

FÜÜSIKA

PROGRAMM, METOODILISED JUHENDID
JA
KONTROLLTÖÖD KESKERIÕPPEASUTUSTE
KAUGÕPPEOSAKONDADE ÕPILASTELE
(Kursuse maht 210 tundi)

*N. N. Kravtšenko järgi täiendatud ja kohandatud
eestikeelsetele õpikutele*

EESTI NSV RAHVAMAJANDUSE NÕUKOGU
TEHNILISE INFORMATSIOONI BÜROO

TALLINN 1961

Arh.-cas.

ARH

51715

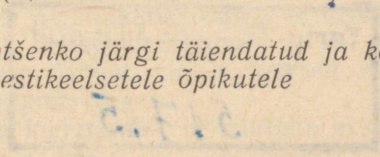
A-23735

FÜÜSIKA

PROGRAMM, METOODILISED JUHENDID
JA
KONTROLLTÖÖD KESKERIÕPPEASUTUSTE
KAUGÕPPEOSAKONDADE ÕPILASTELE

(Kursuse maht 210 tundi)

*N. N. Kravtšenko järgi täiendatud ja kohandatud
eestikeelsetele õpikutele*



ARHIIVKOGU

ENW RMN T

EESTI NSV RAHVAMAJANDUSE NÕUKOGU
TEHNILISE INFORMATSIOONI BÜROO :

TALLINN 1961

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

51715

ARHIIVKOGU

METOODILISED JUHENDID

Füüsika õpetamise peamised ülesanded tehnikumis on:

- a) dialektilis-materialistliku maailmavaate kujundamine;
- b) füüsika põhialuste omandamine;
- c) teadusliku mõtlemise arendamine, s. t. füüsikaliste nähtuste olemuse mõistmine, nende nähtuste põhjuslik-tagajärgliku seose tunnetamine;
- d) arendada oskust teooria rakendamiseks looduses, tehnikas ja igapäevases elus esinevate nähtuste seletamisel;
- e) praktiliste oskuste ja vilumuste omandamine mitmesuguste riistade ja seadmete kasutamises.

Iseseisev füüsika kursuse õppimine näeb ette:

- a) õppematerjali omandamist õpiku ja ülesannete järgi;
- b) õppematerjali konspekteerimist;
- c) harjutuste sooritamist (laboratoorsed tööd, katsed, ülesannete lahendamised);
- d) kontrolltööde kirjutamist ja suuliste eksamite andmist.

Teoreetilise osa õppimisel tuleb:

- a) osata tuletada õpikus antavaid valemeid;
- b) õppida pähe peamised seadused ja tähtsamad seosed.

Füüsika kursuse iseseisval õppimisel aitavad metoodilised juhendid omandada programmilist materjali, samuti aitavad nad omandada vilumust tööks raamatuga.

Metoodilistes juhendites selgitatakse raskemaid probleeme, valgustatakse õpikus mitteesinevaid küsimusi ning käsitletakse eriti tähtsaid programmilisi küsimusi. Peale selle on toodud ülesannete lahendamise näiteid: näidatakse, milliseid harjutusi ja ülesandeid on vaja lahendada. Iga teema lõpul on kordamis- ja kontrolltöö küsimused.

Õppima asudes peavad õpilased küsimuse sisuga tutvuma metoodiliste juhendite alusel. Üksikute teemade läbivõtmisel tuleb kinni pidada määratud järjekorrast.

1. Algul tutvuda teemaga programmi kaudu ja leida vastav materjal õpikus (iga teema alguses on sulgudes antud vastav õpiku paragrahv).

2. Läbi lugeda ettenähtud paragrahvid õpikus. Lugeda aeglaselt ja soovitatav ka kuuldavalt, lahti mõtestades iga sõna, iga lauset.

3. Läbi lugeda teema kohta antud juhendid. Pöörata erilist tähelepanu näpunäidetele, mis selgitavad raskeid küsimusi. Selleks et tutvuda esitatud materjali üldise sisuga, tuleb üksiku paragrahvi õppimisel algul läbi lugeda kogu paragrahv ja mitte peatuda rasketel kohtadel.

Korduval lugemisel tuleb raskemad kohad läbi mõelda üksikasjaliselt: järele vaadata, kas see küsimus pole selgitatud edaspidises tekstis või on selgitusi meetoodilistes juhendites.

4. Läbi viia vajalikud katsed ja vaatlused.

Sellele tööloigule tuleb pöörata erilist tähelepanu. Füüsika on katseline teadus. On selliseid füüsikalisi olukordi ja seaduspärasusi, milliseid mitte ainult ei saa tõestada matemaatiliselt, vaid milliseid isegi on võimatu sügavalt ja objektiivselt mõista ilma katseta.

Paljusid katseid võib läbi viia kodusel olukorras lihtsate, endavalmistatud vahenditega. Katseid, mis vajavad keerukamaid eri seadmeid, võib kokkuleppel läbi viia mõnes lähedal asuvas koolis või tehnikumis.

5. Kirjutada vihikusse (konspekti) kõik definitsioonid, seadused, joonestada skeemid jne. (vt. näpunäiteid järgnevas lõigus).

6. Teha harjutused (vt. näpunäiteid järgnevas lõigus).

7. Korrata läbitöötatud õppematerjal. Algul korrata ilma konspektita ja raamatuta mälu järgi (soovitav kuuldavalt), tuues kõik näited ja seletused, ning seejärel kontrollida ennast raamatu abil. Lõplikul kordamisel kirjutada mälu järgi plaankonspekt joonistega eri lehel. Seejärel kontrollida konspekti abil ja teha kõik vajalikud parandused.

Ei tohi asuda järgmise teema juurde enne, kui lõplik kordamine pole läbi viidud ilma oluliste puudujääkideta.

8. Pärast kogu teema õppimist asuda teema kordamisküsimuste vaatamisele. Vastused küsimustele tuleb anda täielike seletuste ja näidetega. Vastused on parem anda kirjalikult. Kõigil raskusi tekitavil juhtudel pöörduda abi ja nõuande saamiseks õppejõukonsultandi poole kas isiklikult või kirja teel.

Vastamine kordamisküsimustele valmistab ette kontrolltööks.

9. Kirjutada kontrolltöö.

Selleks et õppejõud saaks objektiivselt otsustada, kui võrd rahuldavalt on õpilane omandanud läbivõetud materjali, tuleb kontrolltööd kirjutada tingimata iseseisvalt. Ainult sel tingimusel aitavad kontrolltööd õpilasi edukalt sooritada eksamit.

Kontrolltöö kirjutamisel tuleb vastata igale küsimusele eraldi. Selleks on algul vaja kirjutada kontrolltöö küsimus ja seejärel anda täielik vastus kõigi tarvilike seletuste, jooniste, valemite, tuletamiste ja tõestustega. Ülesande lahendus tuleb kirjutada kindla plaani järgi: väljakirjutatud andmete, skeemide, lahendamise plaani, arvutuste ja kõigi tehetega, mis olid lahendamisel läbi viidud. Kuna enamik füüsikalisi suurusi on nimetustega, siis andmete kirjutamisel ja lahenduse käigus tuleb kirjutada arvud

koos nimetustega ja nimetustega sooritada samad tehted, mis arvudegagi.

Töö igal leheküljel tuleb õppejõu märkusteks jätta äär laiusega 3,5 cm (7 ruuduvahet).

Kirjutada korralikult ja loetavalt. Paranduste puhul tuleb kogu avaldus, tehe või sõna uuesti ümber kirjutada, aga mitte hakata üksikuid tähti või numbreid ümber tegema.

10. Kõik konspektid, vastused kontrollküsimustele ja kontrolltööd tuleb tingimata säilitada — nad on vajalikud eksamiteks ettevalmistumisel ja need tuleb eksamisessioonile kaasa võtta.

Füüsika konspekt peab sisaldama teemade ja nende alajaotuste nimetused, skeemid, valemid ja valemite tuletamised, teadlaste nimed, nende tööde ja avastuste avaldamise ajad, definitsioonid, seadused ja lõpuks kokkuvõtted esitatud materjalist. Detailseid kirjeldusi ja seletusi konspektis esineda ei tohi.

Otstarbekas on konspekti kirjutada ka kõigi nõutud ülesannete lahendused.

Peamised nõuded laboratoorsete tööde sooritamisel oleksid järgmised:

- a) kogu töö ja tema üksikosade eesmärgi täielik mõistmine,
- b) riistade õige käsitlemine,
- c) mõõtmiste täpsus,
- d) täpsed sissekanded vihikusse,
- e) puhtus ja kord töölaual.

Igast tehtud laboratoorsest tööst peab olema koostatud aruanne. See sisaldab töö nimetust, töö läbiviimise lühikest põhjendatud plaani, vajalike seadmete skeeme, tabelit kõigi andmete ja tulemuste sissekandmiseks ning samuti kõiki vajalikke arvutusi.

Ülesannete lahendamine tuleb samuti viia läbi kindla plaani järgi, kõigepealt tuleb ette kujutada nähtuste täielikku füüsikalist pilti, mis on kirjeldatud ülesandes ja määrata kõigi esinevate protsesside järjestus.

Ülesandes kirjeldatud üksikute nähtuste füüsikalise olemuse ja nende üldise seose selgitamiseks on tarvilik koostada seadmete skeemid, kujutada graafiliselt nähtuste kulgu ning kehade vastastikust toimet jne. See on eriti tähtis paljude ülesannete lahendamisel mehaanikas (kiiruste liitmine ja lahutamine, jõudude liitmine ja lahutamine), soojuses (gaaside seaduste graafikud), elektris (laetud kehade vastastikune toime, magnetpooluste vastastikune mõju, juhtide rööbitine ja järjestikune ühendamine) ning valguses (pinnavalgustus, sfäärilised läätsed jne.).

Seejärel koostatakse ülesande lahenduse plaan. Selleks on eelkõige vaja leida otsitava suuruse seos mõnedega antutest. Kui sel teel leitud valemis on kõik suurused peale otsitava teada, siis ülesande lahendamine lõpeb selle otsitava suuruse arvutamisega. Kui aga sellist valemit ei ole, vaid valemis on peale otsitava veel üks tundmatu suurus, siis tuleb eelnevalt leida seos selle tundmatu ja antud suuruste vahel. Selline seoste ja neid seoseid väljenda-

vate valemite valik viib lõpuks selleni, et saadakse valem, kus esineb ainult üks tundmatu. Selle viimase valemiga algab ülesande lahendamine ja jätkub iga saadud tulemuse asendamisega eelmises valemis. Ülesande lahenduse üleskirjutamist tuleb teha kindla korra järgi (vt. juhendites leiduvaid ülesannete lahendamise näiteid).

Erilist tähelepanu tuleb pöörata nn. kvalitatiivsete ülesannete lahendamisele, s. t. küsimustele, mis nõuavad füüsikaliste seaduste ja nähtuste selgitamist, mis käsitlevad teooria rakendamist tööstuslikus praktikas ja igapäevases elus. Sellist liiki ülesandeid on olemas küllaldasel hulgal.

Ülesanded ja küsimused, mis on trükitud rasvaste numbritega, tuleb lahendada tingimata, kõik ülejäänud ülesanded on täiendavad.

Õpikud. Täielikult tehnikumi programmile vastava füüsika õpiku eestikeelset väljaannet ei ole. Vene keelt valdavad õpilased võivad kasutada õpikut:

A. В. Перышкин и П. П. Тетьяков. Физика, учебные пособия для техникумов. Трудрезервиздат.

Eestikeelsetest väljaannetest saab kasutada keskkooli õpikuid:

1. A. Pjorõškin ja V. Krauklis. Füüsika VIII—IX kl.
2. A. Pjorõškin ja V. Krauklis. Füüsika X—XI kl.

Käesolevates juhendites on antud teemadele vastavad paragrahvid (sulgudes pealkirja järel) eeltoodud keskkooli õpikutest. Kuna keskkooli füüsika programm osaliselt ei ühtu tehnikumi programmiga, siis tuleb neid õpikuid kasutades jälgida täpselt programmi, et ei jääks midagi vahele. Programmi küsimused on käesolevates juhendites antud teemade kaupa enne vastavaid juhendeid. Kui eestikeelses õpikus mingi küsimus puudub, (näit. mikromeeter), siis on veel võimalus kasutada venekeelset õpikut või muud kirjandust. Ülesannete kogudest kasutame: Знаменски jt. Füüsika küsimuste ja ülesannete kogu VIII—XI klassile. Juhendites nõutavad ülesanded leiata sellest kogust.

I O S A

MEHAANIKA

Teema 1. Sissejuhatus (§ 1, 2)

Loodusteadused ja tehnika. Füüsikalised ja keemilised nähtused. Materia mõiste ja selle liikumine. Materia jäävuse seadus. Füüsika olemus. Füüsikalise seaduse ja valemi mõiste. Hüpoteesi ja teooria mõiste.

METOODILISED JUHENDID

1. Füüsika käsitleb looduse üldisi seadusi, milliseid kasutavad kõik loodusteadused ja tehnilised teadused. Füüsika on juhtiv teadus looduse tunnetamisel. Tehnika rakendab füüsika seadusi praktilisteks eesmärkideks.

2. Materia all tuleb mõista kõike olemasolevat maailmas, kõike, millest koosnevad kehad looduses, samuti füüsikalised kehad. Materia mõiste alla kuuluvad veel ka nn. väljad: gravitatsiooniväli, magnetväli, elektrostaatiline väli, elektromagnetiline väli.

3. Nähtusi võib jaotada füüsikalisteks ja keemilisteks.

Füüsikalisteks nähtusteks nimetatakse neid nähtusi, kus keha aine jääb muutumatuks.

Keemilisteks nähtusteks nimetatakse neid nähtusi, kus keha aine muutub.

4. Füüsikalised nähtused on näiteks jää sulamine, vee soojenemine ja keemine, puu tükeldamine lõhkumisel, muusikariista keele helisemine jne.

Kõigi nende nähtuste puhul jääb kehade aine muutumatuks. Jää, kuum vesi ja veeaur kujutavad enesest ühte ja sama ainet — vett — erisuguses olekus (tahkes, vedelas ja gaasilises). Puu suurte halgudena või väikeste tükkidena koosneb ikkagi ühest ja samast ainest — puust. Pilli keel enne helisemist, helisemise ajal ja pärast helisemist on ikka üks ja sama aine — teras.

Keemilised nähtused on näiteks kõrge temperatuurini kuumutatud ja hõõguvale rauale juhitud veeauru lagunemine vesinikuks ja hapnikuks, puude põlemine, pillikeele roostetamine jne.

Tõepoolest, sellist liiki nähtustes toimub keha aine muutumine, ühest ainest saadakse teine. Veeauru lagunemisel saadakse vee asemel hoopis teised ained — vesinik ja hapnik, mis oma omadustelt ei sarnane veele (näiteks vesinik põleb, aga vesi ei põle, hapnik soodustab põlemist, aga vesi ei soodusta). Puu põlemisel tekivad gaasid — suits, järele jääb tuhk. Pillikeele roostetamisel saadakse kollakaspruun rooste, mis kujutab endast keele metalli ühendit õhu hapnikuga.

6. Viige läbi füüsikaliste ja keemiliste nähtuste vaatlusi (katseid): teekannust väljuva veeauru veeldumine külmal triikraual, tassil, klaasitükil jne., vasevitriooli lahusesse lastud raudnaela kattumine vasega, rooste saamine niisutatud rauatükil (mõne päeva jooksul).

7. Füüsika tegeleb esmajärjekorras füüsikaliste nähtuste uurimisega, mõningatel juhtudel on füüsika uurimisalaks ka keemilised nähtused, kui nad kaasnevad füüsikalistele (näiteks aine muutumine elektrolüüsil, tuumareaktsiooni puhul jne.).

8. Füüsikaliste nähtuste uurimise põhimeetodid on vaatlus, katse, mõõtmine, hüpotees ja teooria.

Vaatleme mõnda neist meetoditest. Nähtus, et kehad paisuvad kuumutamisel ja tõmbuvad kokku jahtumisel, on teada eelnevate vaatluste põhjal. Nii näiteks on teada, et peaaegu ääreni veega täidetud kastrulist voolab vesi soojenemisel enne keemahakkamist üle, et hõõgivate metallesemete mõõtmed jahtumisel vähenevad.

Seejärel tehti katse. Õpetlased kuumutasid laboratooriumis erisuguseid materjale ja võrdlesid nende paisumist. Nende katsete põhjal tehti kindlaks, et erisugused ained paisuvad erisuguselt.

Katse ajal toimusid ka mõõtmised, mis võimaldasid arvutada, millise arvvaartuse võrra paisuvad erisugused ained kuumutamisel.

Sooritatud vaatluste, katsete ja mõõtmiste alusel saadi järeldused: soojendamisel keha mõõtmed suurenevad ühtlaselt, kõige vähem paisuvad tahked kehad, tunduvalt rohkem paisuvad vedelikud, eriti intensiivselt gaasid, kusjuures kõik gaasid paisuvad ühtviisi. Leitud soojuspaisumise seaduspärasused lubasid sooritada mitmesuguseid teaduslikke ja tehnilisi töid. Tänu teaduslikele arvutustele on tehtud ja tehakse järgnevad tehnilised arvutused, aga tehnilisi arvutusi kasutatakse laialdaselt iga liiki tööstusettevõtetes ja ehitustel.

Et paremini ette kujutada, mis on teaduslik vaatlus ja mis on katse, on kasulik peale definitsioonide veel kindlaks teha nende mõistete ühised jooned ja erinevused.

Teaduslikuks vaatluseks nimetatakse uuritavate nähtuste vaatlemist looduslikes tingimustes ilma igasuguse vahelesegamiseta nähtuste ajal, kuid nendevahelise põhjusliku seose kindlakstegemisega.

Katseks nimetatakse uuritava nähtuse kunstlikku esilekutsumist kõigi kaasnevate kõrvalnähtuste eemaldamisega.

Vaatluse ja katse ühine joon seisneb selles, et nii katsel kui ka vaatlusel tehakse kindlaks nähtustevaheline põhjuslik seos.

Vaatluse ja katse erinevus seisneb selles, et vaatlus uurib nähtusi looduslikes tingimustes, s. o. nii, kuidas nad kulgevad looduses, aga katse, nagu ütles kuulus vene teadlane I. P. Pavlov, «võtab nähtused oma kätte ja laseb käiku kord ühe, kord teise ja sel viisil kunstlikult lihtsustatud kombinatsioonides määrab nähtustevahelise põhjusliku seose. Teisiti öeldes, vaatlus korjab seda, mida talle pakub loodus, katse võtab looduselt, mida talle tarvis».

Tihti viiakse koos katsega läbi ka mõõtmised, mis võimaldavad teha täpsemaid otsuseid uuritavate nähtuste kohta, teha kindlaks nende vahel eksisteerivat kvantitatiivset sõltuvust.

Sooritatud vaatluste, katsete ja mõõtmiste alusel teevad õpilased järeldusi, püstitavad üldisi teese, seadusi. Kasutades vastavaid seadusi, võivad füüsikud nähtusi uurides välja selgitada nende nähtuste vahelised seosed, ette öelda nähtuste käiku, juhtida neid ja kasutada mitmesugusteks praktilisteks vajadusteks.

Hüpotees on teaduslikult põhjendatud oletus, mis on vajalik teaduse ja tehnika edaspidiseks arendamiseks, mis selgitab nähtuste olemust ja nendevahelist seost. Hüpotees kujutab enesest vahepealset sammu teooria rajamisel.

Teooria on teaduslike faktide ja lausete süsteem, mis annab ühise seletuse mingite nähtuste terviklikule kogule, kehade põhiomadustele ja looduse seaduspärasustele. Kui hüpoteesi kõik järeldused kinnitatakse katsetega, siis hüpotees muutub teooriaks.

Hüpotees ja teooria ühtuvad selles, et nii hüpotees kui ka teooria selgitavad nähtusi ning teenivad teaduse ja tehnika edaspidist arengut. Hüpotees ja teooria erinevad teineteisest selle poolest, et teooria kujutab enesest juba nähtuste tõestatud seletust, aga hüpotees on veel arvatav tõde.

9. Teaduse seadused (loodusseadused) on looduses ja ühiskonnas toimuvate inimeste tahtest sõltumatute objektiivsete protsesside peegeldused.

Loodusseaduste tundmine võimaldab õigesti orienteeruda ümbritsevates nähtustes ja ette näha nähtuste edaspidist arengut.

Teades loodusseadusi, kasutavad inimesed neid tehnikas, töötuses, oma elu kergendamiseks ja parandamiseks.

Teaduse seadused peegeldavad looduses toimuvate protsesside seaduspärasusi.

Seadused, mis määravad nähtustevahelisi kvantitatiivseid seoseid, väljenduvad lühidalt valemitega, mis määravad suurustevahelise sõltuvuse ja iseloomustavad antud nähtusi.

Kontrollküsimusi

1. Tooge näide füüsikalisest nähtusest. Selgitage, miks teie poolt esitatud näide kujutab enesest füüsikalist nähtust.

2. Tooge näide keemilisest nähtusest. Selgitage, miks teie poolt esitatud näide kujutab enesest keemilist nähtust.
3. Milles seisneb füüsikaliste ja keemiliste nähtuste erinevus?
4. Mis on materia?
5. Milline on materia jäävuse seadus?
6. Millised on füüsikaliste nähtuste uurimise põhimeetodid?
7. Millisteks osadeks võib jaotada füüsika kursuse?
8. Milline suhe on füüsikal tehnikaga?

T e e m a 2. Füüsikalised suurused ja nende mõõtmine (§ 31, 48, 58, 59)

Füüsikalise suuruse ja selle mõõtmise mõiste. Jõu mõiste. Keha kaal. Massi mõiste. Pikkuse, massi, jõu ja aja mõõtmise ühikud. Keha massi ja kaalu vaheline seos. Mõõtühikute süsteemid. Mõõtjoonlaud, varbsirkel, mikromeeter, kangkaalud, sekundomeeter, dünamomeeter. Tihedus ja erikaal.

1. Füüsikaliste suuruste hulka kuuluvad näiteks järgmised: pikkus, kaal, erikaal, mass, tihedus, rõhk, töö, temperatuur, juhtme takistus, pinge, murdumisnäitaja jne.

2. NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuv Mõõtude ja Mõöduriistade Komitee kinnitas alates 1. maist 1948. a. järgmised kilogrammi ja meetri definitsioonid NSV Liidus.

Meeter on pikkusühik, mis on määratud plaatina-iriidiumisegust valmistatud ühikuga, kannab märki 28 ning on pikkuse riiklikuks etalooniks NSV Liidus.

Kilogramm on massiühik, mis on määratud plaatina-iriidiumisegust valmistatud ühikuga, kannab märki 12 ning on massi riiklikuks etalooniks NSV Liidus.

Nendele meetri ja kilogrammi definitsioonidele peab lisama järgmise seletuse: meetri ja kilogrammi plaatina-iriidiumisegust valmistatud mõõdud märkidega 28 ja 12 sai Venemaa Rahvusvaheliselt Mõõtude ja Kaalude Büroolt; teised maad said samasugused etaloonid teiste märkidega.

3. Laboratoorne töö «Tahke keha tiheduse määramine».

Kontrollküsimusi

1. Mis on suurus?
2. Tooge näiteid füüsikalistest suurustest.
3. Milline peab olema silma asend mõõtjoonlaua jaotuse vaatlemisel?
4. Mis on kaalu ja massi erinevus?
5. Mis on erikaal?
6. Mis on tihedus?
7. Mõõtes klotsi paksust varbsirkliga on nooniusse null varbsirkli skaala 52 ja 53 jaotuse vahel; seitsmes nooniusse jaotus aga ühtib skaala jaotusega. Kui paks on klots?

8. Traadi läbimõõdu mõõtmisel mikromeetriga osutus, et mikromeetri kruvi pea asetseb esimese ja teise mikromeetri skaala jaotuse vahel. 32-ne jaotus kruvi pea peal langeb ühte mikromeetri skaalaga. Kui suur on traadi läbimõõt?

T e e m a 3. Sirgjooneline liikumine (§ 3—11, 17—28)

Mehaaniline liikumine. Materiaalne punkt. Liikumiste liigitamine sõltuvalt kiirusest ja trajektooriga. Ühtlane sirgjooneline liikumine. Selle liikumise kiirus. Vektori ja skalaari mõiste. Kiiruste graafiline kujutamine. Mitteühtlane liikumine. Mitteühtlase liikumise keskmine kiirus ja hetkkiirus. Ühtlaselt kiirenev liikumine. Kiirendus. Kiirenduse ühikud. Ühtlaselt muutuva liikumise kiiruse ja teepikkuse valemi tuletamine. Kehade vaba langemine. Vertikaalselt visatud keha liikumine.

1. Pöörake tähelepanu sõnade «mis tahes» tähendusele ühtlase liikumise defineerimisel (§ 6). See annab võimaluse täielikult iseloomustada ühtlast liikumist.

2. On vaja teada ka teist ühtlase liikumise definitsiooni, mis on palju lühem ja väljendatud kiiruse kaudu.

3. Lahendage ülesanded nr. 3, 4, 5, 6.

4. Ühtlaselt muutuvat liikumist võib lühidalt defineerida järgmiselt: ühtlaselt muutuvaks liikumiseks nimetatakse konstantse kiirendusega liikumist.

5. § 24b pöörake tähelepanu kiiruse valemi tuletamisele: $v^2 = 2 as$. Seda tuletust on vaja teada ja ka valem arvutusteks meelde jätta.

6. Ülesande lahendamise näide.

Ülesanne. Sadamast eemalduv mootorpaat saavutas 1 minuti pärast kiiruse 32,4 km/h. Millisel teepikkusel saavutas paat selle kiiruse?

A n t u d:

$$v = 32,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}, \quad t = 1 \text{ min.}$$

Leida s.

L a h e n d u s.

$$s = \frac{at^2}{2}; \quad v = at$$

$$1) v = 32,4 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 32,4 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ sek}} = \frac{36 \text{ m}}{4 \text{ sek}} = 9 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$$

$$2) a = \frac{v}{t}; \quad a = \frac{9 \frac{\text{m}}{\text{sek}}}{60 \text{ sek}} = \frac{3 \text{ m}}{20 \text{ sek}^2} = 0,15 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$$

$$3) s = \frac{0,15 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2} \cdot 3600 \text{ sek}^2}{2} = 15 \cdot 18 \text{ m} = 270 \text{ m}.$$

Vastus: $s = 270 \text{ m}$.

7. Lahendage järgmised ülesanded:

1) Rong, väljudes jaamast, liigub ühtlaselt kiirenevalt. Ühe minuti pärast on rongi kiirus 54 km/h. Leida rongi kiirendus.

Vastus: $0,25 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$.

2) Sadamast ühtlaselt kiirenevalt väljuv aurik läbis 3 minutiga 810 m. Leida kiirendus.

Vastus: $0,05 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$.

3) Rong läbis 1440 m kiirendusega $0,2 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$. Leida liikumise kestus ja saavutatud kiirus.

Vastus: 2 min; $24 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

4) Arvutada lennuki starditee vajalik pikkus, kui õhku tõusmisel peab kiirus olema $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ja selle kiiruse saavutamiseks kulub 10 sek.

Vastus: 150 m.

8. Lahendage ülesanded nr. 21, 23, 27, 34, 37.

9. Kui te võrdlete vaba langemise valemeid (§ 26) teile tuntud ühtlaselt kiireneva liikumise valemitega, siis näete, et need on oma sisult ühesugused. Kõigi kehade vaba langemise kiirendus on Maa samas punktis sama. Vaba langemise kiirendus tähistatakse tähega g .

10. Lahendage ülesanded nr. 74, 76.

Kontrollküsimusi

1. Miks ei saa rongi liikumist lugeda ühtlaseks, kuigi rong igas tunnis läbib 20 km?

2. Tavalist ühtlast liikumist defineeritakse järgmiselt: ühtlaseks liikumiseks nimetatakse niisugust liikumist, kus keha mis tahes võrdseis ajavahemikes läbib võrdsed teepikkused.

Miks selles definitsioonis on sõnad «mis tahes» tingimata tarvilikud?

3. Defineerige ühtlast liikumist liikumise kiiruse kaudu.

4. Milline kiirus on suurem, $1 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ või $1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ja mitu korda?
5. Milline ühtlaselt muutuvat liikumist iseloomustav suurus on konstantne?
6. Ühtlaselt kiirenevalt liikuva keha kiirus teatud momendil oli $15 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$. Milline oli keha kiirus 1 sekundi pärast, kui kiirendus on $3 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$ (vastus anda valemit kasutamata)?
7. Keha liigub ühtlaselt muutuvalt. Võrrelge teepikkusi, mida keha läbib võrdseis ajavahemikes.
8. Kas liikumist võib nimetada ühtlaselt muutuvaks, kui läbitud teepikkus mis tahes võrdseis ajavahemikes suureneb võrdse suuruse võrra?
9. Vabalt langeva keha kiirus teatud ajamomendil on 20 m/sek. Kui suur on selle keha kiirus järgneva sekundi lõpul?
10. Kaks keha kaaluga 50 T ja 50 kG langevad vabalt. Milliste kiirendustega langevad need kehad?

Teema 4. Newtoni seadused (§ 29—39, 49—53a)

Keha inertsi. Newtoni I seadus. Jõud kui kiirenduse põhjus. Jõud kui vektor. Newtoni II seadus. Keha mass kui inertsi mõõt. Jõu ühikud CGS ja MKS süsteemis. Düüni ja njuutoni vaheline seos; njuutoni ja kG vaheline seos; düüni ja G vaheline seos. Keha kaalu väljendamine massi ja raskuskiirenduse kaudu. Massi ja kaalu võrdelisus. Massi tehniline ühik ja tema seos grammiga (g) ja kilogrammiga (kg). Kehade vastastikune mehaaniline mõju. Newtoni III seadus. Newtoni III seaduse rakendamine tehnikas (näiteid). Reaktiivmootori töötamise printsiip. Jõudude mõju sõltumatus. Hõõrdejõud. Paigaloleku hõõre. Libisemise hõõre. Libisemise hõõrdetegur.

1. Newtoni II seaduse õppimisel tuleb seda vaadelda kahes osas: a) keha kiirenduse suuruse sõltuvus kehale mõjuvast jõust ja b) jõu mõjul saadud keha kiirenduse sõltuvus keha massist. Keha kiirenduse sõltuvuse jõust saab kindlaks teha, mõjudes samale kehale erisuguste jõududega. Kiirenduse sõltuvuse massist saab kindlaks teha, kui üks ja sama jõud mõjub erisugustele massidele.

2. Kaalu ja massi erinevus.

a) Keha kaal on Maa külgetõmbejõud, mis annab kehale kiirenduse. Keha mass on keha inertsi mõõt, s. t. mass näitab, kui võrd kergesti või raskesti keha allub jõule kiirenduse saamiseks.

b) Keha asukoha muutumisel Maal keha mass ei muutu, aga kaal muutub. Nii näiteks on ekvaatoril keha kaal kõige väiksem, aga poolusel on kõige suurem (poolusel on keha Maa keskpunktile kõige lähemal ja sellepärast on ka Maa külgetõmbejõud suurem).

Kui näiteks Moskvas keha kaalub 1 kG, siis Arhangelskis seesama keha kaalub 1001 G, aga Odessas 999 g. Mass jääb igal pool üheks ja samaks — nimelt 1000 g.

3. Ülesannete lahendamise näiteid.

Asudes ülesannet lahendama, tuleb andmed üksteise alla tulbana välja kirjutada ning, valinud sobiva ühikute süsteemi, teisendada kõik andmed sellesse süsteemi. Seejärel koostada lahenduse plaan.

Lihtsate ülesannete korral, kui lahendus on läbinähtav, võib ka enne teha lahenduse plaani ja siis andmed teisendada ühtsesse ühikute süsteemi. Nii on tehtud kahe esimese ülesande lahendamisel. Keerukamate ülesannete puhul on soovitatav lahendused teha nii nagu ülesannetes 3 ja 4.

Ülesanne 1. Keha kaaluga 420 G liigub ilma hõõrdumiseta 6-G jõu mõjul. Millise kiirenduse saab keha?

A n t u d:

$$P = 420 \text{ G}, F = 6 \text{ G}.$$

Leida a .

L a h e n d u s:

$$\frac{F}{P} = \frac{a}{g}, \quad a = \frac{Fg}{P};$$

$$a = \frac{6 \text{ kG} \cdot 980 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}}{420 \text{ kG}} = \frac{980}{70} \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2} = 14 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}.$$

V a s t u s: $a = 14 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$.

Ülesanne 2. Auto kaaluga 490 kG liigub kiirendusega $0,2 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$. Leida auto veojõud, mis annab kiirenduse.

A n t u d:

$$P = 490 \text{ kG}, \quad a = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}.$$

Leida F .

L a h e n d u s:

$$\frac{F}{P} = \frac{a}{g}, \quad F = \frac{Pa}{g};$$

$$F = \frac{490 \text{ kG} \cdot 0,2 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}} = \frac{490 \cdot 2}{98} \text{ kG} = 10 \text{ kG}.$$

V a s t u s: 10 kG.

Ülesanne 3. Rong massiga 392 t liigub kiirusega $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ja pidurdamisel peatub 200 m pikkusel teosal. Leida pidurdusjõud.

Antud:

$$m = 392 \text{ t} = 392\,000 \text{ kg},$$

$$v_0 = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{sek}},$$

$$s = 200 \text{ m}.$$

Leida F .

Lahendus:

$$v = v_0 - at,$$

$$s = v_0 t - \frac{at^2}{2},$$

$$F = ma.$$

Kuna $v = 0$, siis $v_0 = at$;

$$10 \frac{\text{m}}{\text{sek}} = at, \text{ siit}$$

$$a = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{sek}}}{t};$$

$$200 \text{ m} = 10 \frac{\text{m}}{\text{sek}} \cdot t - 10 \frac{\text{m}}{\text{sek}} \cdot \frac{t}{2},$$

$$200 \text{ m} = 5 \frac{\text{m}}{\text{sek}} \cdot t, \text{ siit}$$

$$t = \frac{200 \text{ m}}{5 \frac{\text{m}}{\text{sek}}} = 40 \text{ sek.}$$

$$a = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{sek}}}{40 \text{ sek}} = \frac{1}{4} \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}.$$

$$\begin{aligned} F &= 392\,000 \text{ kg} \cdot \frac{1}{4} \frac{\text{m}}{\text{sek}^2} = 98\,000 \frac{\text{kgm}}{\text{sek}^2} = 98\,000 \text{ n} = \frac{98\,000}{9,8} \text{ kG} = \\ &= 10\,000 \text{ kG} = 10 \text{ T}. \end{aligned}$$

Vastus: $F = 10 \text{ T}$.

Ülesanne 4. Vedur kaaluga 73,5 T väljus jaamast ja 750 m kaugusel liikus kiirusega 36 km/h. Leida jõud, mis annab vedurile kiirenduse.

Ülesande lahenduse plaani võib koostada nii: vedurile kiirendust andva jõu võib leida Newtoni teise seaduse põhjal. Jõu valemist $F=ma$ on näha, et jõu suuruse leidmiseks on vaja teada veduri massi m ja saadud kiirendust a . Veduri massi võib leida keha kaalu valemist ($P=mg$) ja kiirenduse kiiruse ruudu valemist ($v^2=2as$).

Kogu lahenduse kirjutame järgmiselt!

Antud:

$$P=73,5 \text{ T}=73500 \text{ kG},$$

$$s=750 \text{ m},$$

$$v=36 \text{ km/h}=10 \frac{\text{m}}{\text{sek}},$$

Leida F .

Lahendus:

$$F=ma; P=mg; v^2=2as.$$

1) Veduri mass: $m=\frac{P}{g}$;

$$m=\frac{73500 \text{ kg}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}}=7500 \frac{\text{kG sek}^2}{\text{m}}.$$

2) Veduri kiirendus:

$$a=\frac{v^2}{2s}; a=\frac{100 \frac{\text{m}^2}{\text{sek}^2}}{2 \cdot 750 \text{ m}}=\frac{1}{15} \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}.$$

3) Kiirendav jõud:

$$F=7500 \frac{\text{kGsek}^2}{\text{m}} \cdot \frac{1}{15} \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}=500 \text{ kG}.$$

Vastus: Vedurile kiirendust andev jõud on 500 kG.

4. Lahendage järgmised ülesanded (antud väikeste suurus-
tega):

1) Keha massiga 30 g liigub kiirendusega $20 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$. Millega võrdub kehale kiirendust andev jõud?

Vastus: 600 dn.

2) Leida keha mass, kui jõud 240 dn annab kehale kiirenduse $5 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$.

Vastus: 48 g.

3) Kehale massiga 12 mg mõjub jõud 30 dn. Millega võrdub selle jõu poolt kehale antav kiirendus?

$$\text{Vastus: } 2,5 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}.$$

4) Keha kaaluga 245 G liigub kiirendusega $4 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$. Millega võrdub seda kiirendust põhjustav jõud?

$$\text{Vastus: } 980 \text{ dn ehk } 1 \text{ G}.$$

5) Keha liigub kiirendusega $9 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$. Millega võrdub keha mass, kui kiirenduse annab jõud 1 G?

$$\text{Vastus: } 109 \text{ g}.$$

6) Kehale kaaluga 140 G mõjub jõud 3 G. Millega võrdub selle jõu poolt kehale antav kiirendus?

$$\text{Vastus: } 21 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}.$$

7) Lahendage ülesannete kogust ülesanded nr. 102, 104.

8) Uhikute süsteemide paremaks omandamiseks on kasulik rakendada tabelit (vt. lk. 18 ja 19).

Selle tabeli viimast viit veergu ei ole vaja praegu vaadelda, neid vajatakse hiljem.

Näide ülesande lahendamisel praktilises (MKS) süsteemis.

Ülesanne. Rong, mille mass võrdub 200 t, väljub jaamast liikudes kiirendusega $0,2 \text{ m/sek}^2$. Leida rongile kiirendust andev jõud.

Lahendada praktilises (MKS) süsteemis.

Antud:

$$m = 200 \text{ t} = 200\,000 \text{ kg},$$

$$a = 0,2 \text{ m/sek}^2.$$

Leida F .

Lahendus:

$$F = ma.$$

$$F = 200\,000 \text{ kg} \cdot 0,2 \text{ m/sek}^2 = 40\,000 \text{ kg m/sek}^2 = 40\,000 \text{ n}.$$

7. Lahendage ülesanded nr. 96—98.

8. Pärast Newtoni kolmanda seaduse õppimist lahendage ülesanded nr. 70—72.

9. Pärast hõõrdumisnähtuste õppimist (§ 35, 36, 37) lahendada ülesanded nr. 116—120.

10. Laboratoorne töö: libisemise hõõrdeteguri määramine.

Süsteemi nimetus	Kestus t	Pikkus ja tee l ja s	Mass m	Jõud (kaal) F ja P	Pindala S	Ruumala V
CGS	1 sek (põhiühik)	1 cm (põhiühik)	1 g (põhiühik)	$\frac{1 \text{ gcm}}{\text{sek}^2}$ (düün) $1 \text{ G} =$ $= 981 \text{ dn}$	1 cm^2	1 cm^3
MKS	1 sek (põhiühik)	1 m (põhiühik)	1 kg (põhiühik)	$\frac{1 \text{ kgm}}{\text{sek}^2}$ (njuuton) $1 \text{ n} =$ $= 0,102 \text{ kG}$ $1 \text{ n} = 10^5 \text{ dn}$	1 m^2	1 m^3
MkGS	1 sek (põhiühik)	1 m (põhiühik)	$1 \frac{\text{kGsek}^2}{\text{m}}$ (m. t. ü) $1 \text{ m. t. ü} =$ $= 9,81 \text{ kg}$	1 kG (põhiühik) $1 \text{ kG} =$ $= 9,81 \text{ n}$ $1 \text{ kG} =$ $= 9,81 \cdot$ $\cdot 10^5 \text{ dn}$	1 m^2	1 m^3

Kontrollküsimusi

1. Kuidas on ohutum ületada jõge mööda üksikuid jäätükke: joostes või käies? Miks?

2. Mispärast kivi langemisel Maale nähakse kivi liikumist, aga mitte Maa liikumist?

3. Mispärast on lehtede langemise ajal sügisel piki parke asetsevatel trammiliinidel kirjutatud «Langenud lehed! Hoiduge libisemisest!».

4. Kas rihmülekande korral määratakse võlle ja rihma ühe ja sama ainega? Andke seletus.

T e e m a 5. Töö ja energia (§. 60—64, 70—74)

Mehaaniline töö. Töö ühikud ja nendevaheline seos. Mehaaniline võimsus. Võimsuse valemid. Võimsuse ühikud ja nendevaheline seos. Masina kasutegur. Energia. Kineetiline energia; kineetilise energia valem. Potentsiaalne energia; tõstetud keha potentsiaalse energia valem. Potentsiaalse energia muundumine kineetiliseks energiaks vabal langemisel. Energia jäävuse ja muundumise seadus.

1. Pärast § 61, 62 õppimist lahendage ülesanded nr. 171, 173, 175.

Kiirus v	Kiirendus a	Töö ja energia A ja W	Võimsus N	Jõu- moment M	Nurk- kiirus ω	Rõhk p
$1 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$	$1 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$	$1 \frac{\text{gcm}^2}{\text{sek}^2}$ (erg) 1 J = = 10 ⁷ ergi	$1 \frac{\text{gcm}^2}{\text{sek}^3}$ (erg/sek)	$1 \frac{\text{gcm}^2}{\text{sek}^2}$ (dncm)	1 sek^{-1} $\left(\frac{\text{rad}}{\text{sek}}\right)$	$1 \frac{\text{g}}{\text{cmsek}^2} =$ = 1 dn/cm ² (baar) 1 at = 9,8 · · 10 ⁵ baari
$1 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$	$1 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$	$1 \frac{\text{kgm}^2}{\text{sek}^2}$ (džaul) 1 Wh = = 3600 J	$1 \frac{\text{kgm}^2}{\text{sek}^3}$ (vatt) 1 hj = = 736 W 1 kW = = 10 ³ W	$1 \frac{\text{kgm}^2}{\text{sek}^2}$ (nm)	1 sek^{-1} $\left(\frac{\text{rad}}{\text{sek}}\right)$	$1 \frac{\text{kg}}{\text{msek}^2} =$ = 1 n/m ² 1 n/m ² = = 10 dn/cm ² 1 kG/m ² = = 9,8 n/m ²
$1 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$	$1 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$	1 kGm $1 \text{ kGm} =$ = 9,81 J $1 \text{ kGm} =$ = 9,81 · · 10 ⁷ ergi	$1 \frac{\text{kGm}}{\text{sek}} =$ = 9,81 W 1 hj = = 75 $\frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$	1 kGm (kGm)	1 sek^{-1} $\left(\frac{\text{rad}}{\text{sek}}\right)$	1 kG/m^2 1 at = = 10 ⁴ kG/m ² 1 at = = 735 mm Hg

2. Pärast § 63, 64 õppimist lahendage ülesanded nr. 181, 186.

3. Pärast § 71, 72, 73, 74 õppimist lahendada ülesanded nr. 195, 196, 199, 205, 207, 218.

4. Energia muundumise ja jäävuse seadus omab erakordset tähtsust dialektilis-materialistliku maailmavaate põhjendamisel. Suure vene teadlase M. V. Lomonosovi poolt avastatud aine muundumise ja jäävuse seadus ning energia muundumise ja jäävuse seadus kinnitavad mateeria ja liikumise igavest eksisteerimist. Need seadused annavad küllaldase teadusliku materjali vastamiseks tähtsaimale maailmavaatelisele küsimusele: kas oli maailma algus ja kas tuleb maailma lõpp.

Kuna üldine ainehulk maailmas jääb muutumatuks, siis tähendab, et aine, millest koosnevad tähed, planeedid ja teised taevakehad, on alati eksisteerinud ja eksisteerib edaspidigi. Täpselt samuti jääb tähtede ja planeetide liikumise energia üldises koguses muutumatuks. Võib kõnelda ainult liikumise vormide muutmistest. Ja kui ka kunagi palju miljardeid aastaid tagasi ei olnud meie päikesesüsteemi ja paljusid tänapäeval helenduvaid tähti, siis kunagi ammu-ammu särasid maailmaruumis teised taevakehad ja nende ümber tiirlesid teised planeedid. Väga kauges tulevikus ei ole ka enam meie päikesesüsteemi, ei ole paljusid praegu meid ümbritsevaid tähti, aga on teised tähed ja teised planeetide süsteemid. Uute tähtede tekkimine vanadest, purunenutest toimub pidevalt. See oli, on ja jääb.

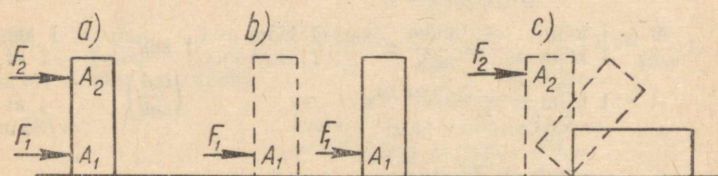
1. Kirjutage kiiruse kaudu väljendatud võimsuse valem.
2. Tuletage kineetilise energia valem.

Teema 6. Jõudude liitmine ja lahutamine (§ 39—41)

Jõudude mõju all oleva keha tasakaal. Jõu rakenduspunkti ülekandmine kõvas kehas. Resultantjõud. Tasakaalustav jõud. Nurgi suunatud jõudude liitmine. Jõu lahutamine nurgi suunatud komponentideks.

1. Tuleb teada kolm tunnust, mille poolest jõud erinevad üksteisest: 1) jõu suurus, 2) jõu suund, 3) jõu rakenduspunkt.

On kerge mõista, et jõud võivad erineda üksteisest suuruselt ja suunalt. Jõu kolmanda tunnuse (rakenduspunkti) tähtsust võib selgitada järgmise näitega.



Joon. 1

Mõjugu horisontaaltasapinnale asetatud risttahukakujulisele klotsile (joon. 1a) kaks suuruselt ja suunalt ühesugust jõudu, kus esimene jõud F_1 on rakendatud klotsi alumises osas punktis A_1 ja teine jõud F_2 on rakendatud klotsi ülemises osas punktis A_2 . Kas jõud F_1 ja F_2 mõjuvad klotsile ühesuguselt? Kindlasti mitte. Jõud F_1 , mille rakenduspunkt A_1 on keha alumises osas, võib panna keha liikuma (joon. 1b) mööda horisontaaltasapinda (kui jõud on suurem hõõrdejõust). Jõud F_2 , mille rakenduspunkt asub keha ülemises osas, võib keha horisontaaltasapinnale ümber lükata (joon. 1c).

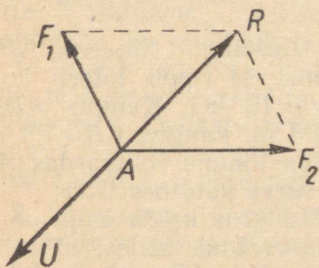
2. Pöörake tähelepanu tasakaalustavate jõudude mõistele (§ 33), millised ei muuda keha liikumise olekut. Pange tähele, et kehale mõjuvate jõudude tasakaal ei esine ainult siis, kui keha seisab paigal, vaid ka siis, kui keha liigub ühtlaselt sirgjooneliselt.

3. Pöörake tähelepanu sellele, et vastastikku tasakaalustavate jõudude kohta tuleb tingimata väljenduda täpselt. Võib öelda, et tasakaalustavate jõudude mõjud neutraliseeruvad, aga ei või öelda, et need jõud hävivad. Kuna jõud on rakendatud, siis nad ikkagi püsivad, aga ühe jõu mõju neutraliseerib teise jõu mõju (vastastikku tasakaalustavad jõud ei kutsu esile muutust kehade liikumise olekus).

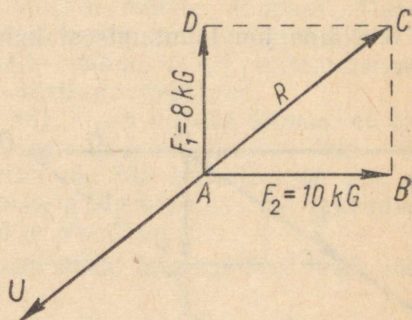
4. Tingimata viige läbi katse nurgi suunatud jõudude liitmisest (§ 40). Erilist tähelepanu pöörake resultantjõu muutumisele sõltuvalt komponentjõudude vahelise nurga muutumisest.

5. Kujutades skemaatiliselt nurgi suunatud jõudude liitmist on kindlasti vaja näidata tasakaalustavat jõudu (joon. 2).

6. Näide ülesande lahendamisest nurgi suunatud jõudude liitmisele.



Joon. 2



Joon. 3

Ülesanne. Leida graafiliselt ja arvutamisega jõudude 8 kG ja 10 kG tasakaalustav jõud, kui jõududevaheline nurk on 90° .

Antud:

$$F_1 = 8 \text{ kG},$$

$$F_2 = 10 \text{ kG},$$

$$\alpha = 90^\circ.$$

Leida U .

Lahendus:

Otsitava tasakaalustava jõu leiame jõudude F_1 ja F_2 resultantjõu abil. Joonistades jõudude rööpküliku näeme (joon. 3), et resultantjõudu R võib leida kui täisnurkse kolmnurga ACB (või ACD) hüpotenuusi. Üheks kaatetiks on $F_2 = 10 \text{ kG}$ ja teiseks $BC = AD = 8 \text{ kG}$.

Arvutus:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2};$$

$$R = \sqrt{(8 \text{ kG})^2 + (10 \text{ kG})^2} = \sqrt{164 \text{ kG}^2} \approx 12,8 \text{ kG}.$$

Vastus. Tasakaalustav jõud $U = 12,8 \text{ kG}$.

7. Lahendage järgmised ülesanded:

a) Leida graafiliselt ja arvutamisega jõudude 12 kG ja 16 kG tasakaalustav jõud, kui jõududevaheline nurk on 90° .

Vastus: 20 kG, resultantjõuga vastassuunaline.

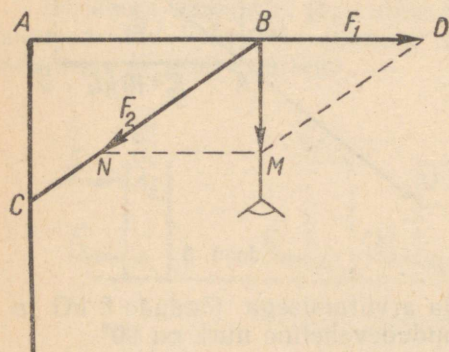
b) Leida graafiliselt jõudude 4 kG ja 6 kG tasakaalustav jõud, kui jõududevaheline nurk on 50° .

Vastus: 9,1 kG; moodustab suurema komponentjõuga ligikaudu 161° -se nurga.

c) Leida jõudude 12 kG, 16 kG ja 16 kG resultantjõud, kui nad moodustavad üksteisega nurgad vastavalt 30° , 120° ja 210° ning on rakendatud ühte punkti.

Vastus: 20 kG.

8. Näide jõu lahutamisest kaheks nurgi suunatud komponendiks.



Joon. 4

Ülesanne. Nõjasel ABC (joon. 4) ripub latern kaaluga 10 kG. Kaugus $AB = 1,5$ m, kaugus $CB = 1,8$ m. Leida tõmme rõhtvardas AB ja surve kaldtoes CB .

Laterna kaalu mõju nõjasele avaldub selles, et rõhtvarrast AB tõmmatakse punktist B suunaga AB ja kaldtuge BC surutakse suunas BC . Nende jõudude suuruste määramiseks tuleb lambi kaal lahutada rõõpküliku reegli põhjal kaheks eespool nimetatud suunaga

komponendiks. Saadud rõõpküliku külg BD kujutab endast tõmme rõhtvardas AB (jõud F_1) ja külg BN survet kaldtoes BC (jõud F_2). Jõu F_1 võib määrata kolmnurkade BDM ja ABC sarnasuse põhjal:

$$\frac{BD}{BM} = \frac{AB}{AC}.$$

BM ehk $P = 10$ kG, $AB = 1,5$ m; võrreldes vabalt võetud ühikuga AC -d AB -ga, näeme, et $AC \approx 1$ m. (AC võib leida ka Pythagorase teoreemi abil kolmnurgast ABC).

Seega:

$$\frac{F_1}{10 \text{ kG}} = \frac{1,5 \text{ m}}{1 \text{ m}} = \frac{1,5}{1}, \text{ millest } F_1 = 15 \text{ kG}.$$

Jõu F_2 võib määrata kolmnurkade BMN ja ABC sarnasuse põhjal.

$BC = 1,8$ m. Tähenab:

$$\frac{F_2}{10 \text{ kG}} = \frac{1,8 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 1,8, \text{ millest } F_2 = 18 \text{ kG}.$$

Vastus. Surve rõhtvardas AB on 15 kG ja tõmme kaldtoes BC on 18 kG.

9. Lahendage ülesanded nr. 256, 258, 259, 262, 263, 264, 265, 268, 271, 273.

T e e m a 7. Pöörlev liikumine. Ühtlane ringliikumine (§ 82—89)

Kõva keha pöörlemine. Jõumomendi mõiste. Jõupaar. Masspunkti ühtlane ringliikumine. Periood, sagedus, joonkiirus. Nurkkiirus. Kesktõmbe kiirendus ja selle valem (ilma tuletamiseta). Kesktõmbe- ja kesktõukejõud. Tsentrifugaalmasinad.

1. Teades jõu õla mõistet (§ 43), tuleb pidada silmas, et jõu õlga mõõdetakse ristlõigu pikkusega pöörlemisteljest kuni jõu mõjusirgeni. Õpilaste tavaline viga jõu õla leidmisel on see, et nõutava ristlõigu asemel pöörlemistelg ühendatakse jõu rakenduspunktiga ning saadud lõik võetakse jõu õlaks.

2. Ülesannete lahendamine momentide lause põhjal tuleb läbi viia järgmise plaani alusel:

1) algul leida keha pöörlemistelg, 2) siis teha kindlaks kehale mõjuvad jõud, s. t. nende rakenduspunktid, suurused ja suunad, 3) edasi määratakse nende jõudude õlad, 4) lõpuks koostatakse võrrand momentide lause põhjal.

3. Lahendage ülesanded nr. 306, 309, 310, 311, 312, 314, 317, kasutades momentide lauset.

4. Pärast § 82 ja 83 õppimist lahendada ülesanded nr. 450, 451, 452, 453.

5. Kesktõmbekiirenduse valemit $a = \frac{v^2}{R}$ (§ 84) võib meelde jätta ilma tuletamiseta, kuid joonisel peab seda kiirendust oskama kujutada.

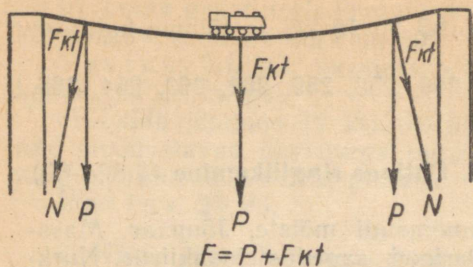
6. Tuleb endale aru anda asjaolust, miks pöörleval liikumisel peab tingimata mõjuma jõud.

7. On vaja enesele selgesti ette kujutada, et kesktõmbe- ja kesktõukejõudu ei saa asendada ühe jõuga — resultandiga. Asendada ei saa sellepärast, et kesktõmbejõud on rakendatud mööda kõverat liikuvale kehale, aga kesktõukejõud kehale, mis paneb esimese keha mööda kõverat liikuma.

8. Peab mõistma, miks pöörleva keha purunemise momendil kaovad üheaegselt mõlemad jõud — kesktõmbe- ja kesktõukejõud.

9. Ühtlase ringliikumise ülesande lahendamise näide.

Ülesanne. Vedur kaaluga 98 T ületab silla (joon. 5) kiirusega 72 km/h. Veduri raskuse all sild paindub, moodustades kaare raadiusega 1000 m. Millise jõuga vedur rõhub sillale, läbides selle keskpunkti? Liikuva veduri rõhumine sillale (silla keskel) koosneb kahest jõust: esiteks veduri raskusest ja teiseks jõust, mis tekib sellest, et liikumine toimub mööda kõvera kaart.



Joon. 5

Antud:

$$P = 98 \text{ T} = 98\,000 \text{ kG},$$

$$v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/sek},$$

$$R = 1000 \text{ m}.$$

Leida F .

Lahendus:

$$F = P + F_{kt}; \quad P = mg;$$

$$F_{kt} = \frac{mv^2}{R}.$$

Arvutus:

1) Veduri mass:

$$m = \frac{P}{g};$$

$$m = \frac{98\,000 \text{ kG}}{9,8 \text{ m/sek}^2} = 10\,000 \frac{\text{kGsek}^2}{\text{m}}.$$

2) Kesktõukejõud:

$$F_{kt} = \frac{10\,000 \frac{\text{kGsek}^2}{\text{m}} \cdot 400 \frac{\text{m}^2}{\text{sek}^2}}{1000 \text{ m}} = 4000 \text{ kG} = 4 \text{ T}.$$

3) Liikuva veduri rõhumine:

$$F = 98 \text{ T} + 4 \text{ T} = 102 \text{ T}.$$

Vastus. Liikuva veduri rõhumine sillale selle keskpunktis on 102 T.

10. Lahendage ülesanded nr. 461, 465, 468, 474, 481, 482.

Kontrollküsimusid

1. Mida nimetatakse jõu õlaks?
2. Mis on jõumoment?
3. Tõestage näitega, et jõu mõju sõltub rakenduspunktist.
4. Milline seos on resultantjõul ja tasakaalustaval jõul?
5. Millises vahemikus muutub nurgi suunatud jõudude resultant, kui komponentjõudude vaheline nurk muutub 0° kuni 180° ?
6. Kummipaelale, mille otsi te hoiate käes, on riputatud koorumus. Kas pael venitub ühtemoodi, kui käsi hoida lähemal või kaugemal teineteisest? Selgitage seda nähtust.
7. Tugevasti pingutatud nõõri keskpaika on seotud peenike niit. Kui tõmmata niidist, siis võib juhtuda, et nõõr katkeb, aga niit jääb terveks. Kuidas seda seletada?
8. Miks pöörleva keha eri punktide joonkiirused on erinevad, aga nurkkiirused on võrdsed?

9. Millistes pöörleva keha punktides on joonkiirused võrdsed?
10. Nimetage tingimused, mille puhul keha liigub kõverjooneliselt.
11. Miks ei ole kesktõmbe- ja kesktõukejõul resultanti?
12. Millistele kehadele on rakendatud kesktõmbe- ja kesktõukejõud, kui keerutada nõõri otsas veega täidetud pange? Näidake ka jõudude suunad.
13. Mispärast rongid aeglustavad käänakutel käiku?
14. Mispärast on raudtee käänakutel väline rööbas kõrgemal sisemisest?
15. Seletage, miks on Maa lapik oma pöörlemistelje suunas.

T e e m a 8. Ülemaailmne gravitatsiooniseadus (§ 56)

Ülemaailmne gravitatsiooniseadus. Gravitatsioonikonstant ja selle katseline määramine. Keha kaal ja ülemaailmne gravitatsiooniseadus.

1. Gravitatsioonikonstant vastavas valemis ei võrdu ühega, kuna jõu ühik 1 düün on tuletatud Newtoni teisest seadusest, aga mitte ülemaailmse gravitatsiooniseaduse põhjal (1 cm kaugusel teineteisest tõmbuvad 1-düünise jõuga massid, mis võrduvad ligikaudu 4 kg ehk täpsemalt 3873 g).

2. Lahendage ülesanded nr. 484, 486, 489, 490, 494.

Kontrollküsimusi

1. Kahe kerakujulise massi keskpunktide vaheline kaugus on 1 cm ja kumbki võrdub 1 g. Millega võrdub nendevaheline gravitatsioonijõud?

2. Kuidas hakkaks Kuu liikuma, kui Maa külgetõmbejõud katkeks?

3. Kuidas hakkaks Kuu liikuma, kui tema liikumine oma orbii dil katkeks?

4. Millise kõrgushüppe võiks sooritada Kuul, kui Kuu külgetõmbejõud on 6 korda väiksem Maa külgetõmbejõust?

5. Millises Maa punktis on raskuskiirendus suurem (liikudes põhjapooluselt lõunapoolusele)?

T e e m a 9. Võnkumised ja lained (§ 96—98, 107—111)

Võnkeliikumine. Võnkumiste tekkimine. Amplituud. Periood. Sagedus. Võnkefaas. Harmoonilise võnkumise mõiste. Matemaatilise pendli võnkumise seadused. Võnkumiste levimine elastses keskkonnas. Rist- ja pikilained. Lainepikkus. Laine levimiskiirus. Lainepikkuse, levimiskiiruse ja perioodi (sageduse) vaheline seos. Lainete interferents. Mehaaniline resonants.

1. Paragrahvis 97 toodud harmoonilise võnkumise definitsiooni võib selgitada ka järgmise definitsiooniga: võnkeliikumiseks nimetatakse sellist liikumist, mille kiiruse suurus ja suund perioodiliselt muutuvad.

2. Paragrahvile 98 lisage veel järgmine definitsioon: täisvõnkeks nimetatakse punkti liikumist mingist asendist kuni tagasi-pöördumiseni samasse asendisse sama kiiruse suunaga.

3. Paragrahvis 102 toodud võnkefaasi definitsiooni võib selgitada veel järgmise definitsiooniga: võnkefaas on suurus, mis määrab antud momendil võnkuva punkti nihke suuruse ja suuna selle punkti keskest asendist.

4. Paragrahvidele 109 ja 110 on veel vaja lisada: ristlaine tekib siis, kui keha osakeste rida võngub selle reaga ristiolevas suunas, kusjuures iga osake jääb oma eesmisest osakesest mõnevõrra maha. Pikilaine tekib siis, kui keha osakeste rida võngub piki selle rea suunda, kusjuures osakesed kord eemalduvad, kord lähenevad üksteisele.

Kontrollküsimusi

1. Mida teha seinakella pendliga, kui kell jääb maha?
2. Joonistage kaks pendlit ühesugustes võnkefaasides.
3. Joonistage kaks pendlit vastupidistes võnkefaasides.
4. Millise teepikkuse läbib laine ühe perioodi vältel.

T e e m a 10. Hää l (§ 112—120, 123)

Hääle olemus. Hääle levimine. Häälelained. Kõrgus, tugevus, tämber. Hääle peegeldumine. Häälelainete interferents. Hääle resonants. Ultraheli.

1. Tuleb meelde jätta hääle levimiskiirus õhus (§ 116).

2. On tarvis teada hääle kolm kõrvaga eraldatavat omadust ja millest nad olenevad: tugevus, kõrgus ja tämber (§ 117, 118, 119).

3. Paragrahvis 119 ilmneb, et ületoonideks on põhitoonist kõrgemad (ja suhteliselt nõrgemad) lisatoonid, mis kaasnevad põhitoonile.

KONTROLLTÖÖ NR. 1

Mehaanika

1. Miks on mis tahes meie poolt vaadeldava paigaloleva keha paigalolek suhteline?
2. Kas võib pendli liikumist lugeda ühtlaseks? Andke seletus.
3. Miks kaotavad trammisolevad reisijad kurvil tasakaalu?

4. Tooge näide, mis selgitab keha kiirenduse sõltuvust keha massist.

5. Vedur kaaluga 98 T liigub kiirendusega $0,2 \text{ m/sek}^2$. Millega võrdub veduri veojõud, kui hõõrdetegur veduri liikumisel on 0,005?

6. Veoauto kaaluga 784 kG liigub kiirusega 36 km/h. Kui suur on pidurdusjõud, kui veoauto peab peatuma 200 m pikkusel teosal.

7. Keha kaaluga 9,8 kG langeb 19,6 m kõrguselt. Leida kineetilise ja potentsiaalse energia summa 10 m kõrgusel.

8. Miks on kesktõmbe- ja kesktõukejõud oma suuruselt alati võrdsed?

9. Miks me ei märka toas ega ka tänaval mitmesuguste kehade vahel gravitatsioonijõudu?

10. Tramm kaaluga 19,6 T ületab kumerat silda kiirusega 32,4 km/h. Silla kõverusraadius on 30 m. Leida, millise jõuga rõhub tramm oma liikumise ajal sillale.

11. Leida vedurivile häälelaine pikkus, kui sagedus on 660.

12. Kuidas tuleb muuta pendlit, et ta periood muutuks kaks korda väiksemaks?

II OSA

MOLEKULAARFÜSIKA JA SOOJUS

Teema 11. Molekulaarkineetilise teooria põhialused ja molekulaarsed nähtused gaasides, vedelikes ja tahketes ainetes.
(§ 138—140, 143, 146—155, 171—178)

Molekul ja selle mõõtmed. Molekulidevaheline ruum. Molekulaarsed jõud. Difusioon gaasides, vedelikes ja tahketes ainetes.

Vedeliku pindkiht. Pindpinevus. Märgamine. Menisk. Kapillaarsed nähtused. Kapillaarsed nähtused igapäevases elus, looduses ja tehnikas. Temperatuur ja molekulide liikumine. Keha siseenergia mõiste. Soojus. Tahked kehad. Kristallilised ja amorfised ained. Kristalli ruumvõre.

1. Väga tähtis on läbi viia katse, mis näitab meile molekulidevahelise ruumi olemasolu. Selleks võtke umbes meetripikkune, ühest otsast suletud klaastoru ja täitke poolest saadik veega. Seejärel täitke peaaegu kogu ülejäänud osa ettevaatlikult denaturaadiga, nii et vee ja denaturaadi vahel jääks enam-vähem selge piir. Märkige vedeliku tasapind ning sulgege toru teine ava korgiga.

Pärast segamist ilmneb, et vedeliku pind asetseb märgatavalt madalamal kui enne. Millega seda seletada?

2. Tarvilik on vaadelda vedeliku difusiooni (§ 140). Kuna see katse nõuab pidevat vaatlust, siis tuleb klaasnõu (näit. mensuur) asetada kindlale alusele ja kogu katse perioodil ei tohi nõu nihutada.

3. Vajalik on ka sooritada § 172 kirjeldatud katse seebikelmega, mis toob nähtavale vedeliku pindpinevuse.

Kontrollküsimusi

1. Milliste katsetega võib tõestada molekuli kaduvväikseid mõõtmeid; aine molekulidevahelise ruumi olemasolu; molekulaarsete tõmbe- ja tõukejõudude olemasolu; molekulide liikumist gaasides, vedelikes ja tahketes kehaosades?

2. Mis on väikeste osakeste liikumise põhjuseks Browini liikumisel?

3. Mille poolest erinevad molekulaarsed liikumised tahketes ainetes, vedelikes, gaasides?

4. Kuidas seletada: a) võimalust kehi kokku suruda, b) kehade lõputu kokkusurumise võimatust, c) kehade paisumist soojenemisel ja kokkutõmbumist jahtumisel, d) vedelike voolavust ja tahketel kehal nende kuju säilitamist?

5. Miks on villase rätikuga kuivatades raske käsi kuivaks saada?

T e e m a 12. Kehade soojuspaisumine (§ 156—160)

Kehade joon- ja ruumpaisumine. Joonpaisumise koefitsient. Keha pikkuse valem mis tahes temperatuuril. Ruumpaisumise koefitsient. Keha ruumala valem mis tahes temperatuuril. Joon- ja ruumpaisumise koefitsientide vaheline seos. Soojuspaisumise arvestamine tehnikas. Vedelike soojuspaisumine. Tiheduse muutumine temperatuuri muutumisel.

1. Peab mõistma järgmiste avaldiste füüsikalist tähendust:

$$l_t - l_0; \quad \frac{l_t - l_0}{l_0}; \quad \frac{l_t - l_0}{t}; \quad \frac{l_t - l_0}{l_0 t}.$$

$l_t - l_0$ — keha pikenemine soojendamisel t° võrra.

$\frac{l_t - l_0}{l_0}$ — keha ühe pikkusühiku pikenemine soojendamisel 0° -st kuni t° -ni.

$\frac{l_t - l_0}{t}$ — keha pikenemine soojendamisel 1° võrra.

$\frac{l_t - l_0}{l_0 t}$ — keha ühe pikkusühiku pikenemine soojendamisel 0° -st kuni 1° -ni, s.t. joonpaisumise koefitsient.

2. Lahendage ülesanded joonpaisumisest: nr. 587, 588, 589, 590, 592.

3. Peab mõistma järgmiste avaldiste füüsikalisi tähendusi:

$$V_t - V_0; \quad \frac{V_t - V_0}{V_0}; \quad \frac{V_t - V_0}{t}; \quad \frac{V_t - V_0}{V_0 t}$$

(analoogiliselt eelmisega).

4. Lahendage ülesanded nr. 602, 603, 604, 605.

Kontrollküsimusi

1. Miks ei eraldu sardbetooni temperatuuri muutumisel terasarrus ja betoon teineteisest?

2. Soojendamisel 1° võrra suureneb 1 l vee ruumala 0,0002 l võrra, gaas paisub soojendamisel 0° -st kuni 1° -ni $\frac{1}{273}$ osa võrra oma esialgsest ruumalast. Kumb paisub enam ja kui palju?

3. Kuidas näidata keha tiheduse valemi abil mis tahes temperatuuril, et temperatuuri tõusmisel tihedus väheneb?

Teema 13. Gaaside omadused (§ 161—168)

Rõhumine ja selle ühikud. Gaasi rõhu seletamine molekulaarkineetilise teooria põhjal. Isotermiline protsess gaasides. Boyle-Mariotte'i seadus. Gaasi tiheduse sõltuvus rõhust. Ideaalgaasi mõiste. Manomeetrid. Isobaariline protsess gaasides. Gay-Lussaci seadus. Isohooriline protsess gaasides. Gaasi rõhu termiline koefitsient. Charlesi seadus. Absoluutne null. Absoluutse temperatuuri skaala.

Gaasi oleku võrrand (gaasi oleku ühendatud seadus).

1. Gaaside omaduste õppimisel peab meeles olema, et gaasi olekut iseloomustavad kolm suurus: ruumala, rõhk ja temperatuur.

2. Gaasi rõhu põhjustavad molekulide põrked vastu anuma seinu.

3. Laboratoorne töö «Boyle-Mariotte'i seaduse kontrollimine».

4. Lahendage ülesanded nr. 622, 623, 624, 626, 627, 629.

5. Gaasi oleku võrrandit peab oskama tuletada ja ka sõnastada (§ 167).

6. Näide ülesande lahendamisest gaasi oleku võrrandile.

Ülesanne. Kui palju kaalub 19 l õhku kui rõhk temperatuuril 27°C on 720 mm Hg?

Antud:

$$V = 19 \text{ l,}$$

$$t = 27^\circ\text{C,}$$

$$p = 720 \text{ mm Hg.}$$

Lahendus:

$$P = \alpha_0 V_0; \quad \frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{273}$$

$$T = 273^\circ + t$$

1) Õhu ruumala normaaltingimustes:

$$V_0 = \frac{pV \cdot 273^\circ}{Tp_0}; \quad V_0 = \frac{720 \text{ mm} \cdot 19 \text{ l} \cdot 275^\circ}{300^\circ \cdot 760 \text{ mm}} = 16,38 \text{ l}$$

2) Õhu kaal:

$$P = 0,0013 \text{ kG/l} \cdot 16,38 \text{ l} = 0,021294 \text{ kG} \approx 21,3 \text{ G}$$

Vastus: 19 l õhku temperatuuril 27°C ja rõhul 720 mm Hg kaalub 21,3 G.

7. Lahendage ülesanded nr. 637, 638, 639, 640, 641, 642.

Kontrollküsimusi

1. Kas isoterm Boyle-Mariotte'i seaduse graafikul saab lõigata ruumala telge või rõhu telge? Andke seletus.

2. Näidake Boyle-Mariotte'i seaduse graafikul, kuidas etteantud ruumala järgi saab määrata vastavat gaasi rõhku.

3. Kuidas seletada, et gaasi oleku võrrandis $\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{273}$ suhe $\frac{pV}{T}$ on konstantne?

T e e m a 14. Kalorimeetria (§ 131—155)

Soojushulga ühik. Aine erisoojus. Kalorimeeter. Soojusliku (termilise) tasakaalu võrrand. Kütuse kalorsus (kütteväärtus). Soojendaja kasutegur. Soojuse mehaaniline ekvivalent ja töö termiline ekvivalent. Energia jäävuse ja muundumise seadus mehaanilistes ja soojuslikes (termilistes) protsessides.

1. Soojusliku tasakaalu võrrandist tuletatud erisoojuse valemit (§ 152) ei ole vaja meelde jätta. Peab oskama ainult ülesande tingimuste järgi koostada soojusliku tasakaalu võrrandit ja lahendada otsitava suuruse suhtes.

2. Laboratoorne töö «Tahke keha erisoojuse määramine». Selle võib läbi viia § 152 toodud kirjelduse põhjal.

3. Lahendage ülesanded nr. 540, 541, 542, 544, 547, 548, 550.

4. Soojendaja kasuteguri mõistet õpikus ei ole.

Soojendaja kasuteguriks nimetatakse kasuliku soojuse suhet kogu kulutatud soojusesse (teisiti öeldes — see on arv, mis näitab, missugune osa kogu kulutatud soojusest läks kasulikuks otstarbeks).

Kasulikuks soojuseks nimetatakse soojust, mis läks keha soojendamiseks. Kulutatud soojuseks nimetatakse kogu soojust, mis saadi kütuse põlemisel.

Kui kasulikku soojust tähistada Q_{kas} ja kulutatud soojust Q_{kul} ning kasutegurit η (kreeka täht «eeta»), siis kasuteguri valemi võib kirjutada järgmiselt:

$$\eta = \frac{Q_{kas}}{Q_{kul}}.$$

5. Näide ülesande lahendamisest kasutegurile.

Ülesanne. 4,4 liitri 10°-se vee keema ajamiseks põletati priimusel 90 g petrooleumi.

Leida priimuse kasutegur.

A n t u d:

$$m_v = 4,4 \text{ kg,}$$

$$t_1 = 10^\circ\text{C,}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C,}$$

$$m_p = 90 \text{ g.}$$

Leida η .

$$q = 11\,000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{ (kütteväärtus).}$$

Lahendus:

$$\eta = \frac{Q_{\text{kas}}}{Q_{\text{kul}}};$$

$$Q_{\text{kas}} = cm_v (t_2 - t_1).$$

$$Q_{\text{kul}} = qm_p.$$

1) Kasulik soojus:

$$Q_{\text{kas}} = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 4,4 \text{ kg} \cdot 90^\circ\text{C} = 396 \text{ kcal}.$$

2) Kulutatud soojus:

$$Q_{\text{kul}} = 11\,000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \cdot 0,09 \text{ kg} = 990 \text{ kcal}.$$

3) Priimuse kasutegur:

$$\eta = \frac{396 \text{ kcal}}{990 \text{ kcal}} = 0,40 \text{ ehk } 40\%.$$

Priimuse kasuteguri saab ka kohe määrata, kasutades sealjuures võimalikke taandamisi:

$$\eta = \frac{1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 4,4 \text{ kg} \cdot 90^\circ\text{C}}{11\,000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \cdot 0,09 \text{ kg}} = 0,40 \text{ ehk } 40\%.$$

6. Lahendada ülesanded nr. 554, 555.

7. Pärast soojendaja kasuteguri mõiste omandamist asuge soojuse mehaanilise ekvivalendi juurde (§ 154).

8. Töö termiliseks ekvivalendiks nimetatakse soojuse ja samaväärtusliku mehaanilise tööhulga suhet.

Teisiti öeldes, töö termiline ekvivalent näitab, mitu ühikut soojust on samaväärne ühe mehaanilise töö ühikuga.

Kilogramm-meetri termiline ekvivalent võrdub 2,34 cal/kGm.

9. Näide ülesande lahendamisest soojuse mehaanilisele ekvivalendile.

Ülesanne 1. 10 kg inglüstina soojendatakse 20° C võrra. Leida selleks soojendamiseks kulutatud energia kilogramm-meetrites.

Antud:

$$m = 10 \text{ kg},$$

$$t = 20^\circ\text{C}.$$

Leida A.

$$c = 0,05 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Lahendus:

$$J = \frac{A}{Q}; Q = cmt.$$

1) Soojendamiseks vajalik soojus:

$$Q = 0,05 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10 \text{ kg} \cdot 20^\circ \text{C} = 10 \text{ kcal}.$$

2) Soojendamiseks vajalik energia hulk kilogramm-meetrites:

$$A = JQ; A = 427 \frac{\text{kGm}}{\text{kcal}} \cdot 10 \text{ kcal} = 4270 \text{ kGm}.$$

Vastus. Ingliseina soojendamiseks kulutati 4270 kGm energiat.

Ülesanne 2. Palju on vaja põletada petrooleumi, et saada soojushulk, mis on ekvivalentne 4697 kGm-ga?

Antud:

$$A = 4697 \text{ kGm}.$$

Leida Q .

Lahendus:

$$Q = qm; J = \frac{A}{Q}.$$

1) Samaväärtuslik soojus 4697 kGm-ga:

$$Q = \frac{A}{J}; Q = \frac{4697 \text{ kGm}}{427 \frac{\text{kGm}}{\text{kcal}}} = 11 \text{ kcal}.$$

2) Palju on vaja põletada petrooleumi?

$$m = \frac{Q}{q}; m = \frac{11 \text{ kcal}}{11000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} = 0,001 \text{ kg} = 1 \text{ g}.$$

Vastus: 4697 kGm-ga ekvivalentse soojushulga saamiseks on vaja põletada 1 g petrooleumi.

Ülesanne 3. Kui palju kivisütt kulutab 6 tunni jooksul manöövervedur, kui keskmine võimsus on 350 hj? Veduri kasutegur on 6%.

Antud:

$$t = 6 \text{ h},$$

$$N = 350 \text{ hj},$$

$$\eta = 6\%,$$

$$q = 7000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}.$$

Leida m .

Lahendus:

$$Q_{\text{kul}} = qm; \quad \eta = \frac{Q_{\text{kas}}}{Q_{\text{kul}}};$$

$$J = \frac{A_{\text{kas}}}{Q_{\text{kas}}}; \quad N_{\text{kas}} = \frac{A_{\text{kas}}}{t}.$$

1. Veduri töö:

$$A_{\text{kas}} = N_{\text{kas}} t$$

$$A_{\text{kas}} = 350 \cdot 75 \frac{\text{kGm}}{\text{sek}} \cdot 6 \cdot 3600 \text{ sek.}$$

2. Kasulik soojus:

$$Q_{\text{kas}} = \frac{A_{\text{kas}}}{J};$$

$$Q_{\text{kas}} = \frac{350 \cdot 75 \cdot 6 \cdot 3600 \text{ kGm}}{427 \frac{\text{kGm}}{\text{kcal}}}.$$

3. Kulutatud soojus:

$$Q_{\text{kul}} = \frac{Q_{\text{kas}}}{\eta};$$

$$Q_{\text{kul}} = \frac{350 \cdot 75 \cdot 6 \cdot 3600}{427 \frac{\text{kGm}}{\text{kcal}} \cdot 0,06} \text{ kGm.}$$

4. Palju sütt kulutab vedur?

$$m = \frac{Q_{\text{kul}}}{q};$$

$$m = \frac{350 \cdot 75 \cdot 3600 \text{ kcal}}{427 \cdot 0,06 \cdot 7000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} = 3162 \text{ kg.}$$

Vastus. Vedur kulutab 3162 kg sütt.

Lahenduse teine variant:

$$m = \frac{Q_{\text{kul}}}{q} = \frac{Q_{\text{kas}}}{\eta q} = \frac{A_{\text{kas}}}{J \eta q} = \frac{N_{\text{kas}} t}{J \eta q}.$$

10. Lahendage ülesanded nr. 560, 567, 569, 570, 572—575.

Kontrollküsimusi

1. Kui palju soojust annab 1 g alumiiniumi jahtumisel 1°C võrra?

2. Kas temperatuuri muutumisel aine erisoojus jääb samaks?

3. Kas jää ja vee soojusmahtuvused on võrdsed?
4. Missugused eelised on keskküttes veel kui soojuse edasikandjal?
5. Miks on niiskes ruumis temperatuuri muutus (nii tõus kui ka lang) rohkem tunda kui kuivas?
6. Kuidas arvutada keha kuumendamiseks vajalikku soojushulka?
7. Mis vahe on keha erisoojusel ja soojusmahtuvusel?
8. Miks sooja ja külma vee segu temperatuur, mis on määratud katseliselt, ei ühti arvutamisel saadud tulemusega?
9. Milline on segu temperatuur, kui segada kaks erisuguse temperatuuriga, kuid sama massiga veehulka?
10. Katseklaasis on 2 cm^3 vett. Kas on võimalik tavalise termomeetriga määrata küllalt täpselt selle temperatuuri? Andke seletus.
11. Kuidas määrata hariliku termomeetri ja kalorimeetri abil kuuma ahju temperatuuri, kui ahju temperatuur on veidi alla keemistemperatuuri?
12. Puusöe kütteväärtus on 8000. Mis see tähendab?
13. Mida nimetatakse soojendaja kasuteguriks?
14. Mida mõeldakse «kasuliku soojuse» all soojendaja kasuteguri valemis?
15. Mida nimetatakse kulutatud soojuseks soojendaja kasuteguri valemis?
16. Kas kasutegur on nimetusega arv? Andke seletus.
17. Priimuse kasutegur on 30%. Mis see tähendab?
18. Miks on soojendaja kasutegur alati väiksem kui 1?
19. Mispärast on vesikivi alt väljuv jahu kuum?

Teema 15. Aine agregaatoleku muutused (§ 182—184, 187—201)

Kristalliliste ja amorfsete kehade sulamine ja tahkestumine. Sulamis- ja tahkestumistemperatuur. Sulamissoojus. Soojusliku tasakaalu võrrand sulamisel ja tahkestumisel. Ruumala muutumine sulamisel ja tahkestumisel. Sulamistemperatuuri sõltuvus rõhust. Aurumine ja kondenseerumine (veeldumine). Aurumise seletamine molekulaarkineetilise teooria põhjal. Aurumissoojus. Küllastatud ja küllastamata aur ja nende omadused. Keemine. Keemistemperatuur. Keemistemperatuuri sõltuvus rõhust. Soojusliku tasakaalu võrrand aurumisel ja kondenseerumisel. Küllastamata auru küllastatuks muutumise viise. Kriitiline temperatuur. Gaaside veeldamine ja veeldatud gaaside kasutamine tehnikas. Öhu absoluutse ja relatiivse niiskuse mõiste. Kaste tekkimine. Kastepunkt. Öhu niiskuse mõõtmise vahendeid.

1. Sel teemal on suur printsiipiaalne tähtsus. Seal vaadeldakse küsimusi, mis on heaks illustreerivaks materjaliks dialektilise

materialismi põhialustele, materjaliks, mis iseloomustavad arengut kui kvantitatiivsete muudatuste üleminekut kvalitatiivseteks.

2. Peab oskama seletada sõna «sulamistemperatuuril» vajalikkust sulamissoojuse defineerimisel (§ 183).

3. Meelde tuleb jätta jää sulamissoojus (80 cal/g).

4. Peab oskama seletada, miks ainetel, mille ruumala sulamisel suureneb, rõhu suurenemisel sulamistemperatuur tõuseb. Samuti tuleb osata seletada vastupidist nähtust (§ 184).

5. Laboratoorse töö «Jää sulamissoojuse määramine» võib läbi viia § 183 antud seletuste põhjal.

6. Lahendage ülesanded nr. 695, 696, 700, 701, 704.

7. Tuleb teada viit tingimust, millest sõltub vedeliku aurumise kiirus.

8. On vajalik märkida, et auruvad mitte ainult vedelikud, vaid ka tahked ained (§ 187).

9. Peab hästi tundma aurumise olemust (§ 187).

10. Nimetage ruumi aurust küllastumise peamine tunnus.

11. Jätke meelde vee keemissoojus (aurumissoojus keemistemperatuuril): $539 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$.

12. Hästi tuleb teada küllastatud ja küllastamata auru omadusi (§ 189—192).

13. Peab oskama seletada, miks Boyle-Mariotte'i ja Gay-Lussaci seadusi ei saa rakendada küllastatud auru korral.

Küllastatud auru kokkusurumisel tema rõhk ei muutu — auru liig veeldub (küllastatud aur ei «vedruta»).

Küllastatud auru ruumala suurendamisel aur lakkab olemast küllastatud, kui selles ruumis ei leidu vedelikku, mis oma täiendava aurumisega küllastaks ruumi ja hoiaks rõhu endise.

Küllastatud auru temperatuuri tõusmisel tema rõhk tõuseb kiiremini, kui see järelduks Charlesi seadusest. Põhjused on järgmised: temperatuuri tõusmisel rõhk suureneb mitte üksnes molekulide liikumise kiiruse suurenemise tagajärjel, vaid ka auru hulga suurenemise tõttu. Kuna temperatuur on kõrgem, suureneb auru hulk aurumise intensiivsuse suurenemise tagajärjel.

14. Tuleb eriti märkida, et küllastatud auru rõhk keemistemperatuuril võrdub atmosfääri rõhuga (§ 195).

15. Tuleb osata seletada, kuidas ja miks sõltub vedeliku keemistemperatuur rõhust (§ 193).

16. Peab teadma, mis vahe on aurumisel ja keemisel.

Aurumisel tekib aur ainult vedeliku pinna kaudu, aga keemisel toimub see protsess kogu vedeliku massis. Aurumine toimub iga-sugusel temperatuuril, aga keemine ainult teatud vedelikule oma-sel keemistemperatuuril.

17. Peab oskama koostada soojusliku tasakaalu võrrandit aurumisel ja veeldumisel.

18. Jätke meelde auru veeldamise kaks põhimist võtet (§ 192).

19. Peab oskama näitega seletada kriitilise temperatuuri mõistet (§ 199).

20. Esimesena püstitas D. J. Mendelejev kriitilise temperatuuri mõiste (1860. a.). Alles 9 aastat hiljem (1869. a.) viis inglise teadlane Andrews läbi oma uurimuse kriitilise temperatuuri kohta.

21. Lahendage ülesanded nr. 715, 716, 717, 720, 724, 725.

22. Näide ülesannete lahendamisest niiskusele.

Ülesanne 1. Kastepunkt on 5°C. Kui palju vett saab auruda igasse kuupmeetrisse õhku, kui õhu temperatuur on 15°C.

Selleks, et leida nõutud auruhulka, tuleb teada ühes kuupmeetris juba olemasolev auruhulk ja ühte kuupmeetrit küllastav auruhulk.

Leiame tabelist (õpikus lk. 354) vastavalt kastepunktile (5°C) õhus leiduva veeauru hulga. See on 6,84 g/m³. Seejärel leiame antud temperatuuril (15°C) küllastatud auru hulga. See on 12,8 g/m³. Järelikult igasse kuupmeetrisse võib veel auruda 12,8 g/m³ - 6,84 g/m³ = 6 g/m³.

Ülesanne 2. Leida õhu absoluutne ja relatiivne niiskus, kui õhu temperatuur on 20°C ja kastepunkt on 8°C.

Vastavalt kastepunktile (8°C) leiame tabelist absoluutse niiskuse.

See on 8,3 g/m³.

Relatiivse niiskuse leidmiseks leiame eelnevalt samast tabelist antud temperatuuril (20°C) küllastatud niiskuse hulga.

See on 17,3 g/m³.

Nüüd leiame relatiivse niiskuse

$$\frac{8,3 \text{ g/m}^3}{17,3 \text{ g/m}^3} = 0,48 \text{ ehk } 48\%$$

23. Lahendage ülesanded nr. 735, 736, 737, 738, 741.

Kontrollküsimusi

1. Millisel temperatuuril jää sulab, aga vesi külmub?

2. Kevadel on õhu temperatuur 0°C, aga jõgedel ja järvedel jää alles püsib. Millega seda seletada?

3. Sügisel on temperatuur alla 0°C, aga jõed ja järved on jäävabad. Millega seda seletada?

4. Mis see tähendab, et jää sulamissoojus on 80?

5. Kuidas muutub rõhu suurenemisel nende kehade sulamistemperatuur, mille ruumala sulamisel suureneb? Millega seda seletada?

6. Kuidas muutub rõhu suurenemisel nende kehade sulamistemperatuur, mille ruumala sulamisel väheneb? Millega seda seletada?

7. Millisel vaatlusel saab jälgida jää auramist?

8. Kahest veega täidetud klaasist üks mässiti märga riidesse. Kumbas klaasis läheb vesi külmemaks? Andke seletus.

9. Kas toimub vedeliku aurumist ruumis, mis on küllastunud selle vedeliku auruga?

10. Miks rõhu suurenemisel vee keemistemperatuur on suurem kui 100°C ?

11. Miks keemistemperatuuri tõusmisel keemissoojus väheneb?

12. Leidke õpikust piirituse aurumissoojus ja ütelge, mis see tähendab.

13. Mis toimub küllastatud auruga selle ruumala vähenemisel? Andke seletus.

14. Mis toimub küllastatud auruga selle ruumala suurenemisel? Andke seletus.

15. Mis toimub küllastatud auruga selle temperatuuri tõusmisel? Andke seletus.

16. Mis toimub küllastatud auruga selle temperatuuri lange-
misel? Andke seletus.

17. Miks küllastatud auru kokkusurumisel tema rõhk ei muutu?

18. Mispärast küllastatud auru temperatuuri tõusmisel tema rõhk suureneb kiiremini, kui see järelduks Charlesi seadusest?

19. Miks küllastatud auru korral ei saa rakendada Boyle-Mariotte'i seadust?

20. Miks küllastatud auru korral ei saa rakendada Gay-Lussaci seadust?

21. Mis see tähendab, et süsihappegaasi kriitiline temperatuur on 31°C ?

22. Kas süsihappegaasi saab veeldada temperatuuril 15°C ? Andke seletus.

23. Kas eetri auru saab veeldada temperatuuril 200°C ? Andke seletus.

24. Mõned määravad toa «ligikaudset» temperatuuri väijahin-
gamisega. Kui tekib «hingeaur», siis öeldakse, et on külm. Kas see on õige? Andke seletus.

25. Päeval oli õhu temperatuur 15°C ja kastepunkt 12°C . Öhtul temperatuur langes kuni 8°C . Öelge oma arvamus ilma kohta.

KONTROLLTÖÖ NR. 2

Soojus

1. Miks ääreni täidetud kastrulist vesi soojenemisel üle voo-
lab, kuigi ka kastrul paisub?

2. Vaskplaadi pikkus temperatuuril 0°C peab olema 30 cm. Arvutada, milline pikkus peab plaadil olema töötlemisel, kui töötlemistemperatuur on 20°C .

3. Kas absoluutne temperatuur saab olla negatiivne? Andke seletus.

4. Palju kaalub 9,5 l õhku temperatuuril 59°C ja rõhul 800 mmHg?

5. Rauda erisoojus on 0,11. Mis see tähendab?

6. Kui palju 15° -st vett saab soojendada 45° -ni, kui vette lastakse 4 kg rauda temperatuuriga 500°C ?

7. Palju on vaja kivisütt aurumasina seitsmelunniseks tööks, kui masina võimsus on 20 hj ja kasutegur 12%?

8. Milliseid nähtusi aine tahkestumise graafikul (joon. 6) iseloomustavad lõigud AB , BC ja CD ?

Milline on tahkestumistemperatuur?

Millise aine tahkestumist kujutab graafik?

Millisel temperatuuril algas aine jahtumise vaatlemine?

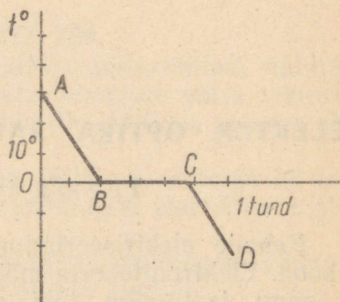
Võrrelge vedela ja tahke aine jahtumise kiirust, eeldades, et igas sekundis eraldub ainest sama soojushulk. Võrrelge aega, mille jooksul toimusid vedeliku jahtumine ja tahkestumine.

9. Miks sulamisel, vaatamata soojuse juurdevoolule, temperatuur ei muutu?

10. Miks on tuulise ilmaga pärast suplemist eriti külm, kuigi õhu temperatuur on tunduvalt kõrgem vee temperatuurist?

11. Et sulatada 6 t vaske algtemperatuuriga 25°C , kulutati 686 kg kivisütt. Leida sulatusahju kasutegur.

12. Õhtul, kui temperatuur oli 15°C , oli õhu relatiivne niiskus 70%. Milline peab olema temperatuur öösel, et tekiks kaste?



Joon. 6

III OSA

ELEKTER. OPTIKA. AATOMI EHITUS JA TUUMAENERGIA

Teema 16. Elektriväli (§ 1—24)

Kehade elektriseerimine. Elektrilaengute kaks liiki. Elektrooskoop. Elektroniteooria mõiste. Juhid ja dielektrikud (mittejuhid). Laengu jaotumine juhi pinnal. Coulomb'i seadus. Keskkonna dielektriline läbitavus. Elektrilaengu ühikud CGSE ja MKSA süsteemis. Elektroni laeng. Elektriväli kui materia erivorm. Elektrivälja tugevus. Elektrivälja jõujooned. Homogeense elektrivälja mõiste. Potentsiaali mõiste. Potentsiaalide vahe ühikud CGSE ja MKSA süsteemis. Laengu liikumise tingimused elektriväljas. Elektrivälja töö laengu nihutamisel. Juht ja dielektrik elektriväljas. Juhi mahtuvus. Mahtuvuse ühikud CGSE ja MKSA süsteemis. Mikrofarad ja pikofarad. Kondensaator. Plaatkondensaatori mahtuvuse valem (ilma tuletamiseta).

1. Esimene elektromeeter maailmas. Richmani elektrooskoop kujutab oma põhimises osas vertikaalse metalljoonlaua ülemise otsa külge kinnitatud linast niiti. Kui joonlaud puutub kokku elektriseeritud kehaga, siis niit tõukub temast eemale.

2. Ühe esimese vene akadeemiku Richmani töödest võib lugeda V. V. Danilevski raamatus «Vene tehnika».

3. Jätke meelde vee dielektriline konstant $\epsilon=81$; seda on vaja teema 19 «Elektrivool elektrolüüdis» õppimisel.

4. Coulomb'i valem jätke meelde kui $k=1$.

5. Pöörake tähelepanu metallides vabade elektronide olemasolule; ettekujutust neist on vaja paljude elektrostaatika ja elektrodünaamika küsimuste mõistmiseks.

6. Lahendage ülesanded nr. 762, 764, 765, 769.

7. Elektriväli on füüsikaline keskkond, mis asetseb ümber laengu ja annab selle mõju edasi ümbritsevasse ruumi.

8. Valem $E = \frac{F}{q}$ väljendab väljatugevuse definitsiooni, aga valem $E = \frac{q}{\epsilon r^2}$ näitab, millistest suurustest oleneb väljatugevus (§ 8).

9. Peab oskama tuletada teist väljatugevuse valemit $E = \frac{q}{\epsilon r^2}$ ja samuti peab teadma, millist laengut q esimeses ja teises valemis kujutab — põhivalemis kujutab q laengut, mis asub välja antud punktis, tuletatud valemis aga kujutab q välja tekitavat laengut.

10. Tuleb osata elektrivälja jõujooni mitmesugustel juhtudel õigesti joonestada (§ 9); see aitab paljusid elektrostaatika küsimusi paremini mõista.

11. Lahendage ülesanded nr. 786, 787, 789.

12. Pöörake tähelepanu elektrostaatilise induktsiooni nähtuse olemusele metallides: vabade elektronide liikumine välja tekitava laengu mõjul. Tehke kindlaks, mis toimub dielektrikus, kui see viia elektrivälja.

13. Mitmed M. V. Lomonossovi tööd näitavad, et tema tõi esimese teadlasena esile ideed välgu ja virmaliste elektrilisest olemusest.

14. Ärge unustage, et plaatkondensaatori mahtuvuse valemis (§ 23) tähendab S ühe, aga mitte kahe plaadi pindala.

15. Lahendage ülesanded nr. 799—801, 803, 805, 806, 810, 812, 813.

Kontrollküsimusi

1. Miks saavad kehad hõõrumisega elektriseerimisel erisugused laengud?

2. Miks eelmised laengud on absoluutväärtustelt võrdsed?

3. Kuidas saab hõõrumisega elektriseerida juhti?

4. Miks peab elektroskoobi laadimiseks suure negatiivse laenguga elektroskoobi kerakest mitu korda eboniitpulgaga puudutama? Kuidas peab sealjuures eboniitpulk puudutama kerakest?

5. Petrooleumi dielektriline konstant on 2. Mis see tähendab?

6. Elektrivälja tugevus mingis punktis on 20. Mis see tähendab?

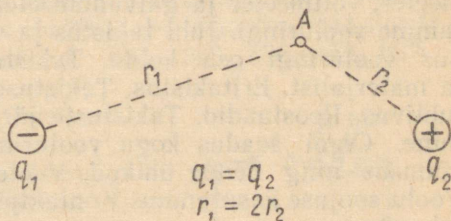
7. Näidata skeemil (joonis 7) väljatugevuse vektori suund punktis A.

8. Millises elektrivälja punktis on potentsiaal suurem: välja tekitavale laengule lähemal või kaugemal? Andke seletus silmas pidades välja tekitava laengu märki.

9. Mingis elektrivälja punktis on tema potentsiaal 7 CGSE süsteemi ühikut. Mis see tähendab?

10. Elektrivälja kahe punkti potentsiaalide vahe on 8 V. Mis see tähendab?

11. Kas laengu nihutamisel tehtav töö elektriväljas sõltub alg- ja lõpp-punkti potentsiaalide absoluutväärtustest? Andke seletus.



Joon. 7

12. Miks elektriseeritud kammi poolt külgetõmmatud paberitükike tõukub hiljem eemale?

13. Kerge kerake tõmmatakse laetud kehale. Kas võib otsustada, milline oli kerakese laeng enne kehale lähenemist? Andke seletus.

14. Kuidas laadida juhti elektriväljas? Teha skeem ja anda seletus.

15. Kuidas seletada nähtusi, mis esinevad elektrooskoobil, kui elektrooskoobiga teha kindlaks laengu märki?

16. Kaks ühesugust kerakest on riputatud kõrvuti raudstatiivi külge. Üks kerake ripub linase, teine siidniidi küljes. Kumb kerake tõmbub enne külge neile lähenevale laetud kehale? Anda seletus.

17. Mis toimub positiivselt laetud elektrooskoobi ühendamisel maaga? Anda seletus.

18. Miks elektrooskoobi varras lõpeb kerakesega?

19. Joonistage piksevarda skeem tema kohal asetseva positiivselt laetud pilvega. Näidake laengute asetus pilvel, pikseveralal ja maal.

20. Kaks kerakujulist juhti on ühesuguste raadiustega, kuid üks neist on seest õõnes, teine täis. Võrrelda nende mahtuvust.

21. Juhi mahtuvus on 10 cm. Mis see tähendab?

22. Mis toimub laetud elektrooskoobiga, kui selle lähedale asetada neutraalne juht? Andke seletus.

23. Mispärast juhi mahtuvus oleneb sellest, kas tema lähedal on teisi juhte või mitte?

24. Milline mahtuvus on 3-cm raadiusega keral õhus?

Teema 17. Alalisvool (§ 25—28, 33, 37—45, 50, 51, 52, 54, 55, 58)

Elektrivoolu mõiste. Suletud vooluring. Voolu suund vooluringis. Elektrienergia allika emj. Vooluringi sise- ja välisosa. Pingelang siseahelas. Voolutugevus, voolutugevuse ühikud. Ampermeeter, voltmeeter ja galvanomeeter (ilma ehituseta); nende lülitamine vooluringi. Juhi takistus ja selle ühik. Juhtivus. Ohmi seadus vooluringi osa kohta. Takistuse sõltuvus juhi mõõtmetest ja materjalist. Eritakistus. Takistuse sõltuvus temperatuurist. Ülijuhtivus. Reostaadid. Takistuste järjestikune ja rööbitine ühendamine. Ohmi seadus kogu vooluringi kohta. Elektrivoolu töö ja võimsus ning nende ühikud. Voolu soojus. Joule'i-Lenzi seadus. Voolu soojuse kasutamine. Kontaktpinge. Termoelemendid ja nende rakendusi.

1. On vaja kindlasti teada, et vooluringi osa pinge võrdub arvulise tööga, mida tehakse elektrilaengu ühe ühiku ümberpaigutamisel selle osa pikkusel.

2. Tuleb hästi teada, mis on vooluallika elektromotoorne jõud (§ 33). See on edaspidi vajalik Ohmi seaduse (kogu vooluringi kohta) käsitlemisel.

3. On vaja täpselt aru saada, missugust osa täidab vooluallikas vooluringis.

Vooluallikas ei ole mingi ladu, kust laengud väljuvad. Vooluallikas saavad laengud energiat, mida annavad ära kogu ahelas.

4. Väljendus «voolu tugevus» on hakanud rohkem ja rohkem asenduma sõnaga «vool», sest «voolu tugevus» ei vasta täiesti selle mõiste füüsikalisele sisule.

5. Pärast § 39, 40 ja 41 õppimist lahendage ülesanded nr. 836, 837—839, 841.

6. Pärast Ohmi seaduse õppimist vooluringi osa kohta tuleb hästi tutvuda Ohmi seaduse katseliseks kontrollimiseks vajaliku seadisega, selle üksikute osade nimetuste ja otstarvetega (õpikus joon. 55).

7. Peale põhivalemi $I = \frac{U}{R}$ on väga tähtis sisuliselt läbi arutada ka selle seose teised kujud: $U = IR$, $R = \frac{U}{I}$, mis kehtivad samuti vooluringi osa kohta.

Valem $U = IR$ näitab, et kui elektrienergiat kulub ainult takistuse ületamiseks, siis pingelang vooluringi osas võrdub voolutugevuse ja selle osa takistuse korrutisega (ehk — pingelangud) järjestikku ühendatud vooluringi osades on võrdelised nende osade takistustega).

Ohmi seaduse kolmandal kujul $R = \frac{U}{I}$ on järgmine füüsikaline mõte: kuna antud juhi takistus sõltub ainult juhast endast, siis võib öelda, et antud juhi pinge ja voolutegevuse suhe on konstantne suurus.

8. Laboratoorne töö «Ohmi seaduse kontrollimine».

9. Lahendage ülesanded nr. 823, 827, 831, 832, 834, 844.

10. Tähtis on teada Ohmi seadust kogu vooluringi kohta järgmises sõnastuses: voolutugevus kogu vooluringis on võrdeline elektromotoorse jõuga ja pöördvõrdeline kogutakistusega.

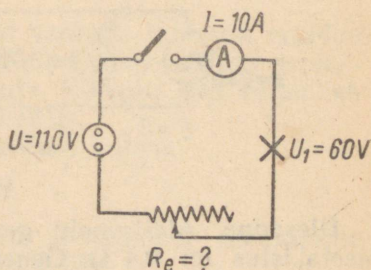
11. Vaadeldge Ohmi seaduse valemi kuju $U = E - Ir$ ja vastake küsimusele: mille võrra on suletud vooluringi vooluallika klemmide pinge väiksem selle vooluallika elektromotoorsest jõust?

12. Lahendage ülesanded nr. 853, 855, 856, 858, 859, 863, 867, 869.

13. Pärast § 43 õppimist lahendage ülesanded 827, 830.

14. Näide ülesande lahendamisest takistuste järjestikku ühendamisele.

Ülesanne. Kui suur eeltakistus tuleb võtta, et lülitada võrku pingega 110 V projektsioonilamp, mille toitmiseks on vaja pinget 60 V ja voolutugevust 10 A (joon. 8).



Joon. 8

Antud:

$$U = 110 \text{ V,}$$

$$I = 10 \text{ A,}$$

$$U_1 = 60 \text{ V.}$$

Leida R_e .

Lahenduse I variant:

$$I = \frac{U_2}{R_e}; \quad U = U_1 + U_2.$$

1. Eeltakisti pingeline:

$$U_2 = U - U_1; \quad U_2 = 110 \text{ V} - 60 \text{ V} = 50 \text{ V.}$$

2. Eeltakistus:

$$R_e = \frac{U_2}{I}; \quad R_e = \frac{50 \text{ V}}{10 \text{ A}} = 5 \Omega.$$

Vastus. Eeltakistus peab olema 5Ω .

Lahenduse II variant:

$$R = R_1 + R_e; \quad I = \frac{U_1}{R_1}; \quad I = \frac{U}{R}.$$

1. Projektsioonilambi ja eeltakisti üldine takistus:

$$R = \frac{U}{I}; \quad R = \frac{110 \text{ V}}{10 \text{ A}} = 11 \Omega.$$

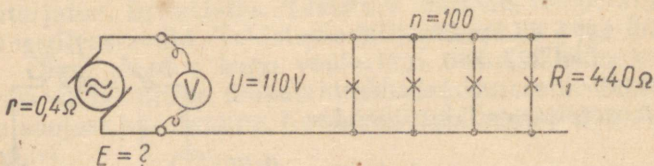
2. Projektsioonilambi takistus:

$$R_1 = \frac{U_1}{I}; \quad R_1 = \frac{60 \text{ V}}{10 \text{ A}} = 6 \Omega.$$

3. Eeltakistus:

$$R_e = R - R_1; \quad R_e = 11 \Omega - 6 \Omega = 5 \Omega.$$

15. Näide ülesande lahendamise rööbiti ühendatud takistuste (joon. 9).



Joon. 9

Ülesanne. Alalisvoolu generaatori klemmide pingeline on 110 V . Sisetakistus on $0,4 \Omega$. Generaator toidab 100 rööbiti ühendatud hõõglampi. Iga lambi takistus on 440Ω . Leida generaatori emj.

Antud:

$$U = 110 \text{ V,}$$

$$m = 0,4 \text{ } \Omega,$$

$$n = 100,$$

$$R_1 = 440 \text{ } \Omega.$$

Lahendus:

$$I = \frac{E}{R+r}; \quad I = \frac{U}{R}; \quad R = \frac{R_1}{n}.$$

1. 100 lambi takistus (välistakistus):

$$R = \frac{440 \text{ } \Omega}{100} = 4,4 \text{ } \Omega.$$

2. Voolutugevus kõigis lampides:

$$I = \frac{110 \text{ V}}{4,4 \text{ } \Omega} = 25 \text{ A.}$$

3. Generaatori emj:

$$E = I(R+r) = U + Ir.$$

$$E = 110 \text{ V} + 25 \text{ A} \cdot 0,4 \text{ } \Omega = 110 \text{ V} + 10 \text{ V} = 120 \text{ V.}$$

Vastus. Generaatori emj. on 10 V.

Teine lahendamise võimalus:

$$I = \frac{E}{R+r}; \quad I = ni; \quad i_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{R_1}{n}.$$

16. Lahendage ülesanded nr. 883, 884, 886 888, 891, 896, 901, 902.

17. Lahendage ülesanded nr. 905—908.

18. Lisa paragrahvile 54.

Kui voolu töö valemis $A = IUt$ võtta aeg tundides, siis töö saadakse vatt-tundides. Enamus voolu töö arvutusi tuleb läbi viia vatt-tundides ja vatt-tunnid teisendada hektovatt-tundideks või kilovatt-tundideks.

19. Lahendage ülesanded nr. 919, 920—922, 927, 929—931, 933, 935.

20. § 55 õppimisel pange tähele, et vooluga juhtmest eralduv soojushulk sõltub peamiselt voolutugevusest, kuna eralduv soojushulk on võrdeline voolutugevuse ruuduga. Korrutis I^2Rt väljendab juhi siseenergiaks muutunud voolu energiat.

Meelde tuleb jätta Joule'i-Lenzi seaduse valem:

$$Q = 0,24 I^2Rt.$$

Laboratoorne töö «Töö soojusliku ekvivalendi määramine Joule'i-Lenzi seaduse põhjal» (seletused § 55).

21. Näide ülesande lahendamisest voolu soojusele.

Ülesanne: Leida elektriteekannu kasutegur, milles 20 minuti 50 sekundi jooksul aetakse keema 1,2 l vett algtemperatuuriga 4°C. Voolutugevus on 4 A, pinge 120 V.

Antud:

$$t = 20 \text{ min } 50 \text{ sek,}$$

$$m = 1,2 \text{ kg,}$$

$$t_1 = 4^\circ\text{C,}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C,}$$

$$I = 4 \text{ A,}$$

$$U = 120 \text{ V.}$$

Leida η .

Lahendus:

$$\eta = \frac{Q_{\text{kas}}}{Q_{\text{kul}}}; \quad Q_{\text{kas}} = cm(t_2 - t_1)$$

$$Q_{\text{kul}} = 0,24 IUt$$

1. Kasulik soojus:

$$Q_{\text{kas}} = I \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 1200 \text{ g} \cdot 96^\circ\text{C.}$$

2. Kulutatud soojus:

$$Q_{\text{kul}} = 0,24 \frac{\text{cal}}{\text{J}} \cdot 4 \text{ A} = 120 \text{ V} \cdot 125 \text{ sek.}$$

3. Kasutegur:

$$\eta = \frac{1200 \cdot 96 \text{ cal}}{0,24 \cdot 4 \cdot 120 \cdot 1250 \text{ cal}} = 0,8.$$

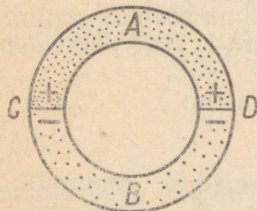
Vastus. Teekannu kasutegur on 80%.

22. Lahendage ülesanded nr. 944, 945, 943—950, 954, 959.

23. Lisa § 58-le. Kontaktpinge mõiste.

Nagu teada, on igas metallis kaootiliselt liikuvaid vabu elektrone. Neid elektrone nimetatakse elektrongaasiks. Elektrongaasi tihedus, s. t. vabade elektronide arv ühes ruumala ühikus sõltub metalli liigist.

Olgu metallis A (joon. 10) elektrongaasi tihedus suurem kui metallis B; C ja D on nende metallide liitekohad. Seega on liitekohtades elektrongaasi rõhk metalli A poolsest küljest suurem. See elektrongaasi rõhkude vahe paneb elektronid liikuma metallist A metalli B, mille tagajärjel metall A osutub jootekoha lähedal



Joon. 10

positiivselt laetuks ja metall B negatiivselt laetuks. Järelikult on potentsiaalid mõlemal pool jootekohta erinevad. Seda potentsiaalide vahet nimetatakse kontaktpingeks.

Niisiis, kontaktpingeks nimetatakse potentsiaalide vahet, mis tekib kahe erisuguse metalli kokkupuutel.

Elektriväli jootekohas peab viima elektrone metallis! B metalli A , aga elektrongaasi rõhk omakorda metallist A metalli B . Kui metallide temperatuurid on ühesugused, siis mõlemad jõud on võrdsed.

Kontaktpinge ei ole elektromotoorseks jõuks, kuna kontaktpinge mõju tasakaalustub elektrongaasi rõhuga.

Mõlema metalli temperatuuri tõstmisel suureneb elektrongaasi rõhk ja toimub uute elektronide üleminek metallist A metalli B . Järelikult suureneb siis ka kontaktpinge.

Seega kontaktpinge sõltub temperatuurist.

Kui liitekohtade C ja D temperatuur ei ole ühesugune, näiteks temperatuur t_2 liite D juures on suurem kui temperatuur t_1 liite C juures, siis elektrongaasi tihedus metallis B on liite D juures suurem kui liite C juures. See kutsub metallis B esile elektronide liikumise suunaga DC . Analoogiline nähtus esineb ka metallis A .

Niisiis, kui kahe erisuguse metalli liitekohtade temperatuurid on erisugused, tekib neis metallides elektronide suunatud liikumine, s. t. elektrivool. See tähendab, et vooluringis tekib emj., mida nimetatakse termoelektromotoorseks jõuks.

Kontrollküsimusi

1. Millist ülesannet täidab vooluallika emj?
2. Mida näitab juhtme osa pinge?
3. Lambi klemmide pinge on 120 V. Mis see tähendab?
4. Vaskjuhe ja terasjuhe omavad ühesugust ristlõiget, kuid vaskjuhe on terasjuhtmest 5 korda pikem. Kummal juhtmel on suurem takistus?
5. Uuritakse voolu tugevuse sõltuvust pingest (vt. joon. 57 õpikus). Uhel katsel suurendatakse vaadeldava osa pinget. Millises suunas peab selleks nihutama reostaadi liikuvat kontakti? Andke seletus.
6. Milline füüsikaline tähendus on Ohmi seaduse kujul

$$U = IR?$$

7. Vooluallika klemmidega on järjestikku ühendatud vask- ja terasjuhe. Terasjuhtme takistus on kaks korda suurem vaskjuhtme takistusest. Millise juhtme pinge on suurem? Mitu korda? Andke seletus.

8. Kas võib öelda vastavalt Ohmi seadusele $R = \frac{U}{I}$, et takistus on võrdeline pingega ja pöördvõrdeline voolu tugevusega? Andke seletus.

9. Kas välisvooluringi pingeline muutub, kui vooluallika klemmi-
dega ühendada erisuguseid takistusi? Andke seletus.

10. Mis on vooluallika suletud klemmide pingeline suuruse
piiriks?

11. Miks vooluallika kasutegurit mõõdetakse suletud klemmide
pingeline ja emj. suhtega?

12. Seade, mis on mõeldud pingeline 10 V, lülitatakse vooluringi
pingeline 20 V. Kuidas ühendada seade, et ta töötaks normaalselt?
Andke seletus.

13. Kas kahe rööbiti ühendatud juhi takistus on suurem või
väiksem üksiku juhi takistusest?

14. Milline on voolu töö valem vooluringi osas?

15. Milline on voolu võimsuse valem vooluringi osas?

16. Mitu vatti on üks hj?

17. Kaks erisuguse võimsusega lampi on lülitatud vooluringi
järjestikku. Kumb lamp põleb heledamalt?

18. Kaks erisuguse võimsusega lampi on lülitatud vooluringi
rööbiti. Kumb lamp põleb heledamalt?

19. Milline on Joule'i-Lenzi seaduse sõnastus ja valem?

20. Mida kujutab endast elektrienergia töö soojuslik ekvivalent
ja millega ta võrdub?

21. Miks lambini minev juhe ei hõõgu sama heledalt kui lambi
hõõgniit?

22. Kumba takistus on suurem, kas elektripliidil võimsusega
600 W või valgustusvõrgu lambil võimsusega 100 W? Andke
seletus.

23. Ühepikkused ja ühesuguse ristlõikega vask- ja terasjuhe
ühendatakse algul järjestikku ja siis rööbiti. Mispärast voolu läbi-
misel järjestikku ühendamisel kuumeneb rohkem terasjuhe, aga
rööbiti ühendamisel vaskjuhe?

24. Mõnikord pannakse kaitsekorgi läbipõlemisel selle asemele
mõni metallise: nael, traat, juuksenõel jne. Miks selline asenda-
mine on lubamatu?

25. Seletage elektrimontööride väljendust «kuum ühendus on
alati külm ja külm ühendus on alati kuum».

26. Mis on voolu soojusliku toime põhjuseks?

27. Mis on kontaktpingeline?

28. Kuidas on ehitatud termoelement?

Teema 18. Elektromagnetism (§ 72—81)

Elektrivoolude vastastikune toime. Magneti magnetväli. Mag-
netvälja tekkimine. Magnetpoolused ja nende vastastikune toime.
Magnetvälja jõujooned. Sirgvoolu magnetväli. Ringvoolu magnet-
väli. Solenoidi magnetväli. Solenoidi ja püsivmagneti magnetväl-
jade samasus. Magnetvälja tugevus. Magnetiline induktioon.
Magnetiline läbitavus. Magnetvoog. Paramagnetilised, ferromag-

netilised ja diamagnetilised ained. Elektromagnet. Püsiv ja muutuv magnetväli. Magnetvälja toime vooluga juhile. Vasaku käe reegel.

1. Tuleb kindlalt teada, et magnetväli on tihedas seoses elektrilaengute liikumisega ja et magnetväli toimib liikuvate laengute magnetväljale. Need asjaolud on elektromagnetiliste nähtuste selektamisel aluseks.

2. Magnetjõujoonte definitsiooni võib selgitada ka järgmiselt: magnetjõujoonteks nimetatakse jooni, mis näitavad magnetvälja mitmesugustes punktides magnetiliste jõudude suunda (selles punktis jõujoonele tõmmatud puutujat mööda). Mingis punktis loetakse magnetvälja suunaks seda suunda, kuidas magnetväli mõjub sinna punkti asetatud magnetilisele põhjapoolusele.

3. Lahendage ülesanded nr. 1009, 1010.

4. Õpiku joonisel 130 on näha ringvoolu magnetjõujoonte asetus. Kontrollige nende suunda kruvireegli abil. Solenoidi (joon. 133) jõujooned nagu sirgestuvad, sest nad ei saa enam koonduda ühe keeru ümber eraldi.

5. Peab teadma iseärasusi, mille poolest elektromagnet (§ 81) erineb tavalisest magnetist: 1) elektromagneti tõmbejõudu võib igal ajal katkestada, 2) elektromagneti tõmbejõudu saab muuta, 3) elektromagnetitel võib olla võrreldamatult tugevam magnetväli.

Kontrollküsimusi

1. Ajage mõned õmblusnõelad niidi taha, lükake nad tihedalt üksteise kõrvale ja asetage nõelte alla tugev magnet. Mis toimub ja mis pärast?

2. Kuidas eraldada magneeditud varrast mittemagneeditust, kui mingeid muid vahendeid ei ole?

3. Kuidas mõjub magnetile tugev kuumutamine? Andke seletus.

4. Miks saab teraspuru abil jälgida magnetjõujoonte suunda ja asetust magneti lähedal?

5. Andke magnetvälja tugevuse definitsioon.

6. Seletage magnetilise induktiooni nähtust.

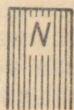
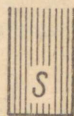
7. Mis on magnetiline läbitavus? Mis on magnetvoog?

8. Millisest kahest tingimusest oleneb suund, kuhu vooluga juhe liigub magnetväljas?

9. Sõnastage vasaku käe reegel.

10. Millises suunas liigub vooluga juhe (joon. 11)?

11. Näidake joonisel voolu suund juhtmes, kui põhjapoolus asetseb üleval, lõunapoolus all ja vooluga juhe kaldub paremale.



Joon. 11

Teema 19. Elektromagnetiline induksioon
(§ 88—96, 106—108)

Elektromagnetilise induksiooni nähtus. Faraday katsed. Indutseeritud emj. ja induksioonivoolu tekkimise peamised tingimused. Indutseeritud emj. suund. Lenzi reegel. Parema käe reegel. Indutseeritud emj. suurus. Pöörisvoolud. Eneseinduksioon. Juhtme keeru pöörlemine homogeenses magnetväljas. Sinusoidaalse vahelduvvoolu mõiste. Vahelduvvoolu transformeerimine. Transformaatori ehitus ja töö. Elektrienergia edasiandmine kauge maa taha. Sädeinduktor.

1. Peab oskama seletada, miks juhis indutseeritud elektromotoorne jõud on võrdeline: a) magnetvälja tugevusega, b) juhi pikkusega, c) juhi liikumise kiirusega ja d) magnetjõujoone suuna ja juhi liikumise suuna vahelise nurga siinusega.

Samuti peab oskama seletada elektromagnetilise induksiooni ühendatud formuleeringut: indutseeritud emj. on võrdeline juhi konturit läbiva magnetvoo muutumise kiirusega.

2. Tuleb teada induksioonivoolu saamise järgmised neli viisi: 1) voolu indutseerimine magnetiga, 2) voolu indutseerimine vooluga, 3) voolu indutseerimine voolu pideva katkestamisega, 4) voolu indutseerimine voolutugevuse suurendamisega ja vähendamisega.

3. Tuleb täpselt teada, et kõigil induksiooni elektromotoorse jõu tekkimise juhtudel oli põhjuseks magnetvälja muutumine juhi poolt piiratud ruumis.

4. Induksioonivoolu massiivsetes kehaes nimetatakse veel keerisvooludeks (§ 93).

5. Eneseinduksiooni paremaks mõistmiseks (§ 94) võib anda veel järgmise lihtsustatud seletuse.

Vooluringi sisselülitamisel või voolutugevuse suurendamisel ei teki sellepärast kohe ettenähtud vool, et osa energiat kulutatakse magnetvälja tekitamiseks.

Vooluringi väljalülitamisel või voolutugevuse vähendamisel suureneb pingeline, sest «kokkulangeva» magnetvälja energia muutub elektrienergiaks.

6. Vastake küsimustele nr. 1028, 1029, 1031, 1032.

Kontrollküsimusid

1. Kahes ühepikkuses juhis indutseeritakse elektromotoorne jõud ühesuguste magnetitega. Üks juht on painutatud rõngaks, teine hoitakse sirgena. Esimeses juhis indutseeritakse elektromotoorne jõud magneti sisseviimisega rõngasse, teises juhis magneti liigutamisega kaugusel, mis võrdub rõnga raadiusega. Võrrelda saadud elektromotoorseid jõude ja anda seletus (magneti liikumise kiirus on mõlemal juhul sama).

2. Laboratooriumi laual on kaks ühesugust pooli, mis on ühendatud galvanomeetriga. Mõlemas poolis liigutatakse magne-

teid erisuguste kiirustega. Võrrelda induktsooni elektromotoorseid jõude mõlemas poolis ja anda seletus.

3. Laboratooriumi laual on kaks pooli. Üks pool on ühendatud galvanomeetriga ja teine on avatud. Mõlemasse pooli lülitatakse ühesugused magnetid ühesuguse kiirusega. Võrrelge selle juures kulutatud energiat ja andke seletus.

4. Märkige tingmargiga (juhtme ristlõikele) induktsoonivoolu suund, kui juhe liigub näidatud suunas (joon. 12).

5. Joonestage skemaatiliselt paremalt vasakule suunatud magnetväli, pooluste vahel võtke juhi ristlõige, mis liigub alla. Näidake ristlõikel induktsoonivoolu suund.

6. Joonistage skemaatiliselt vasakult paremale suunatud magnetväli; pooluste vahel võtke üles liikuva juhi ristlõige. Ristlõikel näidake induktsoonivoolu suund.

7. Milleks peale takistuse ületamise kulutatakse veel elektromotoorset jõudu sisselülitamise alghetkel?

8. Milleks muutub magnetvälja energia väljalülitamise alghetkel?

9. Miks on elektrikella katkesti kruvi otsa asetatud tükike raskesti sulavat mittehapenduvat metalli?

10. Millisele nähtusele on rajatud voolu transformeerimine?

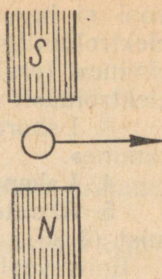
11. Miks transformaatori abil ei võideta võimsuses?

12. Leida võimsuse kadu 5 km pikkuses ja 100 mm² suuruse ristlõike pindalaga juhtmes, kui voolu tugevus on 100 A.

13. Kuidas võib vähendada energiakadu, millest oli juttu eelmises ülesandes?

14. Millal indutseeritakse sädeinduktori sekundaarmähises suurem elektromotoorne jõud — kas primaarmähise sisse- või väljalülitamisel?

15. Kui sädeinduktori elektrodid on teineteise lähedal, siis saadakse säde nii sisse- kui ka väljalülitamisel. On aga elektrodid teineteisest kaugel, siis saadakse säde ainult väljalülitamisel. Millega seda seletada?



Joon. 12

T e e m a 20. Elektrivool elektrolüütides ja galvaani elemendid (§ 31, 34—36, 59, 63)

Elektrolüütiline dissotsiatsioon. Elektrolüüs. Faraday I seadus. Elektrolüüsi tehnilisi rakendusi. Galvaani elemendid. Volta element. Volta elemendi polarisatsioon. Mittepolariseeriva elemendi näide. Akumulaatorid (akud). Aku mahtuvus. Akude kasutamine.

1. Pöörake tähelepanu vees toimuva dissotsiatsiooni põhjusele (§ 206).

2. Elektrolüüsi (§ 59) õppimisel omandage kindlalt, et elektri- vool ei lagunda lahustatud aineid. Elektrolüüsil toimub ainult elektrolüütilisel dissotsiatsioonil lagunenud aine saaduste «sorteerimine» (eraldumine elektroodidele). Seepärast ei või öelda, et elektrolüüsil vool lagundab aineid.

3. Laboratoorne töö «Vase elektrokeemilise ekvivalendi määramine».

4. Lahendage ülesanded nr. 968, 970, 972.

5. Aku töötamise põhimõtte selgitamiseks võib lisada järgmist (§ 36).

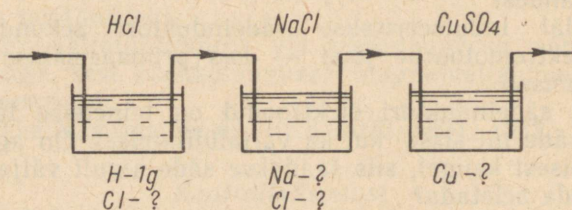
Enne voolu läbilaskmist väävelhappe elektrolüüsiks määratud seadmest (joon. 49 õpikus) olid elektroodid ühesugused. Järelikult on ka nende potentsiaalid ühesugused, kuna nad elektrolüüdiga reageerivad ühte moodi. Seega on elektroodide potentsiaalide vahe null ja seadet ei saa kasutada elektromotoorse jõu allikana (elektromotoorne jõud võrdub nulliga). Voolu läbimisel muutuvad elektroodid neile elektrolüüsil kogunenud ainete tõttu erisugusteks (üks kattus vesinikuga, teine hapnikuga); järelikult on pärast elektrolüüsi lõpetamist elektroodide pindkihid erisugused ja nad reageerivad elektrolüüdiga samuti erisuguselt; seepärast tekkis nüüd elektroodidel potentsiaalide vahe ja seetõttu võib seadet kasutada kui elektromotoorse jõu allikat.

6. Lahendage ülesanded nr. 987—989.

Kontrollküsimusi

1. Mispärast tekib ainete lahustamisel vees elektrolüütiline dissotsiatsioon nii kergesti?

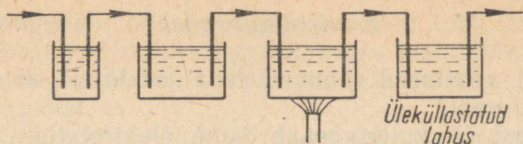
2. Mis toimub, kui vool läbib mingi happe, aluse või soola lahust?



Joon. 13

3. Vool läbib mitmesuguste ainete lahuste vanne (joon. 13). Esimeses vannis eraldus teatud aja jooksul 1 g vesinikku (joonisel on märgitud). Märkige joonisel, kui palju selle aja jooksul eraldus esimeses vannis kloori, teises vannis naatriumi ja kloori ning kolmandas vaske.

4. Vool läheb läbi mitme vasevitrioliga täidetud vanni (joon. 14). Teine vann on kaks korda suurem esimesest; kolmandas vannis lahust kuumutatakse; neljandas vannis on üleküllastatud



Joon. 14

lahus. Esimese vanni katoodil eraldus 2 g vaske. Mitu grammi vaske eraldus teiste vannide katoodidel?

5. Kui palju hõbedat eraldab hõbedasoola lahusest vool tugevusega 1 A, kui voolu kestus on 1 sek?

6. Pärast seda, kui oli toimunud vee elektrolüüs, lülitati välja patareid ja ühendati elektrodid galvanomeetriga. Mis toimub? Andke seletus.

7. Millised energia muutused toimuvad akuunulaatori laadimisel ja tühendamisel?

T e e m a 21. Elektrivool gaasides (§ 32, 58, 64—71, 113)

Gaasi ionisatsioon. Elektrilahendused gaasis atmosfääri rõhul: vaikne lahendus, sädelahendus, elektrikaar. Elektrilahendused hõrendatud gaasides. Katoodkiired, nende olemus ja omadused. Termoemissioonvool. Elektronlambid ja nende rakendusi. Pooljuhtalaldid ja -võimendid.

1. Pöörake tähelepanu gaasi ionisatsiooni ja vedeliku ionisatsiooni erinevusele (§ 32).

2. Tuleb hästi tunda nn. tõukeionisatsiooni põhjusi (§ 65). Tõukeionisatsiooniga on seletatav sädeindukti sädeme, välgu jne. tekkimine. Kuna siin saadakse vool ilma ionisaatorita, siis toimub nn. iseseisev lahendus.

3. Koroonalahenduseks nimetatakse kõrgepingeseadmetel tekkivat lahendust. See on näiteks õhtuti jälgitav kerge helendus kõrgepingeliinidel.

4. Tuleb hästi teada katoodkiirte peamisi omadusi (§ 71):
a) katoodkiired väljuvad katoodilt ja lahkuvad sealt risti tema pinnaga, sirgjooneliselt, sõltumata anoodi asukohast;

b) katoodkiired on ise nähtamatud, kuid põhjustavad paljude ainete helendumist (luminesentsi);

c) katoodkiired painduvad elektri- ja ka magnetväljas;

d) katoodkiired kannavad negatiivset laengut;

e) pinnale langedes avaldavad katoodkiired mehaanilist rõhku ja samuti kuumendavad pinda.

Katoodkiirte omaduste uurimine näitas, et nad kujutavad enesest elektronide voolu.

5. Peab hästi tundma kahe ja kolme elektrodiga elektronitoru ehitust ja tööpõhimõtet (§ 30, 113).

Kontrollküsimusi

1. Millised vaatlused lubavad teha järelduse, et katoodkiired on elektronide vool?
2. Mispärast ja kuidas saab kahe elektroodiga elektrontoru kasutada alaldina?

Teema 22. Elektromagnetilised võnkumised ja lained (§ 109—123, 181)

Kondensaatori tühjendamine. Suletud võnkering. Sumbuvad ja mittedumbuvad elektromagnetilised võnkumised. Avatud võnkering. Elektromagnetilised lained ja nende levimine ruumis. Vastuvõtja võnkering. Resonants. Põhimõisteid raadiosaatjast ja vastuvõtjast. A. S. Popov — radio leiutaja. Röntgenikiired ja nende praktiline kasutamine.

1. Tuleb õsata üksikasjaliselt seletada võnkeringi kondensaatori tühjenemisel esinevaid nähtusi (§ 110).

Veerandperioodi jooksul (õpikus joon. 216 esimesed 2 skeemi) vool ei saavuta kohe oma maksimaalset tugevust, kuna osa elektrivälja energiast kulub magnetvälja moodustamiseks.

Veerandperioodi lõpul (teine skeem) on elektrivälja energia null (pole elektrivälja) ja nii vool kui ka magnetväli omavad maksimaalset väärtust.

Veerandperioodi lõpul peab vool katkema, sest elektrivälja energia sai võrdseks nulliga. Seda aga ei juhtu. Magnetvälja nõrgenemise tagajärjel tekib eneseinduktsioonivool, mille tagajärjel kondensaatori plaadid perioodi teise veerandi jooksul jälle laetakse (kolmas skeem).

Edasi kulgeb protsess analoogiliselt, ainult vastupidises suunas. Andke ise vastavad seletused.

2. Elektromagnetiliste võnkumiste puhul ruumi igas punktis muutuvad perioodiliselt suuruse ja suuna poolest magnetvälja ja elektrivälja vektorid.

Kontrollküsimusi

1. Mispärast elektromagnetiline lainetus tekitab vastuvõtja võnkeringis voolu?
2. Millistel tingimustel tekib võnkeringis resonants?

Teema 23. Valguse olemus. Valguse levimine. Fotomeetria (§ 126—134)

Valguse olemuse tunnetamise areng. Valguskiir. Valgusallikas. Valguse sirgjooneline levimine. Valguse kiiruse määramine. Keskonna optiline tihedus. Valgusvoog. Valgusvoo ühik. Valgusallika valgustugevus. Valgustugevuse mõõtmise ühikud. Pinnavalgustus

(valgustustugevus). Pinnavalgustuse ühik luks. Pinnavalgustuse seadused. Valgusallikate valgustugevuse mõõtmine.

1. Valguse olemuse kohta püstitati ajalooliselt peaaegu üheaegselt kaks teooriat.

Esimese nn. korpuskulaarse teooria rajajaks oli kuulus inglise teadlane Isaac Newton (1643—1727). Ta väitis, et valguskiir koosneb väikestest osakestest, korpusklitest, mis tohtu kiirusega liiguvad ruumis. Selle teooria põhjal sai seletada paljusid tol ajal tuntud valgusnähtusi, kuid mõningate küsimuste puhul ei andnud see teooria siiski rahuldavat seletust.

Peaaegu üheaegselt Newtoniga püstitas hollandi teadlane Huygens (1629—1695) valguse lainetusteooria. Selle teooria järgi on valgus lainetus, mis levib kogu maailmaruumi täitvas elastses keskkonnas — eetris. Vaatamata lainetusteooria ilmsetele eelistele, sai algul valitsevaks teooriaks siiski korpuskulaarne teooria (osalt oli see seletatav Newtoni suure autoriteediga). Alles 19. saj. keskel tõrjus lainetusteooria peaaegu täielikult kõrvale Newtoni korpuskulaarse teooria. 19. sajandi teisel poolel põhjendati nii teoreetiliselt (Maxwell) kui ka katseliselt (Hertz, Lebedev), et valgus kujutab endast elektromagnetilist lainetust. Kuid ikkagi oli rida nähtusi, mida ei saadud seletada elektromagnetilise teooria abil. Tuli tuua sisse osakese — valguskvandi — mõiste. Sellega kerkis nagu jällegi päevakorrale Newtoni korpuskulaarne teooria.

Tänapäeval on mõlemad teooriad muutunud ühiseks tervikuks, ning valguse all tuleb mõista lainelist ja samal ajal ka korpuskulaarset nähtust.

2. Keskkonna optiline tihedus iseloomustab valguse levimise kiirust selles keskkonnas. Kahest keskkonnast nimetatakse seda optiliselt tihedamaks, milles valgus levib aeglasemalt.

3. Valgusvoo (§ 129) küsimusega tegeldes peab kindlasti meeles pidama, et valgusvoo on võimsus.

4. Valgusallika valgustugevuse ühikut (r. k.) defineeritakse ka nn. absoluutselt musta keha kiirgusenergia kaudu. Sellise keha 1 cm² suuruse pinna kiirgusenergia 1768° juures võrdub 60 rahvusvahelise küünlaga.

5. Pinnavalgustuse seaduste õppimisel (§ 133) pange tähele, et esimene seadus kehtib punktikujulise valgusallika korral, aga teine seadus rööbitiste kiirte korral.

6. Ülesande lahendamise näide.

Ülesanne 1. Elektrilambile on kirjutatud: 1300 Lm. Missugune on lambi valgustugevus?

A n t u d:

$$\Phi = 130 \text{ Lm.}$$

L e i d a I.

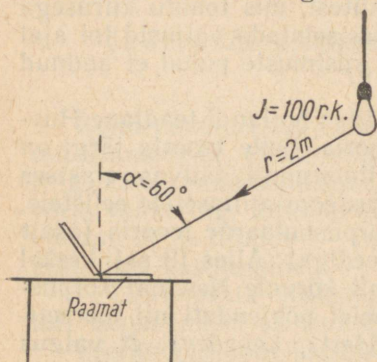
L a h e n d u s:

$$I = \frac{\Phi}{W}.$$

$$I = \frac{1300 \text{ Lm}}{12,56 \text{ sterrad}} = 103,5 \text{ r. k. (rahvusvahelist künalt)}.$$

Vastus. Lambi valgustugevus on 103,5 r. k.

Ülesanne 2. Leida raamatu pinnavalgustus, kui valguskiired langevad sellele 60° -se nurga all ja valgusallikas tugevusega 100 r. k. asub 2 m kaugusel.



Joon. 15

Antud:

$$\alpha = 60^\circ,$$

$$I = 100 \text{ r. k.},$$

$$r = 2 \text{ m}.$$

Leida E_α .

Lahendus:

$$E = E_0 \cos \alpha, \quad E_0 = \frac{I}{r^2}.$$

1) Kui valguskiired langevad risti, siis pinnavalgustus (joon. 15, raamatu vasak pool):

$$E_0 = \frac{100 \text{ r.k.}}{4 \text{ m}^2} = 25 \text{ lx}.$$

2) Pinnavalgustus, kui kiirte langemisnurk on 60° (joon. 15, raamatu parem pool):

$$E_{60^\circ} = 25 \text{ lx} \cdot \cos 60^\circ = 12,5 \text{ lx}.$$

7. Lahendage ülesanded nr. 1110, 1112, 1115, 1117, 1118, 1121, 1122, 1127, 1129.

Kontrollküsimusi

1. Mitu sterradiaani asetseb ühe punkti ümber?
2. Mispärast on pinnavalgustus päeval suurem kui hommikul?
3. Kumb kahest valgusallikast seisab nende võrdlemisel fotomeetrist kaugemal: suurema valgustugevusega või väiksema valgustugevusega?

Tee ma 24. Valguse peegeldumine (136—139)

Valguse peegeldumisahtus. Valguse peegeldumisseadused. Difuusne ja ühesuunaline peegeldumine. Kujutise ehitamine tasapeeglis. Tasapeegli rakendamine.

1. Peab selgesti ette kujutama, miks punkti kujutise ehitamiseks tasapeeglis (§ 139) tuleb võtta kaks kiirt, aga mitte üks kiir.

Kui punktist tõmmata peeglile ainult üks kiir, siis võime peegeldunud kiire suuna järgi öelda ainult, millisel sirgel asub kuu-

tis, kuid kujutise asukohta sellel sirgel me ei tea. Kui võtta veel teine kiir ja määrata selle suund pärast peegeldumist, siis, kuna kujutis peab asuma mõlemal peegeldunud kiire suunal, on ta järelikult nende suundade lõikepunktis.

2. Tasapeegleid rakendatakse juba vanast ajast saadik tualettpeeglikena. Rätsepad kasutavad seljataguse näitamiseks nurkpeeglit. Ka periskoobi võib lihtsamal kujul ehitada 45° all nurgi seatud tasapeeglitest. Skaala täpsemaks lugemiseks ehitatakse nn. peegelskaalad.

T e e m a 25. Valguse murdumine (§ 145—158, 165, 166)

Valguskiire murdumine suundumisel ühest keskkonnast teise. Valguse murdumisseadused. Absoluutse murdumisnäitaja füüsikaline tähendus. Kiirte käik tasaparalleelses plaadis ja kolmnurkses prisma. Täielik sisepeegeldus. Täieliku sisepeegelduse prisma. Sfäärilised läätsed. Optiline peatelg. Läätsede optiline kese. Kumer- ja nõgusläätsed. Läätsede peafookus. Läätsede optiline tugevus. Optilise tugevuse ühik. Punkti kujutise ehitamine läätses. Läätsede valem. Kujutise suurendus läätses. Kujutise ehitamine läätses. Sfääriliste läätsede kasutamine fotoaparaadis ja projektsioonilambis. Vaatenurk. Luup. Mikroskoop.

1. Pöörake tähelepanu sellele, et optiliselt tihedam keskkond ei pruugi olla suurema tihedusega ($\frac{g}{cm^3}$). Näiteks õli tihedus on väiksem kui veel, kuid õli murdumisnäitaja on 1,55, aga veel 1,33.

2. Pöörake tähelepanu absoluutse murdumisnäitaja füüsikalisele tähendusele: valguse lainetusteooria tõestab, et keskkonna absoluutne murdumisnäitaja on murd, mille lugejaks on valguse kiirus vaakuumis ja nimetajaks valguse kiirus antud keskkonnas (§ 145).

3. Pidage meeles vee (1,33) ja klaasi (1,5) murdumisnäitajad.

4. Lahendage ülesanded nr. 1144—1147, 1149.

5. Pidage meeles täieliku sisepeegelduse piiridnurkad vees (49°) ja klaasis (42°).

6. Lahendage ülesanne nr. 1169.

7. Õpilaste tavaline viga kujutise ehitamisel läätses on järgmine: võetakse kiired kahest eri punktist, tavaliselt äärmistest, ja ehitatakse ka murdunud kiired, kuid nüüd ei osata nendega midagi peale hakata.

Eseme punkti kujutise saamiseks tuleb sellest punktist võtta kaks kiirt ja murdunud kiirte või nende pikenduste lõikepunktis asubki punkti kujutis.

8. Peab teadma, milline on eseme kujutis ja kus kohal ta asub, kui ese asetada läätsesest mitmesugustele kaugustele.

9. Peab hästi ette kujutama, kuidas liigub kujutis, kui nihutada eset.

Ese ja selle kujutis liiguvad alati samas suunas.

10. Pöörake tähelepanu seletusele (§ 150), miks kumerläätsed koondavad ja miks nõgusläätsed hajutavad kiiri.

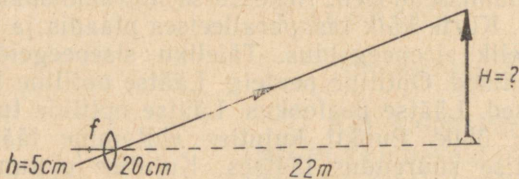
11. Peab kindlasti teadma kolme peamise kiire käiku (§ 153).

12. Katse. Optilist keset läbiv kiir ei muuda oma suunda. See nähtus on analoogiline tasaparalleelse plaadi läbimisega.

13. Laboratoorne töö «Kumerläätsse fookuse kauguse määramine».

14. Ülesande lahendamise näide.

Ülesanne. Projektsioonilambi objektiiv ja ekraani vaheline kaugus on 22 m (joon. 16) ja objektiivi fookuse kaugus on 20 cm. Leida kujutise kõrgus, kui diapositiivi kõrgus on 5 cm.



Joon. 16

Antud:

$$k = 22 \text{ m,}$$

$$f = 20 \text{ cm,}$$

$$h = 5 \text{ cm.}$$

Leida H .

Lahendus:

$$\frac{H}{h} = \frac{k}{a}, \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f}.$$

1) Diapositiivi ja objektiivi vaheline kaugus:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f} - \frac{1}{k} = \frac{k-f}{fk}; \quad a = \frac{fk}{k-f};$$

$$a = \frac{20 \text{ cm} \cdot 2200 \text{ cm}}{2200 \text{ cm} - 20 \text{ cm}} = \frac{2200 \text{ cm}}{109} \approx 20,2 \text{ cm.}$$

2) Kujutise pikkus:

$$H = \frac{hk}{a}, \quad H = \frac{5 \text{ cm} \cdot 2200 \text{ cm}}{20,2 \text{ cm}} \approx 545 \text{ cm} = 5,45 \text{ m.}$$

Vastus. Kujutise kõrgus on ligikaudu 5,45 m.

15. Lahendage ülesanded nr. 1188, 1189, 1194, 1202, 1203, 1222, 1228, 1234, 1236.

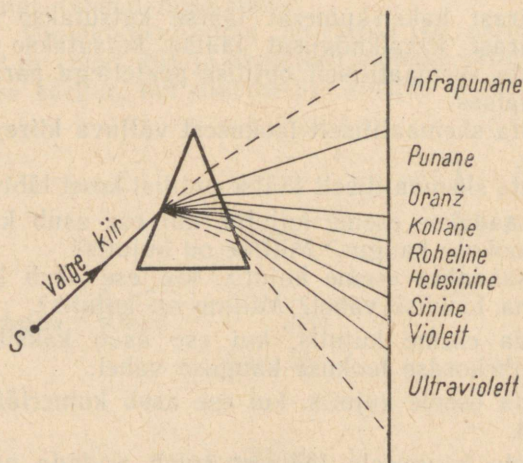
Kontrollküsimusi

1. Mispärast on veest märg käterätik tumedam kuivast?
2. Millal tekib täielik sisepeegeldus?
3. Joonistada kiire käik kolmetahulises prisma, kui prisma ristlõige on võrdhaarne täisnurkne kolmnurk ja kiir langeb risti väiksele tahule.
4. Joonestada kiire käik kolmetahulises prisma, kui prisma ristlõige on võrdhaarne täisnurkne kolmnurk ja kiir langeb risti suurele tahule.
5. Mispärast kaksikkumerat läätsed kutsutakse koondavaks?
6. Mispärast kaksiknõgusat läätsed kutsutakse hajutavaks?
7. Näidata skemaatiliselt optilise peateljega paralleelse kiire käik kumerläätses.
8. Näidata skemaatiliselt fookusest väljuva kiire käik kaksikkumerläätses.
9. Näidata skemaatiliselt läätsed optilist keset läbiva kiire käik.
10. Kus saadakse eseme kujutis, kui ese asub kaugemal kui kahekordne fookuse kaugus? Milline on kujutis?
11. Kus saadakse eseme kujutis, kui ese asub kaksikkumerläätsed ja tema fookuse vahel? Milline on kujutis?
12. Ehitada eseme kujutis, kui ese asub kaksikkumerläätsed fookuse ja kahekordse fookuse kauguse vahel.
13. Ehitada eseme kujutis, kui ese asub kumerläätsed ja tema fookuse vahel.
14. Millisele kaugusele läätsed tuleb asetada ese, et saada temast kaks korda suurem tõeline kujutis?
15. Fotograaf tegi äsja rinnapildi ja tahab nüüd pildistada eemalduvat eset. Kas ta peab oma aparaadi pikkust (plaadi ja objektiivi vahelist kaugust) suurendama või vähendama?
16. Fotograaf tegi inimesest võtte täies pikkuses, kuid nüüd kavatses teha rinnapilti, mistõttu ligineb aparaadiga inimesele. Kuidas peab objektiivi asukohta muutma?
17. Väga suurest kaugusest läheneb küünal läätsed kuni pea-aegu vastu läätsed. Kuidas liigub samal ajal kujutis? Võrreldge küünla ja tema kujutise liikumise kiirusi.
18. Kuidas määrata kaksikkumerläätsed fookuse kaugust?
19. Kuidas muutub eseme tõeline kujutis, kui pool läätsed katta musta paberiga? Anda seletus.
20. Kuidas asetada kaks kaksikkumerläätsed, et rööbitiste kiirte kimp oleks pärast mõlema läätsed läbimist jällegi rööbitine?
21. Kuidas peab asetama kaksikkumer- ja kaksiknõgusläätsed, et rööbitiste kiirte kimp pärast mõlema läätsed läbimist oleks jällegi rööbitine? Kas see ülesanne on alati lahenduv?
22. Mikroskoopi võib vaadelda kui kahe lihtsa optilise riista kombinatsiooni. Milliste nimelt?

T e e m a 26. Valguse koostis. Kiirgus (§ 173—182)

Valguse dispersioon. Spekter. Valge valguse saamine värvilistest kiirtest. Spektri infrapunane ja ultravioletne osa. Pidev- ja joonspektrid. Neeldumisspekter. Kirchhoffi seadus (seos kiirgumisvõime ja absorptsioonivõime vahel). Päikese spekter. Spektraalanalüüs. Elektromagnetiliste lainete skaala.

1. Paragrahvile 173 lisage järgmine valguse dispersiooni skeem (joon. 17).



Joon. 17

2. Peab oskama seletada, miks Päike annab neeldumisspektri (§ 179).

3. Peab teadma spektraalanalüüsi eeliseid võrreldes keemilise analüüsiga (§ 178).

4. Peab teadma infrapunaste ja ultravioletsete kiirte peamisi omadusi (§ 180).

5. Peab teadma röntgenikiirte peamisi omadusi (§ 181).

6. Peab teadma üksikute laineliikide järjekorda elektromagnetiliste lainete skaalal (§182).

7. G. Kirchhoff (1824—1887) tegeles peamiselt spektraalanalüüsi ja temperatuurikiirgumise uurimisega. Suur tähtsus on Kirchhoffi poolt püstitatud temperatuurikiirgumise seadusel, mis annab seose mingi keha kiirgumisvõime ja absorptsioonivõime (kiirguse neelamisvõime) vahel.

Nagu igapäevasest elust teada, ei neela kõik kehad ühteviisi soojust. Kevadel lumele langenud tume paberitükike sulab lume sisse, sest tema absorptsioonivõime on suurem kui lumel. Samuti ei kiirga kõik kehad ühtlaselt soojust, kuigi temperatuur on sama. Kui kahte nõusse, millest üks on väljastpoolt kaetud tahmaga,

valada keeva vett, siis tahmaga kaetud nõus vesi jahtub kiiremini. Järelikult tahmaga kaetud nõu kiirgumisvõime on suurem. Kõige suurem absorptsiooni- kui ka kiirgumisvõime on nn. absoluutselt mustal kehal. Üldiselt võib öelda, et iga keha kiirgab seda tugevamini, mida rohkem kiiri ta sama temperatuuri juures neelab. Eelmine lause kujutabki Kirchhoffi kiirgumisseadust lihtsustatud kujul.

Kontrollküsimusi

1. Tooge näiteid valguse dispersioonist looduses.
2. Vaatleja vaatab horisontaalselt asetatud kahevärvilist pabeririba (vasak pool punane, parem sinine) läbi kolmetahulise prisma. Prisma servad on rööbitised ribaga ja alus asetseb allapoole. Kuidas paistavad vaatlejale pabeririba eri värvi pooled? Kumb on kõrgemal, kumb madalamal?
3. Millega seletada riide punast värvust?
4. Millist keha nimetatakse valgeks?
5. Mispärast näeme valge valgusega valgustatud rohelist paberit rohelisena?
6. Millistel tingimustel valge paber paistab punasena? Andke seletus.
7. Kuidas näeb välja punane paber, kui seda valgustada roheline valgusega? Andke seletus.
8. Millist keha me nimetame mustaks?
9. Millest oleneb keha värvus?
10. Miks on lambivalgusel riide värvus teistsugune kui päeval?
11. Videvikus on valged kehad selgemini nähtavad kui teised. Kas valged kehad on nähtavad ka täielikus pimeduses?
12. Miks valge keha näib rohelisena, kui teda vaadelda läbi roheliste prillide?
13. Miks sinine klaas paistab sinisena?
14. Valge valguse tee asetati sinine ja kollane klaas. Mis ilmneb pärast kollast klaasi? Andke seletus.
15. Kas saab aine joonspektri järgi määrata tema keemilist koostist? Andke seletus.
16. Milline seos on ühe ja sama aine kiirgumisspektri ja neeldumisspektri vahel?

T e e m a 27. Valguse laineline ja korpuskulaarne olemus (§169—172, 183—186, 188—190)

Valguse interferents. Õhukeste kelmete värvused. Lainete difraktsioon. Valguse difraktsioon. Valguse rõhk. Fotoefekt. Kiirguskvandi mõiste. Fotoelemendid ja nende kasutamine. Valguse soojuslik ja keemiline toime. Luminestsents.

1. Enne käesoleva materjali õppimist on kasulik korrata teemat «Võnkumised ja lained» (eriti hääle interferentsi).

2. Käesolevate küsimuste õppimisel tuleb meeles pidada, et valguslained ei ole mitte mehaaniliste, vaid elektriliste ja magnetiliste nähtuste tulemus.

Kui valgusallika ümber joonestada ringikujulised tumedad ja heledad rõngad, siis ei tule neid mõista kui aine tihendusi ja hõrendusi, vaid kui valgusallika poolt tekitatud suurema ja väiksema tugevusega magnet- ja elektrivälja piirkondi.

3. Õhukeste kelmete värvuste tekkimist saab lihtsustatult seletada järgmiselt. Kui õhukesele kelmele langeb valguskiirte kimp, siis peegeldub osa neist kelme ülemiselt pinnalt, osa alumiselt pinnalt (osa kiiri läbib kelmet peegeldumata). Ülemiselt ja alumiselt pinnalt peegeldunud kiirtel tekib käiguvahe ja nad interfereeruvad. Sealjuures näiteks sattusid punase valguse kiired vastupidisesse faasi ja kadusid peegeldunud valguse koostisest. Rohelised seevastu olid samas faasis ja tugevnesid.

4. Tuleb meelde jätta valguse rõhu suurus (§ 191).

5. Vaatleme näiteks fotoelemendi rakendamist tänavavalgustuse sisselülitamisel.

Videviku saabudes langeb fotoelemendile nõrk valgus. Fotoelemendi voluringis katkeb vool. Fotoelemendiga sidestatud elektromagnetiline rele lülitab sisse tänavavalgustuse.

6. Luminestseeruvad ained, neelates spektri ühe osa (lühema) energiat, muudavad selle spektri teise osa (pikema) valgusenergiaks. Sellepärast ei saagi luminestsentsi vaadelda kui lihtsat valguse hajumist (dispersiooni).

Kontrollküsimusi

1. Tooge valguse interferentsi näiteid loodusest.

2. Milliste katsetega saab tõestada valguse lainelist olemust?

3. Kuidas saada valguse interferentsi, s. t. vahelduvaid tumedaid ja heledaid triipe, ilma et tekiksid vikerkaarevärvid?

4. Kuidas saada valguse interferentsi kõigis spektri osades?

5. Kui vaadelda kahte teineteise vastu surutud klaasplaati läbivaid või neilt peegelduvaid kiiri, siis plaadid paistavad kord tumedamatena, kord heledamatena, sõltuvalt kiirte langemisnurgast. Millega seda seletada?

6. Millistest võnkumistest võib kõnelda valguse levimise vaatlemisel (mis seal võngub)?

Teema 28. Aatomi ehitus. Tuumaenergia. (§ 192—204)

Elektronkate ja aatomituum. Aatomi energiatasemed. Aatomi energiakiirgus ja energia neelamine. Bohri postulaadid. Radioaktiivsus. Siseenergia ja massidefekti mõiste. Aatomituuma mõju-

tamise viisid. Energia eraldumine tuuma lagunemisel. Uraani aatomite lagunemine. Ahelreaktsioon. Radioaktiivsed isotoobid. Aatomienergia kasutamine tööstuses, põllumajanduses, bioloogias, arstiteaduses ja teistel aladel.

1. Pöörake tähelepanu radioaktiivsel kiirgusel väljapaiskuvate osakeste tohutule kiirusele. Sellega on ka seletatav osakeste suur kineetiline energia ($E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2}$).

2. Kolvi allaliikumisel Wilsoni kambris (§194) tekib üleküllastatud aur. See tekib sellepärast, et ruumala suurenedes temperatuur langeb ja varem küllastamata aur muutus küllastatuks.

3. Mispärast peavad elektronid tuuma ümber tingimata liikuma, seda seletab M. J. Korszunski oma raamatus «Aatomituum» järgmiselt: «Elektronid peavad tingimata tuuma ümber liikuma, sest paigal seistes langeksid elektronid elektriliste tõmbejõudude mõjul tuumale. Seega võib aatom olla stabiilses olukorras ainult siis, kui elektronid on pidevas liikumises. Analoogiliseks näiteks võib olla Maa tiirlemine ümber Päikese. Tänu sellele ei lange Maa Päikesele, kuigi talle kogu aeg mõjub külgetõmbejõud.

4. Aatomituumade ümber tiirlev elektron omab seda suuremat energiavaru (§ 196), mida kaugemal ta asetseb tuumast (analoogiliselt maapinna kohale tõstetud keha energiaga).

5. Bohri postulaadid, mis käsitlevad aatomi energiakiirgust, on järgmised:

a) elektron võib tiirelda tuuma ümber ainult orbiite mööda, mis asetsevad teatud kindlatel kaugustel tuumast (kõik vahepealsed orbiidid on võimatud);

b) kui elektron liigub oma kindlal orbiidil, siis aatom ei kiirga;

c) elektroni üleminekul mingilt orbiidilt madalamale orbiidile kiirgab aatom ühe kiirgusenergia kvandi (üleminekul madalamalt orbiidilt kaugemale aatom neelab energiat).

6. Nõukogude teadlane D. D. Ivanenko avastas prootonite ja neutronite olemasolu tuumas ja seletas tuumajõudude olemuse.

7. Massidefektide mõiste. Kui näiteks liitiumi tuuma pommitada prootoniga, siis liitiumi tuum jaguneb kaheks osakeseks. Sealjuures liitiumi tuuma ja teda tabanud prootoni masside summa on suurem kui saadud osakeste masside summa. Seda nähtust nimetatakse massidefektiks. See on seletatav sellega, et masside kaahanemise arvel on osakestel väga suur liikumisenergia. Ka teised tuumareaktsioonid kinnitavad seost massi ja energia vahel.

8. Aatomituumade lagunemisel eralduv tohtu energia on seletatav lagunemissaaduste suure liikumiskiirusega.

9. Tuleb osata seletada ahelreaktsiooni (§ 202) ja tohtu energia eraldumist sealjuures.

Kontrollküsimusi

1. Mis on radioaktiivsus?
2. Millised on raadiumi lagunemissaadused?
3. Milline on aatomi elektronkatte ehitus?
4. Milline on aatomituuma ehitus?
5. Millega seletada aatomi energiakiirguse ja energia neelamise nähtust?
6. Mille arvel vabaneb energia aatomituuma lagunemisel?
7. Mis on massidefekt?
8. Kuidas kulgeb ahelreaktsioon?
9. Mis on tuumajõud?
10. Millised perspektiivid on aatomienergia kasutamisel?
11. Missugune on kosmiliste kiirte olemus?

KONTROLLTÖÖ NR. 3

Elekter. Optika. Aatomi ehitus ja tuumaenergia

1. Millises elektrivälja punktis on väljatugevus suurem: kas välja tekitavale laengule lähemal või kaugemal? Andke seletus.

2. Juhti elektriseeritakse induksiooni abil. Mille peab enne juhust eemaldama, et saada ühemärgilist laengut: kas mõjuva laetud keha või juhti maaga ühendava juhtme?

3. Leida plaatkondensaatori mahtuvus, kui ühe plaadi pindala on $125,6 \text{ cm}^2$ ja parafiinikihi paksus plaatide vahel on 5 mm.

4. Vooluallika klemmidega on järjestikku ühendatud kaks takistit — vaskjuhe ja terasjuhe. Terasjuhtme takistus on kaks korda suurem vaskjuhtme takistusest. Kumma juhi pinge on suurem? Mitu korda? Andke seletus.

5. Kui suur on lambi hõõgniidi temperatuur, kui külmalt on takistus 40Ω , aga hõõgudes 440Ω ?

6. Alalisvoolugeneraatori klemmide pinge on 110 V ja sisetakistus $0,4 \Omega$. Generaator toidab 110 rööbiti ühendatud lampi. Üksiku lambi takistus on 440Ω . Leida generaatori elektromotoorne jõud ja joonistada skeem.

7. Leida 40-W võimsusega lambi põlemise maksumus 5 tunni jooksul, kui 1 kWh maksab 40 kop.

8. Leida elektriteekannu kasutegur, kui 0,6 l vett aetakse keema 8 min jooksul. Voolutugevus on 5 A, pinge 120 V. Vee algtemperatuur on 4°C .

9. Määrata alumiiniumi elektrokeemiline ekvivalent järgmiste andmete põhjal: 3-A voolu korral eraldus 5 min jooksul 141 mg alumiiniumi.

10. Joonestage magnetväli põhjapoolusega vasakul ja lõunapoolusega paremal. Pooluste vahel võtta üles liikuva juhi ristlõige. Näidata ristlõikel induksioonivoolu suund.

11. Mis tähendus on transformaatori südamikul? Millisest materjalist tehakse südamik?

12. Leida pinnavalgustus, kui kiirte langemisnurk on 30° ja valgusallikas tugevusega 10 r. k. asetseb 5 m kaugusel.

13. Õhust langeb valguskiir vedeliku pindkihile, kusjuures langemisnurk on 35° . Teise kiire langemisnurk on 70° . Esimese kiire murdumisnurk on 21° . Kui suur on teise kiire murdumisnurk?

14. Valguskiir langeb risti kolmetahulise prisma väikesele tahule. Joonistada kiirte käik prisma, kui prisma ristlõige on võrdhaarne täisnurkne kolmnurk.

15. Joonistada eseme kujutis, kui ese asetseb kumerläätses fookuse ja kahekordse fookuse kauguse vahel.

16. Leida kujutise kaugus kumerläätselt, kui ese asetseb läätselt 15 cm kaugusel ja läätses peafookuse kaugus on 20 cm. Millega võrdub joonsuurendus?

17. Kas saab määrata aine keemilist koostist tema pidevspektri järgi? Andke seletus.

18. Seletage aatomi energiakiirguse ja energia neelamise protsessi.

SISUKORD

Metoodilised juhendid	3
---------------------------------	---

I OSA

Mehaanika

Teema 1. Sissejuhatus	7
Teema 2. Füüsilised suurused ja nende mõõtmine	10
Teema 3. Sirgjooneline liikumine	11
Teema 4. Newtoni seadused	13
Teema 5. Töö ja energia	18
Teema 6. Jõudude liitmine	20
Teema 7. Pöörlev liikumine. Ühtlane ringliikumine	23
Teema 8. Ülemaailmne gravitatsiooniseadus	25
Teema 9. Võnkumised ja lained	25
Teema 10. Hääli	26
Kontrolltöö nr. 1	26

II OSA

Molekulaarfüüsika ja soojus

Teema 11. Molekulaarkineetilise teooria põhialused ja molekulaarsed nähtused gaasides, vedelikes ja tahketes ainetes	28
Teema 12. Kehade soojuspaisumine	29
Teema 13. Gaaside omadused	30
Teema 14. Kalorimeetria	31
Teema 15. Aine agregaatoleku muutused	35
Kontrolltöö nr. 2	38

III OSA

Elekter. Optika. Aatomi ehitus ja tuumaenergia

Teema 16. Elektriväli	40
Teema 17. Alalisvool	42
Teema 18. Elektromagnetism	48
Teema 19. Elektromagnetiline induksioon	50

Teema 20. Elektrivool elektrolüütides ja galvaani elemendid	51
Teema 21. Elektrivool gaasides	53
Teema 22. Elektromagnetilised võnkumised ja lained	54
Teema 23. Valguse olemus. Valguse levimine. Fotomeetria	54
Teema 24. Valguse peegeldumine	56
Teema 25. Valguse murdumine	57
Teema 26. Valguse koostis. Kiirgus	60
Teema 27. Valguse laineline ja korpuskulaarne olemus	61
Teema 28. Aatomi ehitus. Tuumaenergia	63
Kontrolltöö nr. 3	64

Ladumisele antud 4. I 1961. Trükkimisele antud
4. IV 1961. Paber 60×92, 1/16. Trükipoognaid 4,25.
Trükiarv 1850. Tellimise nr. 129. Hans Heidemanni
nimeline trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. I.

Tasuta.

Tasuta

14 kop.

A-23735

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00366149 5