjõud keha liikumisel vedelikus või gaasis. Gravitatsioonijõud. Ülemaailmne gravitatsiooniseadus. Inertne ja raske mass. Raskusjõud ja keha kaal. Kaalutus. Ülekoormus.

L a b o r a t o o r n e t ö ö :

Hõõrdeteguri määramine libimisel.

5. Newtoni seaduste rakendusi (30 t.)

Liikumine konstantse jõu mõjul. - ühtlaselt muutuv liikumine. Vertikaalselt üles visatud keha liikumine. Horisontaalselt ja kaldu horisondiga visatud keha liikumine. Liikumine ringjoonel elastsusjõu ja gravitatsioonijõu mõjul. Planeetide ja tehiskaaslaste liikumine. Esimese kosmilise kiiruse arvutamine. Hõõrdumisega liikumine. Keha langemine gaasis või vedelikus.

Masskese ja raskuskese. Mitteinertsiaalsed taustsüsteemid (üksteise suhtes ühtlaselt kiirenevalt sirgjooneliselt ja ühtlaselt pöörlevad taustsüsteemid). Cariolise jõud maal.

L a b o r a t o o r s e d t ö ö d:

- 1) Horisontaalselt visatud keha liikumine
- 2) keha ringliikumises hoidva jõu sõltuvuse uurimine massist, kiirusest ja ringjoone raadiusest.

I I I S t a a t i k a

6. Kehade tasakaal (14 t.)

Kehade tasakaal. Jõumoment. Pöörlemisteljega kehade tasakaalu tingimus. Jõu lahutamine komponentideks. Paralleelsete jõudude liitmine. Jõupaar. Kehade püsivus.

L a b o r a t o o r s e d t ö ö d :

1. Kangi tasakaalu tingimuste uurimine.
2. Plaadi raskuskeskme määramine.

IV J ä ä v u s e s e a d u s e d m e h h a a n i k a s

7. Keha impuls. Impulsi jäävuse seadus (7 t.)

Keha impuls. Newtoni 2. seadus suurte kiiruste jaoks. Impulsi jäävuse seadus klassikalises mehhaanikas ja erirelatiivsusteoorias. Reaktiivliikumine. Reaktiivjõud ja selle kasutamine lennunduses. (reaktiivmootor) ja raketitehnikas. K.E.Tsiolkovski tööde tähtsus kosmonautikas. Nõukogude Liidu edusammud kosmilise ruumi uurimisel ja kasutamisel.

8. Töö ja energia (25 t.)

Kehade süsteemi mehhaaniline olek. Mehhaanilise oleku muutumine. Töö ^Võimsus.

Energia. Potentsiaalne ja kineetiline energia. Koguenergia. Pöörleva keha kineetiline energia. Inertsmoment. Pöördimpuls. Pöördliikumise dünaamika põhivõrrand. Impulsmomendi jäävuse seadus. Energia jäävuse seadus mehhaanilistes protsessides. Pörked.

Vedeliku rõhu sõltuvus tema liikumiskiirusest (Bernoulli seadus) kui energia jäävuse seaduse erijuht. Bernoulli seaduse rakendus. Tõstejõud. Archimedese jõud.

Teine kosmiline kiirus. Energia ja mass. Liikumisseadus ja määramatuse printsiip. Mehhaanika tähtsus ja klassikalise mehhaanika kehtivuspiirkond.

MOLEKULAARFÜÜSIKA

1. Termodünaamika alused (25 t.)

Mehhaanilised ja soojusnähtused. Soojuslik tasakaal. Temperatuur. Tasakaaluprotsessi mõiste. Gaasi olek ja seda iseloomustavad suurused. Boyle-Mariotte'i seadus. Gay-Lussaci seadus. Daltoni seadus. Avogadro seadus ja Avogadro arv. Absoluutne temperatuur. Ideaalse gaasi oleku võrrand. Charles'i seadus. Isoprotsessid. Soojushulk. Soojusmahtuvus. Erisoojus. Siseenergia. Termodünaamika I printsiip. Termodünaamika II printsiip. Perpetuum mobile loomise võimatus. Ringprotsess. Soojusmasina tööks vajalikud tingimused. Ideaalne soojusmasin ja tema kasutegur. Sisepõlemismootor. Auru- ja gaasiturbiinid. Raketimootor. Külmutusmasina töötamise põhimõte. Üldistav tund: termodünaamilise lähenemisviisi eelised ja puudused.

L a b o r a t o o r s e d t ö ö d :

1. Boyle-Mariotte'i seaduse katseline kontrollimine.
2. Gaasi oleku võrrandi katseline kontrollimine.
3. Tahke keha erisoojuse määramine.

2. Molekulaar-kineetilise teooria alused (12 t.)

Molekulaar-kineetilise teooria põhiseisukohad. Gaaside, vedelike ja tahkete kehade siseehitus. Suure osakeste arvuga süsteemid ja mehaanika seadused. Ideaalne gaas. Molekulide soojusliikumine ja ruutkeskmise kiirus. Molekulaar-kineetilise teooria põhivõrrand. Temperatuuri molekulaar-kineetiline interpretatsioon. Boltzmanni konstant. Gaasimolekulide kiiruse mõõtmine, Sterni katse. Üheaatomilise gaasi siseenergia. Browni liikumine. Molekulaarjõud. Molekulide vastastikuse mõju potentsiaalne energia.

3. Agregaatolekute muutumine (12 t.)

Vedeliku aurustumine. Aurustumissoojus. Küllastatud aur. Keemine. Keemistemperatuuri sõltuvus rõhust. Reaalse gaasi isothermid. Krii-

tiline temperatuur. Gaasi ja vedeliku vaheliste tasakaaluolekute diagramm. Küllastatud auru rõhu ja tiheduse sõltuvus temperatuursit. Gaaside veeldamine. Ülevoolavus. Õhu absoluutne ja relatiivne niiskus. Kastepunkt. Psühromeeter. Ilm ja kliima. Kristalliliste kehade sulamine ja tahkestumine. Sulamissoojus. Soojusbilansi võrrand.

L a b o r a t o o r s e d t ö ö d :

1. Vee keemissoojuse määramine.
2. Jää sulamissoojuse määramine.

4. Vedelike ja tahkete kehade omadused (16 t.)

Pindpinevus. Pinnakihi energia. Pindpinevusjõud. Laplace'i valem. Kapillaarsus ja märgamine, selle esinemine looduses ja kasutamine igapäevases elus ning tehnikas.

Kristallilised ja amorfised kehad. Kristallide anisotroopia. Polükristallid. Deformatsioon. Deformatsiooni liigid (tõmme, surve, paine, nihe, vääne). Mehaaniline pinge. Elastsusmoodul. Elastsus, plastilisus, rabedus. Tugevus. Tugevusvaru. Katkemine. Jäikus. Molekulaarjõudude mõju deformatsioonidel. Energia muundumine deformatsioonil. Vedelike ja gaaside elastsed omadused. Pascali seadus.

Kehade joon- ja ruumpaisumine. Joon- ja ruumpaisumistegur. Vee soojuspaisumise iseärasus. Soojuspaisumise selgitamine molekulaar-kiineetilise teooria põhjal.

Üldistav tund: aine ehituse uurimine molekulide ja aatomite tasemel.

L a b o r a t o o r n e t ö ö :

pindpinevusteguri määramine.

Praktikum (14 t.)

Soovitataavaid töid.

1. Ühtlaselt kiireneva liikumise uurimine,
2. Keha kiirenduse (või massi) määramine Newtoni II seadusest.
3. Vaba langemise kiirenduse määramine.

4. Kaldpinnal asuvale kehale mõjuvate jõudude tasakaalutingimuste uurimine.
5. Keha inertsmomendi määramine.
6. Pöördliikumise dünaamika põhivõrrandi uurimine.
7. Keha kiiruse määramine ballistilisel meetodil.
8. Horisontaalselt ja kaldu horisondiga visatud keha liikumise uurimine.
9. Hooke'i seaduse uurimine.
10. Purustavate pingete määramine hüdraulilise pressi abil.
11. Elektrimootori võimsuse määramine lintpiduri abil.
12. Browni liikumise vaatlemine.
13. Gay-Lussac'i seaduse kontrollimine.
14. Rõhu termilise koefitsiendi määramine.
15. Õhu relatiivse niiskuse määramine.
16. Tahke keha joonpaisumisteguri määramine.

Ajareserv (8 t.)

Projekti koostas G.Karu.

1971/72. õ.-a.
 töötavad kelle järgi $\underline{X}$ ja $\underline{XI}$ al.

MATEMAATIKA PROGRAMM MATEMAATIKA- JA FÜUSIKAKLASSIDELE

(alates 1968/69. õppeaastast IX ja X kl.
 ning 1969/70. õ.-a. XI klassis)

IX klass (210 tundi)

1. Funktsionaalne sõltuvus (5).

Jäävad ja muutuvad suurused. Funktsionaalne sõltuvus. Funktsiooni esitusviisid. Joone võrrand.

2. Lineaarne funktsioon. Sirge võrrand. Aritmeetiline progressioon (45).

Lineaarne funktsioon ja selle põhiomadus. Lineaarse funktsiooni graafik. Kasvav ja kahanev funktsioon.

Nürinurga tangens. Tõusunurk ja tõus. Algväärtus ja algordinaat. Tõusu ja algordinaadiga määratud sirge võrrand. Sirge üldvõrrand ja selle erikujud. Sirge võrrandi erikujusid. Sirge võrrandi uurimine. Kahe sirge vaheline nurk. Sirgete paralleelsus ja ristseis.

Lineaarse funktsiooni nullkoht. Lineaarse funktsiooni positiivsus- ja negatiivsuspiirkond. Lineaarne võrratus. Lineaarne võrratuse süsteem. Lineaarse võrratuse süsteemi graafiline lahendamine. Absoluutväärtustega võrratused.

Aritmeetilise progressiooni mõiste. Aritmeetilisele progressioonile vastava lineaarse funktsiooni leidmine. Aritmeetilise progressiooni üldlikkme valem. Aritmeetilise progressiooni summa valem.

Lineaarne interpolatsioon.

3. Determinandid (10).

Kahe sirge lõikepunkt.

Kaherealine determinant; selle omadused. Lineaarse võrrandsüsteemi uurimine determinantide abil.

Kolme sirge lõikepunkt.

Kolmerealine determinant; selle omadused. Kolmest võrrandist koosneva kolme tundmatuga lineaarvõrrandisüsteemi lahendamine.

4. Lineaarne planeerimine (15).

Kahe tundmatuga lineaarvõrratus. Kahe tundmatuga lineaarvõrratuste süsteem. Lineaarse planeerimisülesande graafiline lahendamine.

Matemaatiline mudel.

Võrratuse muutmine võrrandiks. Lineaarne määramata võrrand. Elementaarteisendused. Elimineerimismeetod. Lineaarvõrrandite süsteem.

5. Ruutfunktsioon (10 tundi).

Ruutfunktsioon ja selle graafik. Ruutfunktsiooni suurim ja vähim väärtus ning selle leidmine. Ruutfunktsiooni kasvamis- ja kahanemispiirkond.

Ruutfunktsiooni nullkohad. Ruutfunktsiooni positiivsus- ja negatiivsuspiirkond.

Ruutvõrratus ja selle lahendamine.

6. Astmefunktsioon. Tehted astmetega ja juurtega (30).

Tehted astmetega naturaalarvuliste astendajate korral. Astmefunktsioonid. Funktsioon $y = x^3$ ja selle graafik. Arvu kuubi ja kuupjuure leidmine graafiku, tabeli ja lükati abil.

Arvu n -es juur. Juure leidmine proovimise teel. Irratsionaalarvud. Reaalarvud. Tehted juurtega. Juuravaldiste teisendamine.

Juurvõrrandite lahendamise näiteid.

Astendaja 0. Negatiivne täisarvuline astendaja. Funktsioonid $y = x^{-1}$ ja $y = x^{-2}$.

Murruline astendaja. Funktsioonid $y = x^{\frac{1}{2}}$ ja $y = x^{\frac{1}{3}}$. Tehted ratsionaalarvuliste astendajatega astmetega.

7. Geomeetrilised teisendused tasapinnal (25).

Teljeline sümmeetria tasapinnal. Tsentraalsümmeetria.

Lüke. Pööre. Liikumine tasapinnal. Kujundite võrdsus, Homoteetsus ja selle põhilised omadused. Homoteetsus ja sarnasus.

Teisenduste kasutamine konstruktsiooniülesannete lahendamisel.

8. Trigonomeetrilised funktsioonid (35).

Teravnurga trigonomeetriliste funktsioonide kordamine.

Teravnurga trigonomeetriliste funktsioonide vahelised seosed.

Negatiivne nurk. Nurk, mille absoluutväärtus ületab täispöörde. Radiaanmõõt.

Trigonomeetriliste funktsioonide defineerimine mistahes suurusega nurga puhul.

Taandamisvalemid.

Trigonomeetriliste funktsioonide graafikud, Trigonomeetriliste funktsioonide perioodilisus.

Kahe nurga summa ja vahe siinus, koosinus ja tangens.

Kahekordse nurga ja poolnurga siinus, koosinus ja tangens.

Trigonomeetriliste funktsioonide summa ja vahe teistdamine korrutiseks ja ümberpöörduks.

9. Arvu mõiste üldistamine (20).

Naturaalarvud. Täisarvud. Ratsionaalarvud. Irratsionaalarvud. Reaalarvud.

Imaginaararvud. Kompleksarvud. Kompleksarvude geometriline kujutamine. Kompleksarvude võrdsus. Kompleksarvu geometriline kuju. Kompleksarvude liitmine ja lahutamine. Kompleksarvude korrutamine ja jagamine. Kompleksarvude astendamine ja juurimine.

Kaksliikmeliste võrrandite lahendamine. Algebra põhilause.

10. Ajareserv õpetaja jaoks (15).

X klass (175 tundi)

1. Trigonomeetrilised võrrandid (15).

Nurga leidmine trigonomeetrilise funktsiooni antud väärtuse järgi. Pöördfunktsiooni mõiste. Trigonomeetriliste funktsioonide pöördfunktsioonid.

Trigonomeetriliste võrrandite lahendamine.

2. Eksponent- ja logaritmifunktsioon (30).

Eksponentfunktsioon, selle graafik.

Arvu logaritmi definitsioon. Logaritmifunktsioon ja selle graafik.

Avaldiste logaritmine ja potentseerimine. Arvu kümnendlogaritm, selle omadused ja kasutamine arvutamisel.

Logaritmiline skaala, logaritmide tabel.

Eksponent- ja logaritmivõrrandite lahendamine.

Geomeetriline progressioon, selle üldliige ja liikmete summa.

3. Funktsiooni piirväärtus, pidevus ja tuletis (70).

Funktsiooni üldtähis. Paaritu ja paarisfunktsioon. Funktsiooni määramispiirkond.

Tökestamatult kasvavad ja tökestamatult kahanevad suurused, Funktsiooni piirväärtus. Teoreemid summa, korrutise ja jagatise piirväärtusest (töestuseta). Funktsiooni piirväärtuse rakendusi.

Tökestamatult kahanev geomeetriline progressioon, selle summa. Lõpmatu perioodilise kümnendmurru esitamine hariliku murruna.

Liitintress.

Funktsiooni pidevus.

Funktsiooni tuletis, selle geomeetriline ja mehhaanikaline tõlgendus. Konstandi tuletis. Funktsioonide summa, korrutise ja jagatise tuletis. Funktsiooni $y = x^n$ tuletis, kui n on täisarv. Polünoomi tuletis.

Funktsiooni 2. ja 3. tuletis.

Funktsiooni uurimine tuletise abil; kasvamine, kaanemine, ekstreemumikohad, kumerus, nõgusus, käänupunkt. Joone puutuja võrrandi koostamine.

Trigonomeetriliste funktsioonide tuletised.

Ekstreemumiülesanded.

Tuletise mõiste kasutamine võrrandite ligikaudsel lahendamisel.

Liitfunktsiooni mõiste. Liitfunktsiooni tuletis.

Funktsiooni $y = [f(x)]^n$ tuletis.

Arv e. Naturaallogaritmid. Naturaallogaritmfunksiooni tuletis. Kümnnendlogaritmfunksiooni tuletis. Logaritmfunksiooni $y = \log_a x$ tuletis. Logaritmfunksiooni uurimine.

Pöördfunksiooni tuletis.

Eksponentfunksiooni tuletis. Eksponentfunksiooni uurimine. Arkusfunksioonide tuletised.

Funktsiooni diferentsiaal, selle kasutamine ligikaudsel arvutamisel.

4. Kolmnurkade lahendamine (25).

Siinusteoreem. Koosinusteoreem. Kolmnurga pindala valemid.

Trigonomeetriliste funktsioonide logaritmide tabelid. Arvutuslükati trigonomeetrilised skaalad.

Kolmnurkade lahendamine logaritmide tabeleid ja arvutuslükateid kasutades. Näiteid kauguste, kõrguste ja pindalade kaudsest mõõtmisest trigonomeetria rakendamisega.

5. Hulgateooria ja matemaatilise loogika elemendid (20)

Lausearvutuse laused. Tõeväärtuste tabeli koostamine. Valemi koostamine tõeväärtuste tabeli põhjal. Loogilised võimalused. Loogilised suhted. Implikatsiooni variandid. Oiged argumendid.

Hulk. Alamhulk. Operatsioonid alamhulkadega. Hulkade ja liitlausete vahelised seosed. Predikaadid. Kvantoriid.

6. Aiaroserv õpetaja jaoks (15).

XI klass (175 tundi - alates 1969/70. õ.-a.)

1. Sirged ja tasapinnad (30)

Tasapind ja selle kujutamine. Tsentraalprojektsiooni ja paralleelprojektsiooni mõiste. Tasapinna määramine punktide ja sirgjoonte abil.

Kahe sirgjoone vastastikused asendid ruumis. Kiiv-sirged.

Sirge ja tasapinna vastastikused asendid.

Kahe tasapinna vastastikused asendid.

Kolme tasapinna vastastikused asendid.

Kolm paralleelset sirget ruumis.

Vastavalt paralleelsete haaradega nurgad. Paralleelprojektsiooni omadused.

Kahetahuline nurk. Ruuminurk.

Tasapinna normaal ja selle omadused.

Punkti ja sirge normaalprojektsioon.

2. Integraal (40).

Kõverjoonse trapetsi pindala. Pindala tuletis. Algfunktsioon. Määramata integraal. Määratud integraal. Newton-Leibnizi valem. Ositi integreerimine. Integreerimine asendusvõtte abil.

Ratsionaalfunktsiooni mõiste. Osamurdudeks lahutamine. Ratsionaalfunktsioonide integreerimine.

Diferentsiaalvõrrandi mõiste. Üldlahend ja erilahend. Eralduvate muutujatega diferentsiaalvõrrand. Homogeenne diferentsiaalvõrrand. Lineaarne diferentsiaalvõrrand.

3. Hulktahukad ja pöördkehad (50).

Prisma; selle omadused. Rööptahukas; selle omadused. Risttahukas; selle omadused. Prisma külge- ja täispindala. Risttahuka ruumala. Püstprisma ruumala.

Püramiid; selle omadused. Tüvipüramiid. Püramiidi külgepindala ja täispindala. Püramiidi ruumala. Tüvipüramiidi ruumala. Kaldprisma ruumala.

Regulaarsed tahkkehad.

Silinder; selle külgepindala ja täispindala. Silindri ruumala.

Koonus. Tüvikoonus. Koonuse ja tüvikoonuse külge- ja täispindala. Koonuse ruumala. Tüvikoonuse ruumala.

Kera. Kera rasapinnaline lõige. Kera osad.

Sfääri ja selle osade pindala.

Kera ja selle osade ruumala.

4. Kombinatorika ja tõenäosusteooria elemendid (25).

Ühendid ja nende liigitus. Newtoni binoom.

Sündmuste korrutis ja summa. Tõenäosuse mõiste. Liitmise teoreem. Korrutamise teoreem. Statistiline tõenäosus.

Statistiline rida. Sagedustabel. Statistilise rea karakteristikud. Aritmeetiline keskmine. Keskväärtus. Statistilise rea hajuvus.

5. Ajareserv õpetaja jaoks (30).

J U H E N D

MATEMAATIKA JA FÜÜSIKA ERIKLASSIDE

FÜÜSIKA PROGRAMMI JUURDE

1. Programmi üldiseloostus.

Ülaltoodud füüsika programm on oma olemuselt keskkooli tavaline füüsikaprogramm mõningate täiendustega. Üldised nõuded, mis esitatakse füüsika õpetamisele tavalistes klassides ja mis on ära toodud üldkehtiva programmi seletuskirjas, kehtivad ka eriklasside jaoks. Üldkehtivas programmis antud demonstratsioon- ja laboratoorsete katsete, laboratoorsete tööde ja praktikumide näidistematika on kui vastav miinimumtemaatika samuti rakendatav eriklasside tarvis. Õppematerjal, mis tuleb läbi võtta füüsikatundides üldkehtiva programmi kohaselt, tuleb õpilastele edasi anda ka eriklassides. Eriklassides käsitletakse õppeainet aga mõnevõrra sügavamalt ja veidi teisiti süstematiseeritult koos mõningate tavalises programmis puuduvate teemade juurdevõtmisega.

Katseprogrammis kursuse alaosa kohta toodud tundide arv on orienteeruv ja õpetaja võib seda vajaduse korral muuta, vähendades seejuures alaosaes ettenähtud õppematerjali mahtu. Kordamiseks ettenähtud ajal valmistatakse küpsuseksamiks ja töötatakse läbi olulisemad küsimused kursusest, peamiselt ülesannete lahendamise teel. Kordamise organiseerimisel tuleks silmas pida ka kõrgemate koolide vastuvõttueksamite programmi.

2. Õppematerjali käsitlemise üldisest laadist.

Füüsika õpetamisel eriklassides tuleb eriti tähtsaks pidada kaasaja tasemele vastava üldise ettekujutuse kujundamist füüsikast kui loogiliselt seostatud tervikust. Õpilased peaksid omandama mitte ainult konkreetseid teadmisi mitmesugustest füüsika valdkondadest, vaid ka õppima tundma füüsikaliste nähtuste seaduspärasusi nende omavahelises seoses, nägema põhiliste füüsikaliste seaduspärasuste avaldumist vägagi mitmekesiste nähtuste puhul (näit. energia jäävuse ja muundumise seaduse mitmekesist väljendumist). Õpetajal tuleb rõhutada samade põhiliste mõistete, analoogiliste ideede ja mõttekäikude esinemist füüsika eri osades, juhtida tähelepanu sarnalaadsetele nähtustele, nende ühistele joontele ja muudugi ka erinevustele (näit. kehade vastastikune mõju gravitatsioonivälja kaudu ja loengute vastastikune mõju elektrivälja kaudu, mehaanilised ja elektrilised võnkumised jne.). Väga oluline on kujundada õiget ettekujutust füüsika uurimismeetodist, selgitada kogu kursuse ulatuses vaatluse, eksperimendi, hüpoteesi ja teooria osa ning nende omavahelist vahekorda, rõhutada matemaatilise uurimismeetodi tähtsust kaasaegses füüsikas. Tuleks püüda juba kõige lihtsamate füüsikatõdede õpetamisel õpilasi "panna tundma teaduse tõelist hõngu" (E. Galois).

Eriti oluline on eriklassides füüsika õpetamisega loogilise mõtlemise ja tunnetusprotsessi dialektikast arusaamise kasvatamine. Väga tähtis koht peab olema antud füüsikaülesannete lahendamisele kui ühele paremale vahendile iseseisva loogilise mõtlemise ja arutlemisoskuse arendamisel. Kursuse käsitlemisel tuleb näidata meelelise kogemuse piiratust, abstraherimisprotsessi vajalikkust ja suurt tähtsust asjade olemuse mõistmisel. Tuleb rõhutada idealiseeritud mõistete (näit. kõva keha, ainepunkt, punktlaeng) kasutamise tunnetuslikku tähtsust, näidata

loodust teatud täpsusega kirjeldavate mudelite (nagu näiteks ideaalne gaas, päikesesüsteemi sarnane aatomimudel) suurt heurastilist jõudu. Füüsikast tuleb kujundada ettekujutus kui arenevast teadusest, tuleb rõhutada, et meie füüsikaline maailmapilt on pidevas muutumises, et meie teadete piirid laienevad pidevalt. Seoses sellega peab kindlasti selgitama uute ja vanade teooriate (näit. ühelt poolt Newtoni mehhaanika ning teiselt poolt relativistliku mehhaanika ja kvantmehhaanika) vahekorda ja nende osa looduse tunnetamisel. Peab tingimata viitama sellele, kui palju on veel teha igas füüsika valdkonnas ja näitama ka konkreetset üksikuid füüsika "lahtisi otsi".

Aja piiratuse tõttu on väga vajalik ainet käsitleda võimalikult ratsionaalselt, pidades seejuures silmas käsitletava teema tähtsust kogu kursuse suhtes. Kursuse iga alaosa puhul on vaja eelkõige tähelepanu kontsentreerida kõige olulisemale. Kus võimalik, tuleb küsimusi koos käsitleda (näit. mitmesuguste kehade tasakaalu, ühtlaselt muutuva liikumise ja vaba langemise, kehade vedelikes ja gaasides liikumise, isoprotsesside seaduste kui gaasi oleku seaduse erijuhtude, juhtide, pooljuhtide ja isolatorite elektriliste omaduste, peeglites ja läätsetes seadavate kujutiste jne. puhul). Rida küsimusi, mis on hästi esitatud õpikus, on soovitatav lasta iseseisvalt läbi töötada.

3. Mõningad märkused tavalises program- mis puuduvate teemade kohta.

Relatiivsusteooriast tulenevate tõdede tutvustamist tuleb katsetada juba enne teooriast teatavat üldpilti andmata (kiiruse mõiste käsitlemisel viitamine maksimaalse kiiruse olemasolule looduses ning suurte kiiruste liitumise seaduse tutvustamine, massi mõiste käsitlemisel viitamine keha inertsiga märgatavale kasvamisele valguse kiirusele lähedastel kiirustel). Erirelatiivsusteooria mõningate põhitõdede süstemaatilisem tutvustamine järgneb valguse kiiruse katselise määramise probleemi käsitlemisele. Aja piiratuse tõttu tuleb seejuures muidugi piirduda ainult kõige olulisema tutvustamisega.

Aatomi- ja tuumafüüsika probleemide käsitlemisel, eriti elementaarosakeste füüsika tutvustamisel on aga kindlasti vaja rõhutada relatiivsusteooria osatähtsust. Siin leiab ka käsitlest massi ja energia vaheline seos.

Välja kui füüsikalise realiteedi mõiste tutvustamisega võiks alustada juba sissejuhatuses. Edasi tuleb aru-
daamist sellest mõistest süvendada gravitatsiooniseaduse, elektri- ja magnetisminähtuse käsitlemisel. Välja reaalsuse sügavam käsitus kaasneb elektromagneetiliste lainete vaatlemisega.

Gravitatsiooninähtuste käsitlemisel tuleb teha selget vahet gravitatsioonivälja poolt kehale rakendatud raskusjõu ja keha kaalu (mis on hoopis rakendatud mingile teisele kehale) mõistete vahel. Ülekoormuse ja kaaluta oleku selgitamisel on vaja näidata kehade inertsiga osa nende nähtuste puhul. Kosmoselendudega seotud füüsikaprobleemidel peab olema vääriline koht kursuse käsitlemisel.

Mikromaaailma seaduspärasustega tutvumine algab aine

ehitust tundma õppides. Siin tuleb anda esialgne ettekujutus mikronähtuste tõenäosuslikust olemusest, alustada pidevuse ja pidetuse vahekorra käsitlemisest (tavaliselt pidevana käsitletaval ainel on tegelikult diskreetne, pidetu struktuur). Mikromaaailmas kehtivate kvantseaduspärasuste mõistega tutvumine eelneb elektri ja magnetismi kursusele, kuna ainete elektriliste omaduste selgitamine on vajalik rajada kvantettekujutusele. Mikromaaailma füüsika põhialuste mõnevõrra süstemaatilisem käsitlelu järgneb valguse kvantolemuse käsitlemisele. Nagu relatiivsusteooria puhul, on siiski vajalik hoiduda materjali liigsest paisutamisest. Aatomraadiotehnika ja laserite käsitlemine võiks olla vaid tutvustavat laadi.

K I R J A N D U S T

abiks õpetajaile, kes töötavad täppisteaduste eriklassides.

A. Kirjandust kogu kursuse kohta

1. Г.С. Ландсберг, Элементарный учебник физики.
Том I /Механика. Теплота. Молекулярная физика/.
Том 2 /Электричество и магнетизм/.
Том 3 /Колебания и волны. Оптика. Строение атома./.
2. Дж. Оппер, Популярная физика, Москва, 1964.
Pealkirja tõlge ei vasta raamatu sisule. Originaali tiitel: J. Oprear, Fundamental Physics.
Paljude kodu- ja välismaiste autorite arvamuse kohaselt on see raamat üheks paremaks kaasaegseks füüsika aluseid käsitlevaks elementaarkursuseks (keskkooli tasemel).
3. R. Feierls, "Looduse seadused", Tallinn, 1962.
4. Г.Мессе, Новая эра в физике. Москва, 1963.

B. Kirjandust kursuse alaosaade ja üksikute teemade kohta

1. L.Landau, A.Kitaigorodski. Füüsika kõigile.
Kirjastus "Valgus", Tallinn 1968.
- huvitavat kaasaegset materjali mehhaanika, molekulaar-füüsika ja soojusõpetuse alalt.
2. A.Einstein, L.Infeld, Füüsika evolutsioon,
Tallinn, 1962 - välja mõiste arengu, selle sisu ja heuristiliste väärtuste käsitlemine, relatiivsusteooria põhitõdede käsitlemine.
3. H.Õiglane, Vestlus relatiivsusteooriast,
Tallinn, 1958 - peale relatiivsusteooria probleemide käsitlemiseks sobiva abimaterjali leiab siit ka täiendavat materjali gravitatsiooninähtuste käsitlemise tarvis.
4. A.Koppel, Relatiivsusteooria elemendid mehhaanika kursuses. "Nõukogude kool" 1967, Nr. 4.
5. A.Koppel, Erirelatiivsusteooria alused koolikursuses. "Nõukogude kool", 1967, Nr. 6.
6. A.Sternfeld, Tehiskaaslased, - materjali raketitehnika, kosmoselendude ja kosmose füüsikalise uurimise kohta.
7. A.Koppel, Välja mõiste füüsika koolikursuses. "Nõukogude Kool", 1967, Nr. 2.
8. A.Koppel, Kvantteooria elemendid elektriõpetuses. "Nõukogude Kool", 1967, Nr. 5.
9. H.Õiglane, Mikromaailma sügavusse, Tallinn, 1963 - materjali mikromaailma füüsika põhimõteteliste probleemide tutvustamise tarvis.
10. L.Valt, Mis on kvantmehaanika? ENSV Pol. ja Teadusl. Teadm. Levitamise Ühingu väljaanne nr. 292, Tallinn, 1960.

11. A. Antrušins, Ammendamatu aatom, Tallinn, 1963 - aatomi- ja tuumafüüsika tehnilise rakendamise alast materjali, muuhulgas materjali laserite kohta.
12. A. Koppel, Aatomi ehituse kvantmehhaaniline käsitlus koolifüüsikas. "Nõukogude Kool", 1967, Nr. 8.
13. A. Koppel, Elementaarosakesed ja inimene, "Eesti Loodus", 1963, Nr. 6, 321-329. - elementaarosakeste osast kaasaegses füüsikas ja elementaarosakeste füüsika vahekorraist inimtegevuse mitmesuguste aladega.
14. J.D. Bernal, Teadus ühiskonna ajaloo, Tallinn, 1962 - materjali alaosa "Füüsika osa inimühiskonna elus" tarbeks.