

Vabariigi Valitsuse 6. jaanuari 2011. a määrus nr 2
„Gümnaasiumi riiklik õppekava“ Lisa 4
(Vabariigi Valitsuse 23.02.2023 määruse nr 18 sõnastuses)

FÜÜSIKA

1. Õppeaine kirjeldus

Füüsika kuulub loodusteaduste hulka, olles väga tihedas seoses matemaatikaga. Füüsika paneb aluse tehnika ja tehnoloogia mõistmisele ning aitab väärtustada tehnikaga seotud elukutseid. Füüsikaõppes arvestatakse loodusainete vertikaalse ning horisontaalse lõimimise vajalikkust. Vertikaalse lõimimise korral on ühised teemad loodusteaduslik meetod, looduse tasemeline struktureeritus, vastastikmõju, liikumine (muutumine ja muundumine), energia, loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus, tehnoloogia, elukeskkond ning ühiskond. Vertikaalset lõimimist toetab õppeainete horisontaalne lõimumine.

Gümnaasiumi füüsikaõppe eesmärk on jagada vajalikke füüsikateadmisi tulevasele kodanikule, kujundada temas keskkonna- ja ühiskonnahoidlikke ning jätkusuutlikule arengule orienteeritud hoiakuid. Gümnaasiumis käsitletakse füüsikalisi nähtusi süsteemselt ja holistlikult, arendades terviklikku ettekujutust loodusest ning pidades tähtsaks olemuslike seoseid tervikpildi osade vahel.

Võrreldes põhikooliga tutvutakse sügavamalt erinevate vastastikmõjude ja nende põhjustatud liikumisvormidega ning otsitakse liikumisvormide vahel seoseid. Õpilaste kriitilise ja süsteemmõistelise mõtlemise arendamiseks lahendatakse füüsikaliselt eri aine- ja eluvaldkondades esinevaid probleeme, plaanitakse ning korraldatakse eksperimente, kasutades loodusteaduslikku uurimismeetodit. Ülesandeid lahendades on lubatud kasutada valemite lehti, pidades olulisemaks valemite füüsikalise sisu mõistmist ja õiges kontekstis rakendamist kui valemite pähe tuupimist.

Õppes kujundatakse väärtushinnangud, mis määravad õpilaste suhtumise füüsikasse kui kultuurifenomeni, avavad füüsika rolli tehnikas, tehnoloogias ja elukeskkonnas ning ühiskonna jätkusuutlikus arengus. Gümnaasiumi füüsikaõppes taotletakse koos teiste õppeainetega õpilastel nüüdisaegse tervikliku maailmapildi ja keskkonda säästva hoiaku ning analüüsioskuse kujunemist. Gümnaasiumi füüsikaõppes kujundatavad üldoskused erinevad põhikooli füüsikaõppes saavutatavaist deduktiivse käsitusviisi ulatuslikuma rakendamise ning tehtavate üldistuste laiema kehtivuse poolest. Füüsikaõpe muutub gümnaasiumis spetsiifilisemaks, kuid samas seostatakse füüsikateadmised tihedalt ja kõrgemal tasemel ülejäänud õppeainete teadmistega ning põhikoolis õpituga.

Gümnaasiumi füüsikaõpe koosneb viiest kohustuslikust kursusest ning kahest valikkursusest. Esimeses kursuses „Füüsika meetod. Kinemaatika“ seletatakse, mis on füüsika, mida ta suudab, mille poolest eristub füüsika teistest loodusteadustest ning mil viisil ta nendega seotud on. Süvendatakse loodusteadusliku meetodi rakendamist, avardades teadmisi ja oskusi mõõtmisest kui eksperimentaalteaduste alusest. Teises kursuses „Dünaamika“ avatakse mehaaniliste mudelite keskne roll loodusnähtuste kirjeldamisel ja seletamisel. Kuna kogu nüüdisaegses

füüsikas domineerib vajadus arvestada aine ja välja erisusi, käsitletakse kolmandas kursuses „Elektromagnetism“ elektromagnetvälja näitel väljade kirjeldamise põhivõtteid ning olulisemaid elektrilisi ja optilisi nähtusi. Neljandas kursuses „Energia“ vaadeldakse keskkonda energeetilisest aspektist. Käsitletakse alalis- ja vahelduvvoolu ning soojusnähtusi, ent ka mehaanilise energia, soojusenergia, elektrienergia, valgusenergia ja tuumaenergia omavahelisi muundumisi. Viiendas kursuses „Mikro- ja megamaailma füüsika“ arutletakse füüsikaliste seaduspärasuste ning protsesside üle mastaapides, mis erinevad inimese karakteristikust mõõtmest (1 m) rohkem kui miljon korda.

2. Gümnaasiumi lõpuks taotletavad teadmised, oskused, hoiakud

Füüsika õpetamisega gümnaasiumis taotletakse, et lisaks valdkonnapädevuses kirjeldatud eesmärkidele õpilane:

- 1) väärtustab füüsikat kui looduse põhjuslikke seoseid uurivat teadust, mõistab mudelite tähtsust loodusobjektide uurimisel ning mudelite arengut ja paratamatut piiratust;
- 2) rakendab omandatud füüsikateadmisi ning protsessioskusi igapäeva elu ja tehnoloogiaga seotud probleemülesandeid kvantitatiivselt lahendades ning info usaldusväärsuse ja teaduslikkuse kontrolliks;
- 3) kavandab ja korraldab ohutult uurimusi loodusnähtusi kirjeldavate füüsikaliste mudelite leidmiseks või kontrollimiseks;
- 4) analüüsib graafiliselt, analüütiliselt ja statistiliselt füüsikaliste parameetrite mõõtmistel saadud andmekogumeid;
- 5) mõistab füüsika rolli teiste loodusteaduste seas ning interdistsiplinaarsete uurimissuundade tähtsust teaduses ja tehnoloogias.

I kursus. FÜÜSIKA MEETOD. KINEMAATIKA

Teema: Füüsika. Teadusmeetod. Mõõtmine

Õpitulemused:

- 1) selgitab loodusteadusliku meetodi olemust ja teab, et katsetulemusi üldistades jõutakse mudelini;
- 2) põhjendab mõõteseaduse vajalikkust üldaktseptitavate mõõtmistulemuste saamiseks;
- 3) mõistab mõõdetava suuruse ja mõõtmistulemuse suuruse väärtuse erinevust;
- 4) teab ja rakendab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ning nende mõõtühikuid;
- 5) teab, et korrektne mõõtetulemus sisaldab ka määramatust, ning kasutab mõõtmisega kaasnevat mõõtemääramatust hinnates standardhälvet.

Õppesisu: Füüsika kui loodusteadus. Teadusmeetod (loodusteaduslik meetod). Mudelid ja nende piiratus. Füüsikalise mudeli loomine. Mudeli järelduste kontroll ning mudeli areng. Loodusseadused ja üldprintsipiibid. Põhjuslikkus ja juhuslikkus füüsikas. Mõõtmine. Mõõtühikud. SI. Mõõtetulemus. Mõõtemääramatus ning selle hindamine. Mõõteseadus.

Põhimõisted: teadusmeetod, loodusseadus, mikro-, makro- ja megamaailm, füüsika, mõõtmine, mõõtühikute süsteem, mõõtemääramatus, mõõtesuurus, mõõdetava suuruse väärtus, mõõtetulemus, mõõtevahend, taatlemine.

Praktilised tööd:

- 1) Juhusliku loomuga nähtuse (palli pörke, heitkeha liikumise, kaldpinnalt libisemise, kukkunud keha lõppkaugus mahakukkumise kohast, ühe klassi õpilaste pikkusete vms) uurimisel saadud mõõtmistulemuste analüüs. Statistiline mõõtemääramatus.
- 2) Keha joonmõõtmete mõõtmine ja korrektse mõõtetulemuse esitamine.
- 3) Mõõtmisest ning andmetöötlusest mudelini jõudmine erinevate katsete põhjal.
- 4) Mudeli piiratuse ja võimekuse näitlikustamiseks võib mõõta erinevate puulehtede pindalaid ning lähendada neid (ehk luua matemaatiline mudel) erinevatele geomeetrilistele kujunditele (ristkülik, ring, romb jne).

Teema: Kinemaatika, liikumise kirjeldamine. Vektorid

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) teab, et keha liikumist iseloomustab kiirus, ning toob näiteid liikumise suhtelisuse kohta;
- 2) analüüsib teepikkuse, kiiruse ja kiirenduse graafikuid;
- 3) eristab skalaarseid ja vektoriaalseid füüsikalisi suursi ning toob nende kohta näiteid;
- 4) selgitab füüsikaliste suuruste (kiirus, kiirendus, teepikkus ja nihe) tähendusi ning nende suuruste mõõtmise viise;
- 5) uurib ühtlast sirgjoonelist liikumist ja ühtlaselt muutuvat sirgjoonelist liikumist ning analüüsib saadud tulemusi;
- 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

$$x = x_0 \pm vt$$

$$x = x_0 \pm v_0t \pm \frac{at^2}{2}$$

$$v = v_0 \pm at$$

$$s = v_0t \pm \frac{at^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 \pm 2as$$

Õppesisu: Punktmass. Koordinaadid. Taustsüsteem, liikumise suhtelisus. Teepikkus ja nihe. Ühtlane sirgjooneline liikumine. Kiirus. Liikumisvõrrand. Ühtlaselt muutuv sirgjooneline liikumine. Kiirendus. Kiirenduse ühikud. Kiiruse ja läbitud teepikkuse sõltuvus ajast. Liikumisgraafikud. Vaba langemine. Kiiruse ja kõrguse sõltuvus ajast vabal langemisel. Heitkehade liikumine.

Põhimõisted: kulgliikumine, punktmass, taustsüsteem, kinemaatika, skalaarne ja vektoriaalne suurus, teepikkus, nihe, kiirus, hetkkiirus, kiirendus, vaba langemine, heitkeha.

Praktilised tööd:

- 1) Kiiruse ja kiirenduse mõõtmine.
- 2) Langevate kehade liikumise uurimine.

- 3) Kaldrennis veereva kuuli liikumise uurimine.
- 4) Heitkeha liikumise uurimine. Maandumispaiga ennustamine.

Teema: Ringliikumine

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) uurib ühtlast sirgjoonelist liikumist ja ühtlaselt muutuvat sirgjoonelist liikumist ning analüüsib saadud tulemusi;
- 2) analüüsib teepikkuse, kiiruse ja kiirenduse graafikuid;
- 3) uurib ringliikumist, mõõtes ja arvutades füüsikalisi suursusi: pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus ja kesktõmbekiirendus;
- 4) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{\varphi}{t} \\ v &= \omega r \\ \omega &= \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \\ a &= \omega^2 r = \frac{v^2}{r}\end{aligned}$$

Õppesisu: Tiirlemine ja pöörlemine. Ühtlase ringjoonelise liikumise kirjeldamine. Pöördenurk. Nurga ühikud. Joonkiirus ja nurkkiirus. Periood ja sagedus. Kesktõmbekiirendus. Orbitaalliikumine.

Põhimõisted: pöördenurk, nurkkiirus, joonkiirus, kesktõmbekiirendus

Praktilised tööd:

- 1) Ühtlaselt liikuva auto ratta pöörlemisageduse ja auto liikumiskiiruse seose uurimine. Teekonna läbimise aja ennustamine ja mõõtemääramatuste hindamine.
- 2) Ringliikumisel vabastatud keha edasisse trajektoori uurimine. Saab siduda heitkeha liikumisega ja maandumiskoha ennustamisega (teemast Kinemaatika, liikumise kirjeldamine).
- 3) Pöörlemisageduse määramine stroboskoopiliselt.

II kursus. DÜNAAMIKA

Teema: Vastastikmõju ja jõud

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) kasutab jõudu kui vektorsuurust kehadevahelist vastastikmõju analüüsid, oskab graafiliselt ja analüütiliselt leida kehale mõjuvat resultantjõudu;
- 2) rakendab Newtoni seaduseid probleemülesandeid lahendades ja igapäevaelu situatsioone analüüsid;
- 3) analüüsib orbitaalliikumist, kasutades inertsia ja kesktõmbejõu mõistet;

- 4) kasutab gravitatsiooniseadust ja raskusjõu, keha kaalu ja toereaktsiooni mõistet probleemülesandeid lahendades;
- 5) kavandab ja teeb katsed jäikuse ja hõõrdeteguri määramiseks ning analüüsib katsete tulemusi;
- 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$\Delta(m_1 v_1 + m_2 v_2) = 0$$

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

$$F = ma$$

$$A = F \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{F}{N}$$

$$k = \frac{F}{\Delta l}$$

$$P = m(g \pm a)$$

Õppesisu: Vastastikmõjud ja jõud. Newtoni seadused. Inerts. Resultantjõud. Gravitatsiooniseadus. Orbitaalliikumine. Raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon. Kaalutus. Hooke'i seadus. Jäikus. Hõõrdumine. Hõõrdetegur. Liugehõõre ja seisuhõõre.

Põhimõisted: resultantjõud, keha inertsus ja mass, gravitatsioon, raskusjõud, keha kaal, kaalutus, toereaktsioon, deformatsioon, jäikus, elastsusjõud, hõõrdetegur, hõõrdejõud.

Praktilised tööd:

- 1) Tutvumine Newtoni seadustega.
- 2) Jäikuse määramine.
- 3) Hõõrdeteguri määramine.
- 4) Hüppe dünaamika. Jõu (hüppel ja maandumisel) graafikud. Kiiruse ja kõrguse (kauguse) graafik.
- 5) Pöörliikumise uurimine. Piruett – kuidas muutub pöörlemiskiirus, kui süsteemi inertsimoment muutub? Osaliselt veega täidetud plastambri keerutamise minimaalsed nurk- ja joonkiirused, mille korral vesi ämbri välja ei valgu. Kuivõrd pesumasina tsentrifuugi pöörete arvu vähendamine jätab pesu märjemaks (võib teha ka laboritsentrifuugiga, salatispinneriga vms)?
- 6) Erineva raadiusega kurvide läbimine erinevatel kiirustel.

Teema: Jäāvusseadused mehaanikas

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) rakendab impulsi jäävuse seadust probleemülesandeid lahendades ja igapäevaelu situatsioone analüüsides;
- 2) seostab reaktiivliikumist impulsi jäävuse seadusega; toob näiteid reaktiivliikumise kohta looduses ja rakenduste kohta tehnikas;

- 3) rakendab looduses ja tehnikas toimuvate nähtuste selgitamiseks mehaanilise energia jäävuse seadust ning mehaanilise töö, võimsuse ja kasuteguri mõistet;
- 4) uurib võnkumisi ja kasutab nende analüüsimiseks järgmisi füüsikalisi suursi: hälve, amplituud, periood, sagedus ja faas;
- 5) uurib hälbe, kiiruse, kiirenduse, kineetilise ja potentsiaalse energia muutumist pendli võnkumisel nii graafiliselt kui ka analüütiliselt;
- 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad E_p = mgh \quad E_{meh} = E_k + E_p$$

Õppesisu: Keha impulss. Impulsi jäävuse seadus. Reaktiivliikumine. Mehaaniline töö ja energia. Kineetiline ja potentsiaalne energia. Mehaanilise energia jäävuse seadus. Mehaanilise energia muundumine teisteks energia liikideks

Põhimõisted: impulss, impulsi jäävuse seadus, reaktiivliikumine, mehaaniline energia.

Praktilised tööd:

- 1) Tutvumine reaktiivliikumise ja jäävusseadustega.
- 2) Põrgete uurimine. Deformatsiooni ja jõu mõõtmine.

Teema: Võnkumine ja lained

Õpitulemused: Õpilane:

- 1) uurib võnkumisi ja kasutab nende analüüsimiseks järgmisi füüsikalisi suursi: hälve, amplituud, periood, sagedus ja faas;
- 2) uurib hälbe, kiiruse, kiirenduse, kineetilise ja potentsiaalse energia muutumist pendli võnkumisel nii graafiliselt kui ka analüütiliselt;
- 3) selgitab resonantsi nähtust ning toob näiteid selle esinemise kohta looduses ja tehnikas;
- 4) kasutab lainenähtuste selgitamisel füüsikalisi suursi (lainepikkus, laine levimiskiirus, periood ja sagedus);
- 5) rakendab imitatsioone lainete peegeldumise, interferentsi ja difraktsiooni uurimiseks ning toob nende kohta näiteid loodusest ning tehnikast;
- 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seost $v = \frac{\lambda}{T}$

Õppesisu: Võnkumine. Pendli võnkumise kirjeldamine. Periood ja sagedus. Matemaatiline pendel. Resonants. Mehaanilised lained. Piki- ja ristlained. Lainete kirjeldamine. Lainepikkus, sagedus, kiirus. Lainete omadused. Peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon. Helilained. Müra.

Põhimõisted: võnkumine, hälve, faas, vabavõnkumine, sundvõnkumine, resonants, laine, pikilaine, ristlaine, lainepikkus, peegeldumine, interferents, difraktsioon.

Praktilised tööd:

- 1) Matemaatilise pendli ja vedrupendli võnkumise uurimine.
- 2) Gravitatsioonivälja tugevuse g määramine pendliga.
- 3) Helikiiruse määramine.

III kursus. ELEKTROMAGNETISM**Teema: Väljad. Elektriväli****Õpitulemused:**

Õpilane:

- 1) seostab laetud kehade vastastikmõju elektrostaatilise välja olemasoluga, võrdleb ainet ja välja, kasutab väljatugevuse mõistet elektrostaatilise välja kirjeldamiseks;
- 2) rakendab laengu jäävuse seadust, superpositsiooni printsiipi ja Coulomb'i seadust probleemülesandeid lahendades;
- 3) visualiseerib elektrivälja jõujoonte toel staatilisi elektrivälju ja määrab elektriväljas laenguga kehale mõjuva jõu suuna;
- 4) selgitab pinget mõistet ning rakendab pinget ja väljatugevuse seost probleemülesandeid lahendades;
- 5) selgitab elektri- ja magnetvälja energia salvestamise võimalusi;
- 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$I = \frac{q}{t}, F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, F = K \frac{I_1 I_2}{r} l,$$

$$E = \frac{F}{q}, U = \frac{A}{q},$$

$$\varphi = \frac{E_p}{q}, E = \frac{U}{d},$$

Õppesisu: Väljad. Punktlaeng. Väljatugevus. Elektrivälja pinget. Pinget ja väljatugevuse seos. Välja visualiseerimine. Väljade liitumine, superpositsiooni printsiip. Homogeenne elektriväli. Kondensaator. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus. Coulomb'i seadus.

Põhimõisted: elektrilaeng, elementaarlaeng, punktlaeng, väli, elektriväli, elektrivälja tugevus, potentsiaal, pinget, elektronvolt, jõujoon, kondensaator.

Praktilised tööd:

- 1) Elektrostaatika, katsed laetud kehadega.
- 2) Elektroskoop, laengu ülekande ja induktsioon.
- 3) Kondensaatori uurimine (valmistamine).

Teema: Magnetväli**Õpitulemused:**

Õpilane:

- 1) kasutab magnetinduktsiooni mõistet magnetvälja kirjeldamiseks;
- 2) visualiseerib magnetvälja jõujoonte toel magnetvälja ja määrab magnetväljas liikuvale laengule mõjuva Lorentzi jõu suuna;
- 3) rakendab Ampere'i seadust probleemülesandeid lahendades;
- 4) seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel, rakendades induktsiooni elektromotoorjõu mõistet;
- 5) selgitab elektri- ja magnetvälja energia salvestamise võimalusi;

6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$F_L = qvB\sin\alpha, F = BIl\sin\alpha, \phi = BS\cos\alpha,$$

Õppesisu: Magnetinduktsioon. Lorentzi jõud. Ampere'i jõud. Elektriväli ja magnetväli, võrdlus ja seosed. Elektromagnetiline induktsioon. Pööriselektriväli. Induktsiooni elektromotoorjõud. Magnetvoog. Faraday induktsiooniseadus. Lenzi reegel. Elektri- ja magnetvälja energia.

Põhimõisted: püsimagnet, magnetväli, voolutugevus, magnetinduktsioon, Lorentzi jõud, Ampere'i jõud, pööriselektriväli, induktsiooni elektromotoorjõud, magnetvoog.

Praktilised tööd:

- 1) Magnetvälja visualiseerimine.
- 2) Ørsted'i katsega tutvumine.
- 3) Elektromagnetilise induktsiooni uurimine.

Teema: Elektromagnetlained. Optika.

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) selgitab elektromagnetlaine levimist kasutades elektrivälja ja magnetvälja mõistet;
- 2) oskab liigitada elektromagnetlaineid ja paigutada neid elektromagnetlainete skaalale;
- 3) kirjeldab joonisel või arvutiimitatsiooniga interferentsi- ja difraktsiooninähtusi optikas ning toob nende rakendamise näiteid.
- 4) seostab polariseeritud valguse omadusi rakendustega looduses ja tehnikas;
- 5) kavandab ja teeb katse läbipaistva aine murdumisnäitaja määramiseks, kirjeldab valguse spektri lahutamise võimalusi;
- 6) selgitab joonspektri tekkimist ja valguse dualismiprintsiipi ning toob näiteid spektraalanalüüsi rakendamise kohta;
- 7) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$

Õppesisu: Valgus kui elektromagnetlaine. Elektromagnetlainete skaala. Valguse lainelised omadused. Difraktsioon. Interferents. Difraktsioonivõre. Polariseeritud valgus. Polarisaatorid. Murdumiseseadus. Murdumisnäitaja. Valguse dispersioon. Spektraalriistad ja spektraalanalüüs. Valguse dualism. Footoni energia. Valguse kiirgumine ja neeldumine. Kvantoptilised nähtused.

Põhimõisted: elektromagnetlaine, elektromagnetlainete skaala, lainepikkus, sagedus, kvandi (footoni) energia, dualismiprintsiip, difraktsioon, interferents, polarisatsioon, murdumine, absoluutne ja suhteline murdumisnäitaja, valguse dispersioon aines, luminesents.

Praktilised tööd:

- 1) Murdumisnäitaja määramine.
- 2) Difraktsiooni uurimine.
- 3) Valguse spektri uurimine (erinevad valgusallikad).

IV kursus ENERGIA

Teema: Elektrivool ja selle toimed. Vooluringid. Pooljuhid.

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) selgitab elektrivoolu tekkemehhanismi metallides, vedelikes ja gaasides mikrotasemel;
- 2) kavandab ja teeb katse vooluallika elektromotoorjõu ja sisetakistuse määramiseks ning analüüsib tulemusi;
- 3) analüüsib graafiliselt metallide eritakistuse sõltuvust temperatuurist.
- 4) uurib leedlambi takistuse sõltuvust rakendatavast pingest ja polaarsusest ning analüüsib katse tulemusi;
- 5) selgitab pooljuhtseadmete tööpõhimõtet ja rakendusi;
- 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$I = qnvS, \quad R = \rho \frac{l}{S}, \quad I = \frac{U}{R} \quad I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Õppesisu: Elektrivoolu tekkemehhanism. Vedelike ja gaaside elektrijuhtivus. Ohmi seadus. Vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus. Metallide eritakistuse sõltuvus temperatuurist. Pooljuhtide elektrijuhtivus; pn-siire. Valgusdiodid (LED, leed). Fotoelement. Valgusrakk, päikesepaneel.

Põhimõisted: alalisvool, laengukandjate kontsentratsioon, elektritakistus, vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus, pooljuht, pn-siire.

Praktilised tööd:

- 1) Voolutugevuse, pinge ja takistuse mõõtmine multimeetriga.
- 2) Vooluallikate uurimine.
- 3) Tutvumine pooljuhtelektroonikaga (diodid, valgusdiodid, fotorakk vm).

Teema: Vahelduvvool

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) võrdleb vahelduv- ja alalisvoolu ning analüüsib vahelduvvoolu pinge ja voolutugevuse ajast sõltuvuse graafikuid;
- 2) selgitab trafo ja generaatori toimimispõhimõtet ja rakendusi vahelduvvooluvõrgus ning elektrienergia ülekandes.
- 3) analüüsib taastuvenergiaallikate kasutuselevõttuga seotud probleeme;
- 4) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$A = IU\Delta t, \quad N = IU, \quad N = IU = \frac{I_m U_m}{2} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

Õppesisu: Vahelduvvool. Vahelduvvoolu generaator. Elektrienergia ülekanne. Trafod. Vahelduvvooluvõrk. Elektrivoolu töö. Elektriseadmete võimus. Energeetika. Elektriohtus.

Põhimõisted: elektrivoolu töö ja võimsus, vahelduvvool, trafo, kaitsemaandus, voolutugevuse ning pinge efektiiv- ja hetkväärtused.

Praktilised tööd:

- 1) Vahelduvvooluseadmete võimuse mõõtmine.
- 2) Vahelduvvoolu alaldamine.

Teema: Molekulaarfüüsika

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) nimetab ideaalgaasi mudeli tunnuseid ning seostab mikro- ja makroparameetreid;
- 2) rakendab ideaalgaasi olekuvõrrandit probleemülesandeid lahendades;
- 3) kasutab isoprotsesside graafikuid termodünaamiliste protsesside analüüsimiseks;
- 4) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$E_k = \frac{3}{2}kT, \quad p = nkT, \quad pV = \frac{m}{M}RT$$

Õppesisu: Siseenergia. Ideaalgaasi mudel. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Isoprotsessid. Ideaalse gaasi mikro- ja makroparameetrid, nendevahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. Siseenergia muutmise viisid. Termodünaamiline protsess.

Põhimõisted: siseenergia, temperatuur, ideaalgaas, olekuvõrrand, avatud ja suletud süsteem, isoprotsess.

Praktilised tööd:

- 1) Gaasi paisumise uurimine.
- 2) Materjalide soojusjuhtivuse võrdlemine.

Teema: Termodünaamika seadused (printsüübid). Soojusmasinad

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) kasutab isoprotsesside graafikuid termodünaamiliste protsesside analüüsimiseks;
- 2) võrdleb avatud süsteemi ja suletud süsteemi mõistet;
- 3) rakendab termodünaamika I ja II seadust probleemülesandeid lahendades ning seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet;
- 4) seostab termodünaamika seadusi soojusmasinate tööpõhimõttega;
- 5) analüüsib taastuvenergiaallikate kasutuselevõttuga seotud probleeme;
- 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$Q = \Delta U + A, \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Õppesisu: Termodünaamika I seadus, selle seostamine isoprotsessidega. Avatud ja suletud süsteemid. Adiabaatiline protsess. Soojusmasina tööpõhimõte, soojusmasina kasutegur.

Termodünaamika II seadus. Pööratavad ja pöördumatud protsessid looduses. Entroopia. Eesti energiavajadus. Energeetikaprobleemid maailmas ja nende lahendamise võimalused.

Põhimõisted: soojushulk, adiabaatiline protsess, pööratav ja pöördumatu protsess, soojusmasin, entroopia, energeetika.

Praktilised tööd:

- 1) Adiabaatilise protsessi uurimine.
- 2) Mehaanilise töö ja soojushulga seoste uurimine.

V kursus. MIKRO- JA MEGAMAAILMA FÜÜSIKA

Teema: Aine omadused

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) võrdleb reaalgaasi ja ideaalgaasi mudeleid;
- 2) kasutab küllastunud auru, absoluutse niiskuse, suhtelise niiskuse ja kastepunkti mõistet ning seostab neid ilmastikunähtustega;
- 3) selgitab pindpinevust, märgamist ja kapillaarsust ning toob näiteid nende nähtuste esinemise kohta looduses ja tehnikas;
- 4) kirjeldab aine olekuid, kasutades faasi ja faasisiirde mõistet, ning analüüsib faasidiagrammi toel faasisiirdeid erinevatel rõhkudel ja temperatuuridel;
- 5) võrdleb aatomeid ja molekule nanoosakestega ning teab nanotehnoloogia rakendusi;
- 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$\varphi = \frac{a}{A_{t^0}} 100\%, \sigma = \frac{F_p}{l} = \frac{E_p}{S}$$

Õppesisu:

Mikro-, makro- ja megamaailm. Nanoosakesed ja nanotehnoloogia. Molekulaarjõud ja reaalgaas. Õhuniiskus. Küllastunud ja küllastumata aur. Absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt. Ilmastikunähtused. Pindpinevus. Märgamine ja kapillaarsus, nende ilmumine looduses ja tehnikas. Faasisiirded ning siirdesoojused.

Mõisted: aine olek, gaas, vedelik, kondensaine, voolis, tahkis, reaalgaas, küllastunud aur, absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt, faas ja faasisiire.

Praktilised tööd:

- 1) Sulamistemperatuuri määramine
- 2) Jahutussegude võrdlemine
- 3) Pindpinevuse uurimine
- 4) Erinevate vedelike pindpinevuse võrdlemine
- 5) Kapillaartõusu uurimine
- 6) Ilmavaatlus
- 7) Õhuniiskuse muutus ööpäeva jooksul
- 8) Pilvevaatlus

Teema: Aatomi- ja tuumafüüsika

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) rakendab Einsteini võrrandit välisfotoefekti kohta ning võrdleb välis- ja sisefotoefekti;
- 2) selgitab elektronide difraktsiooni, kasutades leiulaine mõistet;
- 3) analüüsib eriseoseenergia ja massiarvu sõltuvuse graafikut ning selgitab tuumaenergia vabanemist tuumade lõhustumis- ja sünteesireaktsioonide käigus;
- 4) seletab radioaktiivse dateerimise meetodi olemust ning toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta;
- 5) seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning analüüsib tuumaenergeetika eeliseid ja sellega seonduvaid ohte;
- 6) võrdleb ioniseeriva kiirguse liike, analüüsib ioniseeriva kiirguse mõju elusorganismidele ning võimalusi kiirguskaitseks;
- 7) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$hf = A + \frac{m_e v^2}{2}, E_s = \Delta mc^2$$

Õppesisu: Välis- ja sisefotoefekt. Fotoefekti rakendused teaduses ja tehnikas. Elektronide difraktsioon. Määramatusseos. Osakeste leiulained. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Massidefekt. Massi ja energia samaväärsus. Tuumareaktsioonid. Tuumasüntees ja lagunemine. Tuumaenergeetika ja tuumarelv. Radioaktiivsus. Poolestusaeg. Radioisotoopide rakendused. Ioniseerivad kiirgused ja nende toimed. Kiirguskaitse.

Mõisted: välis- ja sisefotoefekt, kvantmehaanika, määramatusseos, eriseoseenergia, tuumaenergeetika, tuumarelv, radioaktiivsus, poolestusaeg, radioaktiivne dateerimine, ioniseeriv kiirgus, kiirguskaitse.

Praktilised tööd:

- 1) Sinasõprus fotoefektiga
- 2) Plancki konstandi määramine leedide abil
- 3) Tuumaplahvatuse tagajärjed (arvutimudel)
- 4) Kiirgusfooni mõõtmine
- 5) Udukambri valmistamine

Teema: Astronoomia ja kosmoloogia

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) võrdleb Päikesesüsteemi põhiliste koostisosade mõõtmeid ja liikumist;
- 2) selgitab tähtede evolutsiooni ja planeedisüsteemide tekkimist;
- 3) selgitab galaktikate ehitust ja evolutsiooni.
- 4) selgitab universumi tekkimist ja arengut Suure Paugu teooria põhjal.

Õppesisu: Megamaailma uurimise vahendid ja meetodid. Päikesesüsteemi koostis, ehitus ning tekkimise hüpoteesid. Päike ja teised tähed. Tähtede evolutsioon. Mustad augud Eksoplaneedid. Galaktikad. Linnutee galaktika. Universumi struktuur. Universumi evolutsioon. Suure Paugu teooria.

Mõisted: Päikesesüsteem, planeet, Kuu, planeedi kaaslane; väikeplaneet, asteroid, komeet, meteorokeha, meteoriit, tehiskaaslane, täht, must auk, galaktika, kosmoloogia, Suur Pauk.

Praktilised tööd:

- 1) Päikesekella uurimine
- 2) Taevavaatluse korraldamine, vaatlustingimuste ennustamine
- 3) Õppekäik observatoriumi
- 4) Sekstandi valmistamine ja taevakehade kõrguse määramine
- 5) Valgusreostuse hindamine