

Ainekava **Füüsika**

1. Õppe-eesmärgid.....	1
2. Õppeaine kirjeldus.....	2
3. Gümnaasiumi õpitulemused	3
4. Õppetegevus	4
5. Füüsiline õppekeskkond	4
6. Hindamine	4
7. Füüsika kursused	5
I kursus „Füüsikalise looduskäsitluse alused”	5
II kursus „Mehaanika”	9
III kursus „Elektromagnetism”	12
IV kursus „Energia”	15
V kursus „Mikro- ja megamaailma füüsika”	18
8. Valikkursus „Teistsugune füüsika”	20

Füüsika kursuste õpetamisel taotletakse Gümnaasiumi riikliku õppekava lisa 4. „Ainevaldkond loodusained“ kirjeldatud ainevaldkonna pädevuste, üldeesmärkide ja õpitulemuste saavutamist.

Üldpädevuste kujundamist toetavad ainevaldkonna õppeained erinevate rõhuasetuste kaudu, mis on kirjeldatud ainevaldkonnakavas (õppekava lisa 3.4 „Ainevaldkond Loodusained”).

Lõiming teiste valdkonnapädevuste ja ainevaldkondadega toimub ainevaldkonna pädevuste kujundamise kaudu. Lõiming läbivate teemadega realiseerub valdkonna õppeainetes nii eesmärkide, õpitulemuste kui ka õppesisu tasandil. Lõimingu kasutamine on kirjeldatud ainevaldkonnakavas (lisa 3.4) ja õpetaja töökavades.

1. Õppe-eesmärgid

Gümnaasiumi füüsikaõppega taotletakse, et õpilane:

- 1) teadvustab füüsikat kui looduse kõige üldisemaid põhjuslikke seoseid uurivat teadust ja olulist kultuurikomponenti;
- 2) arendab loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, loovust ning süsteemset mõtlemist;
- 3) mõistab mudelite tähtsust loodusobjektide uurimisel ning mudelite paratamatut piiratust ja arengut;
- 4) teab teaduskeele erinevusi tavakeelest ning kasutab teaduskeelt korrektselt loodusnähtusi kirjeldades ja seletades;
- 5) oskab koguda ja töödelda infot, eristada vajalikku infot ülearusest, olulist infot ebaolulisest ning usaldusväärset infot infomürast;
- 6) oskab kriitiliselt mõelda ning eristab teaduslikke teadmisi ebateaduslikest;
- 7) mõistab füüsika seotust tehnika ja tehnoloogiaga ning füüsikateadmiste vajalikkust vastavate elukutsete esindajatel;
- 8) oskab lahendada olulisemaid kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid füüsikaülesandeid, kasutades loodusteaduslikku meetodit;

- 9) tunneb ära füüsikaalaseid teemasid, probleeme ja küsimusi erinevates loodusteaduslikes situatsioonides ning pakub võimalikke selgitusi neis esinevatele mõtteseostele;
- 10) aktsepteerib ühiskonnas tunnustatud väärtushinnanguid ning suhtub loodusesse ja kaaskodanikesse vastutustundlikult.

2. 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 (füüsika, keemia, bioloogia, geograafia) vertikaalse (kogu õpet läbiva) ning horisontaalse (konkreetseid teemasid omavahel seostava) 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 eesmärgiks on pakkuda vajalikke füüsikateadmisi tulevasele kodanikule, kujundada temas keskkonnahoidlikke ja ühiskonnasõbralikke ning jätkusuutlikule arengule orienteeritud hoiakuid. Gümnaasiumi tasemel käsitletakse nähtusi süsteemselt, arendades terviklikku ettekujutust loodusest. Võrreldes põhikooliga tutvutakse sügavamalt erinevate vastastikmõjude ja nende poolt põhjustatud liikumisvormidega ning otsitakse liikumisvormidevahelisi seoseid. Gümnaasiumi füüsikaõpe on holistlik, pidades tähtsaks olemuslikke seoseid tervikpildi osade vahel.

Esimeses kursuses formuleeritakse nüüdisaegse füüsika üldprintsipiibid ning konkreetsete loodusnähtuste hilisemal käsitlemisel juhitakse pidevalt õpilaste tähelepanu nimetatud printsipiide ilmnemisele.

Õpilaste füüsika sõnavara täieneb. Õpilaste kriitilise ja süsteemmõistelise mõtlemise arendamiseks lahendatakse füüsikalise erinevates aine- ja eluvaldkondades esinevaid probleeme, osatakse planeerida ja korraldada eksperimenti, kasutades loodusteaduslikku uurimismeetodit. Kvantitatiivülesandeid lahendades ei ole nõutav valemite peast teadmine. Kujundatakse oskust mõista valemite füüsikalist sisu ning valemite õiges kontekstis kasutada. Õpilastel kujunevad väärtushinnangud, mis määravad nende suhtumise füüsikasse kui kultuurifenomeni, avavad füüsika rolli tehnikas, tehnoloogias ja elukeskkonnas ning ühiskonna jätkusuutlikus arengus. Gümnaasiumi füüsikaõpe taotleb koos teiste õppeainetega õpilastel nüüdisaegse tervikliku maailmapildi ja keskkonda säästva hoiaku ning analüüsiioskuse kujunemist.

Gümnaasiumi füüsikaõppes kujundatavad üldoskused erinevad põhikooli füüsikaõppes saavutatavatest deduktiivse käsitusviisi ulatuslikuma rakendamise ning tehtavate üldistuste laiema kehtivuse poolest.

Gümnaasiumi füüsikaõpe koosneb viiest kohustuslikust kursusest ning kahest valikkursusest.

Esimese kohustusliku kursuse „Füüsikalise looduskäsitluse alused” põhifunktsioon on selgitada, mis füüsika on, mida ta suudab ja mille poolest eristub füüsika teistest loodusteadustest. Esimene

kursus tekitab motivatsiooni ülejäänud kursuste tulemuslikuks läbimiseks ning loob tausta nüüdisaegse tervikliku füüsikakäsitluse mõistmiseks.

Teine kursus „Mehaanika” avab mehaaniliste mudelite keskse rolli loodusnähtuste kirjeldamisel ja seletamisel.

Kuna kogu nüüdisaegses füüsikas domineerib vajadus arvestada aine ja välja erisusi, käsitleb kolmas kursus „Elektromagnetism” elektromagnetvälja näitel väljade kirjeldamise põhivõtteid ning olulisemaid elektrilisi ja optilisi nähtusi.

Neljas kursus „Energia” vaatlleb keskkonda energeetilisest aspektist. Käsitletakse alalis- ja vahelduvvoolu ning soojusnähtusi, ent ka mehaanilise energia, soojusenergia, elektrienergia, valgusenergia ja tuumaenergia omavahelisi muundumisi.

Viiendas kohustuslikus kursuses „Mikro- ja megamaailma füüsika” vaadeldakse füüsikalisi seaduspärasusi ning protsesse mastaapides, mis erinevad inimese karakteristikust mõõtmest (1 m) rohkem kui miljon korda. Kahe viimase kohustusliku kursuse läbimise järjestuse määrab õpetaja.

Kaks ainekavas kirjeldatud soovitatavat valikkursust pakuvad eelkõige võimalusi kahe viimase kohustusliku kursuse õppesisu laiemaks ja sügavamaks omandamiseks.

Kumbki kursus sisaldab 15 moodulit, igauks mahuga 3–6 õppetundi. Nende hulgast valib õpetaja kuni 8 moodulit.

Kursus „Füüsika ja tehnika” laiendab ning süvendab õpilaste teadmisi kohustusliku „Energia” kursuse temaatikas, tuues esile füüsika tehnilised rakendused.

Valikkursus „Teistsugune füüsika” on kohustusliku kursuse „Mikro- ja megamaailma füüsika” süvendav kursus.

3. Gümnaasiumi õpitulemused

Gümnaasiumi füüsikaõpetusega taotletakse, et õpilane:

- 1) kasutab füüsikalisi suurusi ning füüsika mõisteid ja seoseid, kirjeldades, seletades ning ennustades loodusnähtusi ja nende tehnilisi rakendusi;
- 2) lahendab situatsiooni-, arvutus- ja graafilisi ülesandeid ning hindab kriitiliselt saadud tulemuste tõepärasust;
- 3) kasutab ainekavas sisalduvaid SI mõõtühikuid, teisendab mõõtühikuid, kasutades eesliiteid *tera-, giga-, mega-, kilo-, detsi-, senti-, milli-, mikro-, nano-, piko-*;
- 4) sõnastab etteantud situatsioonikirjelduse põhjal uurimisküsimusi, kavandab ja korraldab eksperimendi, töötleb katseandmeid ning teeb järeldusi uurimisküsimuses sisalduva hüpoteesi kehtivuse kohta;
- 5) leiab infoallikatest ainekava sisuga seonduvat füüsikaalast infot;
- 6) leiab tavaelus tõusetuvatele füüsikalistele probleemidele lahendusi;
- 7) visandab ainekavaga määratud tasemel füüsikaliste objektide, nähtuste ja rakenduste jooniseid;
- 8) teisendab loodusnähtuse füüsikalise mudeli ühe kirjelduse teiseks (verbaalkirjelduse valemiks või jooniseks ja vastupidi);
- 9) on informeeritud, et väärtustada füüsikaalaseid teadmisi eeldavaid elukutseid;
- 10) võtab omaks ühiskonnas tunnustatud jätkusuutlikku arengut toetavaid väärtushinnanguid ning suhtub loodusse ja ühiskonda vastutustundlikult.

4. Õppetegevus

Õppetegevust kavandades ja korraldades:

- 1) lähtutakse õppekava alusväärtustest, üldpädevustest, õppeaine eesmärkidest, õppesisust ja eeldatavatest õpitulemustest ning toetatakse lõimingut teiste õppeainete ja läbivate teemadega;
- 2) taotletakse, et õpilase õpikoormus (sh kodutööde maht) on mõõdukas, jaotub õppeaasta ulatuses ühtlaselt ning jätab piisavalt aega nii huvitegevuseks kui ka puhkuseks;
- 3) võimaldatakse nii individuaal- kui ka ühisõpet (iseseisvad, paaris- ja rühmatööd, õppekäigud, praktilised tööd, töö arvutipõhiste õpikeskkondadega ning veebimaterjalide ja teiste teabeallikatega), mis toetavad õpilaste kujunemist aktiivseteks ja iseseisvateks õppijateks;
- 4) kasutatakse diferentseeritud õpiülesandeid, mille sisu ja raskusaste toetavad individualiseeritud käsitlust ning suurendavad õpimotivatsiooni;
- 5) rakendatakse IKT-l põhinevaid õpikeskkondi, õppematerjale ja -vahendeid;
- 6) laiendatakse õpikeskkonda: arvutiklass, kooliümborus, looduskeskkond, muuseumid, näitused, ettevõtted jne;
- 7) toetab avar õppemetoodiline valik aktiivõpet: rollimängud, arutelud, väitlused, projektõpe, õpimapi ja uurimistöö koostamine, praktilised ja uurimuslikud tööd (nt loodusobjektide ja protsesside vaatlemine ning analüüs, protsesse ja objekte mõjutavate tegurite mõju selgitamine, komplekssete probleemide lahendamine) jne.

5. Füüsiline õppekeskkond

Praktiliste tööde läbiviimiseks korraldab kool vajaduse korral õppe rühmades. Kool korraldab valdava osa õpet klassis, kus on soe ja külm vesi, valamud, elektripistikud ning IKT vahendid. Kool võimaldab ainekavas nimetatud praktiliste tööde tegemiseks katsevahendid ja –materjalid ning demonratsioonivahendid.

Kool võimaldab sobivad hoiutingimused praktiliste tööde ja demonratsioonide tegemiseks ning vajalike materjalide kogumiseks ja säilitamiseks.

Kool võimaldab kooli õppekava järgi vähemalt kaks korda õppeaastas õpet väljaspool kooli territooriumi (looduskeskkonnas, muuseumis ja/või laboris). Kool võimaldab ainekava järgi õppida arvutiklassis, kus saab teha ainekavas loetletud töid.

6. Hindamine

Hindamisel lähtutakse vastavatest gümnaasiumi riikliku õppekava üldosa sätetest. Hinnatakse õpilase teadmisi ja oskusi suuliste vastuste (esituste), kirjalike ja praktiliste tööde ning praktiliste tegevuste alusel, arvestades õpilase teadmiste ja oskuste vastavust ainekavas taotletud õpitulemustele. Õpitulemusi hinnatakse sõnaliste hinnangute ja numbriliste hinnetega.

Kirjalikke ülesandeid hinnates arvestatakse eelkõige töö sisu, kuid parandatakse ka õigekirjavead, mida hindamisel ei arvestata. Õpitulemuste kontrollimise vormid on mitmekesised ning vastavuses õpitulemustega. Õpilane peab teadma, mida ja millal hinnatakse, mis hindamisvahendeid kasutatakse ning mis on hindamise kriteeriumid.

Gümnaasiumi füüsikas jagunevad õpitulemused kahte valdkonda:

- 1) mõtlemistasandite arendamine füüsika kontekstis, sealhulgas teadmiste rakendamise ja erinevate teadmiste kombineerimise oskused,
- 2) uurimuslikud ja otsuste langetamise oskused.

Nende valdkondade suhe hindede moodustumisel on eeldatavalt 70% ja 30%.

Madalamat ja kõrgemat järku mõtlemistasandite arengu vahekord õpitulemuste hindamisel on ligikaudu 40% ja 60%.

Probleemide lahendamisel hinnatavad üldised etapid on 1) probleemi kindlaksmääramine, 2) probleemi sisu avamine, 3) lahendusstrateegia leidmine, 4) strateegia rakendamine ning 5) tulemuste hindamine.

Mitme samaväärse lahendiga probleemide (nt dilemmaprobleemide) puhul lisandub neile otsuse tegemine. Dilemmaprobleemide lahendust hinnates arvestatakse, mil määral on suudetud otsuse langetamisel arvestada eri osaliste argumente.

7. Füüsika kursused

I kursus „Füüsikalise looduskäsitluse alused”

Õpitulemused ja õppesisu

Jrk	Teema	Õpitulemused	Õppesisu
1.	Sissejuhatus füüsikasse	1) seletab sõnade <i>maailm, loodus</i> ja <i>füüsika</i> tähendust; 2) mõistab paratamatut erinevust looduse ning vaateleja kujutluste vahel; 3) tunneb loodusteaduste põhieesmärki – saavutada üha parem vastavus looduse ja seda peegeldavate kujutluste vahel; 4) teab nähtavushorisoni mõistet ja suudab vastata kahele struktuursele põhiküsimusele – mis on selle taga ning mis on selle sees? 5) teab füüsika põhierinevust teistest loodusteadustest – füüsika ja tema sidusteaduste kohustust määratleda ja nihutada edasi nähtavushorisonte; 6) määratleb looduse struktuuritasemete skeemil makro-, mikro- ja megamaailma ning nimetab nende erinevusi.	Jõudmine füüsikasse, tuginedes isiklikule kogemusele. Inimene kui vaateleja. Sündmus, signaal, aisting ja kujutus. Vaateleja kujutlused ja füüsika. Füüsika kui loodusteadus. Füüsika kui inimkonna nähtavushorisonte edasi nihutatav teadus. Mikro-, makro- ja megamaailm.
2.	Füüsika uurimismeetodid	1) seletab loodusteadusliku meetodi olemust (vaatlus-hüpotees-eksperiment-andmetöötlusjärgeldus); 2) teab, et eksperimenditulemusi üldistades jõutakse mudelini; 3) mõistab, et mudel kirjeldab reaalsust kindlates fikseeritud tingimustes, nende puudumise korral ei tarvitse mudel anda eksperimentaalset kinnitust leidvaid	Loodusteaduslik meetod ning füüsikateaduse osa selle väljaarendamises. Üldine ja sihipärane vaatlus, eksperiment. Vajadus mudelite järele. Mudeli järgelduste kontroll ja mudeli areng. Mõõtmise ja mõõtetulemus.

		<p>tulemusi;</p> <p>4) teab, et mudeli järeldusi tuleb alati kontrollida ning mudeli järelduste erinevus katsetulemustest tingib vajaduse uuteks eksperimentideks ja seeläbi uuteks mudeliteks;</p> <p>5) teab, et üldaktsepteeritava mõõtmistulemuse saamiseks tuleb mõõtmisi teha mõõteseaduse järgi;</p> <p>6) mõistab mõõtesuuruse ja mõõdetava suuruse väärtuse erinevust ning saab aru mõistetest <i>mõõtevahend</i> ja <i>taatlemine</i>;</p> <p>7) teab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ja nende mõõtühikuid ning seda, et teiste füüsikaliste suuruste ühikud on väljendatavad põhisuuruste ühikute kaudu;</p> <p>8) teab standardhälbe mõistet (see mõiste kujundatakse graafiliselt) ning oskab seda kasutada mõõtmisega kaasneva mõõtemääramatuse hindamisel;</p> <p>9) kasutades mõõtesuurust, esitab korrektselt mõõdetava suuruse väärtuse kui arväärtuse ja mõõtühiku korrutise;</p> <p>10) mõõdab õpetaja valitud keha joonmõõtmel ning esitab korrektselt mõõtetulemuse;</p> <p>11) esitab katseandmeid tabelina ja graafikuna;</p> <p>12) loob mõõtetulemuste töötlemise tulemusena mudeli, mis kirjeldab eksperimendis toimuvat.</p>	<p>Mõõtesuurus ja mõõdetava suuruse väärtus. Mõõtühikud ja vastavate kokkulepete areng. Rahvusvaheline mõõtühikute süsteem (SI). Mõõteriistad ja mõõtevahendid. Mõõteseadus. Mõõtemääramatus ja selle hindamine. Katseandmete esitamine tabelina ja graafikuna. Mõõtetulemuste töötlemine. Mudeli loomine.</p> <p>Põhimõisted: vaatlus, hüpotees, eksperiment, mõõtmine, mõõtühik, mõõtühikute süsteem, mõõtemääramatus, etalon, mõõtesuurus, mõõdetava suuruse väärtus, mõõtetulemus, mõõtevahend, mudel, taatlemine.</p> <p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine</p> <p>1. Õpetaja valitud keha joonmõõtmel mõõtmine ja korrektselt mõõtetulemuse esitamine (kohustuslik praktiline töö).</p> <p>2. Mõõtmised ja andmetöötlus õpetaja valitud näitel, võrdelise sõltuvuse kui mudelini jõudmine (kohustuslik praktiline töö).</p>
3.	Füüsika üldmudelid	<p>1) eristab füüsikalisi objekte, nähtusi ja suurusi;</p> <p>2) teab skalaarsete ja vektoriaalsete suuruste erinevust ning oskab tuua nende kohta näiteid;</p> <p>3) seletab füüsika valemities esineva miinusmärgi tähendust (suuna muutumine esialgsele vastupidiseks);</p> <p>4) rakendab skalaarsete suuruste algebralise liitmise/lahutamise ning vektorsuuruste vektoriaalse liitmise/lahutamise reegleid;</p>	<p>Füüsikalised objektid, nähtused ja suurused. Füüsikaline suurus kui mudel. Füüsika sõnavara, kasutatavad lühendid. Skalaarid ja vektorid. Tehted vektoritega. Füüsika võrdlus matemaatikaga. Kehad, nende mõõtmel ja liikumine. Füüsikaliste suuruste <i>pikkus</i>, <i>kiirus</i> ja <i>aeg</i> tulenevus vaatlaja kujutlustest.</p>

	<p>5) eristab füüsikat matemaatikast (matemaatika on kõigi kvantitatiivkirjelduste universaalne keel, füüsika peab aga alati säilitama seose loodusega);</p> <p>6) mõistab, et füüsikalised suurused <i>pikkus</i> (ka teepikkus), <i>ajavahe</i> (Δt) ja <i>ajahetk</i> (t) põhinevad kehade ja nende liikumise (protsesside) omavahelisel võrdlemisel;</p> <p>7) teab, et keha liikumisolekut iseloomustab kiirus ning oskab tuua näiteid liikumise suhtelisuse kohta makromaailmas;</p> <p>8) tunneb liikumise üldmudeleid – kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine ja laine; oskab nimetada iga liikumisliigi olulisi erisusi;</p> <p>9) teab, et looduse kaks oluliselt erinevate omadustega põhivormi on aine ja väli, nimetab peamisi erinevusi;</p> <p>10) nimetab mõistete <i>avatud süsteem</i> ja <i>suletud süsteem</i> olulisi tunnuseid;</p> <p>11) seletab Newtoni III seaduse olemust – mõjuga kaasneb alati vastumõju;</p> <p>12) tunneb mõistet <i>kiirendus</i> ja teab, et see iseloomustab keha liikumisoleku muutumist;</p> <p>13) seletab ja rakendab Newtoni II seadust – liikumisoleku muutumise põhjustab jõud;</p> <p>14) teab, milles seisneb kehade inertsuse omadus; teab, et seda omadust iseloomustab mass;</p> <p>15) seletab ja rakendab Newtoni I seadust – liikumisolek saab olla püsiv vaid siis, kui kehale mõjuvad jõud on tasakaalus;</p> <p>16) avab tavakeele sõnadega järgmiste mõistete sisu: töö, energia, kineetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasulik energia, kasutegur;</p> <p>17) sõnastab mõõtühikute <i>njuuton</i>, <i>džaul</i> ja <i>vatt</i> definitsioone ning oskab neid probleemide lahendamisel rakendada.</p>	<p>Aja mõõtmine. Aja ja pikkuse mõõtühikud <i>sekund</i> ja <i>meeter</i>. Liikumise suhtelisus. Liikumise üldmudelid – kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine ja laine.</p> <p>Vastastikmõju kui kehade liikumisoleku muutumise põhjus.</p> <p>Avatud ja suletud süsteem. Füüsikaline suurus <i>jõud</i>.</p> <p>Newtoni III seadus. Väli kui vastastikmõju vahendaja. Aine ja väli – looduse kaks põhivormi. Esmane tutvumine välja mõistega elektromagnetvälja näitel. Liikumisoleku muutumine. Kiirendus.</p> <p>Newtoni II seadus. Keha inertsus ja seda kirjeldav suurus – mass. Massi ja jõu mõõtühikud <i>kilogramm</i> ja <i>njuuton</i>.</p> <p>Newtoni I seadus. Töö kui protsess, mille korral pingutusega kaasneb olukorra muutumine. Energia kui seisundit kirjeldav suurus ja töö varu. Kineetiline ja potentsiaalne energia. Võimsus kui töö tegemise kiirus. Töö ja energia mõõtühik <i>džaul</i> ning võimsuse mõõtühik <i>vatt</i>. Kasuteguri mõiste.</p> <p>Põhimõisted: füüsikaline objekt, füüsikaline suurus, skalaarne ja vektoriaalne suurus, pikkus, liikumisolek, kiirus, aeg, kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine, laine, vastastikmõju, jõud, aine, väli, kiirendus, inerts, mass, töö,</p>
--	--	---

			<p>energia, kineetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasutegur. Ühikud: meeter, sekund, meeter sekundis, meeter sekundis sekundi kohta, kilogramm, njuuton, džaul ja vatt.</p> <p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine</p> <p>1. Tutvumine Newtoni seaduste olemusega (jõu ja massi varieerimine kindla keha korral) demokatse või arvutisimulatsiooni teel.</p> <p>2. Tutvumine välja mõistega elektromagnetvälja näitel, kasutades elektripendlit või püsimagneteid.</p> <p>3. Tutvumine erinevate liikumise üldmudelitega demokatse või arvutisimulatsiooni teel.</p>
4.	Füüsika üldprintsiibid	<p>1) toob iga loodusteaduse uurimisvaldkonnast vähemalt ühe näite põhjusliku seose kohta;</p> <p>2) toob vähemalt ühe näite füüsika pakutavate tunnetuslike ja ennustuslike võimaluste, aga ka füüsika rakendustest tulenevate ohtude kohta;</p> <p>3) teab, mis on füüsika printsiibid ja oskab neid võrrelda aksiomidega matemaatikas;</p> <p>4) teab, milles seisneb väljade puhul kehtiv superpositsiooni printsiip;</p> <p>5) sõnastab atomistliku printsiibi, energia miinimumi printsiibi, tõrjutuse printsiibi ja absoluutkiiruse printsiibi ning oskab tuua näiteid nende printsiipide kehtivuse kohta;</p> <p>6) teab relativistliku füüsika peamist erinevust klassikalisest füüsikast;</p> <p>7) oskab seletada ruumi ja aja relatiivsust, lähtudes vaateleja kujutlustest kehade ja liikumiste võrdlemisel;</p> <p>8) teab valemist $E = mc^2$ tulenevat massi ja energia samaväärsust.</p>	<p>Põhjuslikkus ja juhuslikkus. Füüsika kui õpetus maailma kõige üldisematest põhjuslikest seostest. Füüsika tunnetuslik ja ennustuslik väärtus. Füüsikaga seotud ohud. Printsiibid füüsikas (looduse kohta kehtivad kõige üldisemad tõdemused, mille kehtivust tõestab neist tulenevate järelduste absoluutne vastavus eksperimendiga). Võrdlus matemaatikaga (aksiomid). Osa ja tervik. Atomistlik printsiip (loodus ei ole lõputult ühel ja samal viisil osadeks jagatav). Atomistika füüsikas ja keemias. Energia miinimumi printsiip (kõik looduse objektid püüavad minna vähima energiaga seisundisse). Tõrjutuse printsiip (ainelisi objekte ei saa panna teineteise sisse). Väljade liitumine ehk superpositsiooniprintsiip. Absoluutkiiruse printsiip (välja</p>

			liikumine aine suhtes toimub alati suurima võimaliku kiiruse ehk absoluutkiirusega, ainelistel objektidel omavaheline liikumine on aga suhteline). Relativistliku füüsika olemus (kvalitatiivselt). Massi ja energia samaväärsus.
--	--	--	---

II kursuse „Mehaanika“

Õpitulemused ja õppesisu

Jrk	Teema	Õpitulemused	Õppesisu
1.	Kinemaatika	<p>1) teab mehaanika põhiülesannet (keha koordinaatide määramine suvalisel ajahetkel ja etteantud tingimustel);</p> <p>2) nimetab nähtuste <i>ühtlane sirgjooneline liikumine, ühtlaselt kiirenev sirgjooneline liikumine, ühtlaselt aeglustuv sirgjooneline liikumine, vaba langemine</i> olulisi tunnuseid, oskab tuua näiteid;</p> <p>3) seletab füüsikaliste suuruste <i>kiirus, kiirendus, teepikkus ja nihe</i> tähendust, mõõtühikuid ning nende suuruste mõõtmise või määramise viise;</p> <p>4) rakendab definitsioone $v=x/t$</p> <p>5) mõistab ajavahemiku $\Delta t = t - t_0$ asendamist aja lõppväärtusega t, kui $t_0 = 0$;</p> <p>6) rakendab ühtlase sirgjoonelise liikumise ja ühtlaselt muutuva liikumise kirjeldamiseks vastavalt liikumisvõrrandeid $x = x_0 \pm vt$ või $x = x_0 \pm v_0 t \pm at^2/2$;</p> <p>7) kujutab graafiliselt ja kirjeldab graafiku abil ühtlase ja ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise kiiruse ning läbitud teepikkuse sõltuvust ajast; oskab leida teepikkust kui kiiruse graafiku alust pindala;</p> <p>8) rakendab ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise kiiruse, nihke ja kiirenduse leidmiseks seoseid $v = v_0 \pm at$, $s = v_0 t \pm at^2/2$</p> <p>9) teab, et vaba langemise korral tuleb kõigis seostes kiirendus a asendada vaba</p>	<p>Mehaanika põhiülesanne. Punktmass kui keha mudel. Koordinaadid. Taustsüsteem. Teepikkus ja nihe. Kinemaatika. Ühtlane sirgjooneline liikumine ja ühtlaselt muutuv sirgjooneline liikumine: liikumisvõrrand, kiiruse ja läbitud teepikkuse sõltuvus ajast, vastavad graafikud. Vaba langemine kui näide ühtlaselt kiireneva liikumise kohta. Vaba langemise kiirendus. Kiiruse ja kõrguse sõltuvus ajast vertikaalsel liikumisel. Erisihiliste liikumiste sõltumatus.</p>

		langemisekiirendusega g , ning oskab seda teadmist rakendada, arvestades kiiruse ja kiirenduse suundi.	
2.	Dünaamika	<p>1) nimetab nähtuste <i>vastastikmõju</i>, <i>gravitatsioon</i>, <i>hõõrdumine</i> ja <i>deformatsioon</i> olulisi tunnuseid ning selgitab seost teiste nähtustega;</p> <p>2) näitab kehale mõjuvaid jõudusid nii liikumisoleku püsimisel ($v = \text{const}$, $a = 0$) kui muutumisel ($a \neq 0$);</p> <p>3) oskab leida resultantjõudu;</p> <p>4) kasutab Newtoni seadusi mehaanika põhiülesannet lahendades;</p> <p>5) seletab füüsikalise suuruse <i>impulss</i> tähendust, teab impulsi definitsiooni ning impulsi mõõtühikut;</p> <p>6) sõnastab impulsi jäävuse seaduse ja oskab praktikas kasutada seost $m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$;</p> <p>7) seletab jõu seost impulsi muutmise kiirusega keskkonna takistusjõu tekkimise näitel;</p> <p>8) nimetab mõistete <i>raskusjõud</i>, <i>keha kaal</i>, <i>toereaktsioon</i>, <i>rõhumisjõud</i> ja <i>rõhk</i> olulisi tunnuseid ning rakendab seoseid $F = mg$, $P = m(g \pm a)$, $p = F/S$</p> <p>9) nimetab mõistete <i>hõõrdejõud</i> ja <i>elastsusjõud</i> olulisi tunnuseid ning toob näiteid nende esinemise kohta looduses ja tehnikas;</p> <p>10) rakendab hõõrdejõu ja elastsusjõu arvutamise eeskirju $F_h = \mu N$ ja $F_e = -k \Delta l$;</p> <p>11) toob loodusest ja tehnikast näiteid ühtlase ja mitteühtlase tiirlemise ning pöörlemise kohta,</p> <p>12) kasutab liikumise kirjeldamisel õigesti füüsikalisi suurusi <i>pöördenurk</i>, <i>periood</i>, <i>sagedus</i>, <i>nurkkiirus</i>, <i>joonkiirus</i> ja <i>kesktõmbekiirendus</i> ning teab nende suuruste mõõtühikuid;</p> <p>13) kasutab probleemide lahendamisel seoseid: $\omega = \phi/t$, $v = \omega r$, $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$, $a = \omega^2 r = v^2/r$;</p> <p>14) rakendab gravitatsiooniseadust</p> <p>15) teab mõistete <i>raske mass</i> ja <i>inertne</i></p>	<p>Kulgliikumise dünaamika. Newtoni seadused (kordamine). Jõudude vektoriaalne liitmine. Resultantjõud. Näiteid konstantse kiirusega liikumise kohta jõudude tasakaalustumisel. Keha impulss kui suurus, mis näitab keha võimet muuta teiste kehade kiirust. Impulsi jäävuse seadus. Jõud kui keha impulsi muutmise põhjus. Keskkonna takistusjõu tekkemehhanism. Raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon. Kaalutus. Rõhumisjõud ja rõhk. Elastsusjõud. Hooke'i seadus. Jäikustegur. Hõõrdejõud ja hõõrdetegur. Keha tiirlemine ja pöörlemine. Ühtlase ringjoonelise liikumise kirjeldamine: pöördenurk, periood, sagedus, nurk- ja joonkiirus, kesktõmbekiirendus. Gravitatsiooniseadus. Raske ja inertse massi võrdsustamine füüsikas. Tiirlemine ja pöörlemine looduses ning tehnikas. Orbitaalliikumise tekkimine inertsi ja kesktõmbejõu koostoime tagajärjena.</p>

		<p><i>mass</i> erinevust;</p> <p>16) seletab orbitaalliikumist kui inertsia ja kesktõmbejõu koostoime tagajärge.</p>	
3.	Võnkumised ja lained	<p>1) nimetab vabavõnkumise ja sundvõnkumise olulisi tunnuseid ning toob näiteid nende esinemise kohta looduses ja tehnikas;</p> <p>2) tunneb füüsikaliste suuruste <i>hälve</i>, <i>amplituud</i>, <i>periood</i>, <i>sagedus</i> ja <i>faas</i> tähendust, mõõtühikuid ning mõõtmisviisi;</p> <p>3) kasutab probleeme lahendades seoseid $\omega=2\pi f=2\pi/T$ võnkumiste kontekstis;</p> <p>4) seletab energia muundumisi pendli võnkumisel;</p> <p>5) teab, et võnkumiste korral sõltub hälve ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinusfunktsioon;</p> <p>6) nimetab resonantsi olulisi tunnuseid ning toob näiteid selle esinemise kohta looduses;</p> <p>7) nimetab pikilaine ja ristlaine olulisi tunnuseid;</p> <p>8) tunneb füüsikaliste suuruste <i>lainepikkus</i>, <i>laine levimiskiirus</i>, <i>periood</i> ja <i>sagedus</i> tähendust, mõõtühikuid ning mõõtmisviisi;</p> <p>9) kasutab probleeme lahendades seoseid $v= \lambda/T$, $T=1/f$ ja $v=\lambda f$</p> <p>10) nimetab lainenähtuste <i>peegeldumine</i>, <i>murdamine</i>, <i>interferents</i> ja <i>difraktsioon</i> olulisi tunnuseid;</p> <p>11) toob näiteid lainenähtuste kohta looduses ja tehnikas.</p>	<p>Võnkumine kui perioodiline liikumine (kvalitatiivselt). Pendli võnkumise kirjeldamine: hälve, amplituud, periood, sagedus, faas. Energia muundumine võnkumisel. Hälbe sõltuvus ajast, selle esitamine graafiliselt ning siinus- või koosinusfunktsiooniga. Võnkumised ja resonants looduses ning tehnikas. Lained. Piki- ja ristlained. Lainet iseloomustavad suurused: lainepikkus, kiirus, periood ja sagedus. Lainetega kaasnevad nähtused: peegeldumine, murdamine, interferents, difraktsioon. Lained ja nendega kaasnevad nähtused looduses ning tehnikas.</p>
4.	Jäāvusseadused mehaanikas	<p>1) seletab reaktiivliikumise nähtust, seostades seda impulsi jäävuse seadusega, toob näiteid reaktiivliikumisest looduses ja selle rakendustest tehnikas;</p> <p>2) seletab füüsikalise suuruse <i>mehaaniline energia</i> tähendust ning kasutab probleemide lahendamisel seoseid $E_k = mv^2/2$, $E_p = mgh$ ja $E_{meh} = E_k + E_p$;</p> <p>3) rakendab mehaanilise energia jäävuse seadust ning mõistab selle erinevust üldisest energia jäävuse seadusest.</p>	<p>Impulsi jäävuse seadus ja reaktiivliikumine, nende ilmumine looduses ja rakendused tehnikas. Mehaaniline energia. Mehaanilise energia jäävuse seadus. Mehaanilise energia muundumine teisteks energia liikideks. Energia jäävuse seadus looduses ja tehnikas.</p>

III kursus „Elektromagnetism”

Õpitulemused ja õppesisu

Jrk	Teema	Õpitulemused	Õppesisu
1.	Elektriväli ja magnetväli	<p>1) eristab sõna <i>laeng</i> kolme tähendust: a) keha omadus osaleda mingis vastastikmõjus, b) seda omadust kirjeldav füüsikaline suurus ning c) osakeste kogum, millel on kõnealune omadus;</p> <p>2) teab elektrivoolu kokkuleppelist suunda, seletab voolu suuna sõltumatust laengukandjate märgist ning kasutab probleemide lahendamisel valemit $I = q/t$;</p> <p>3) teab, et magnetväljal on kaks põhimõtteliselt erinevat võimalikku tekitajat – püsिमagnet ja vooluga juhe, elektrostaatilisel väljal aga ainult üks – laetud keha, seletab nimetatud asjaolu ilmnenemist väljade geometrias;</p> <p>4) kasutab probleeme lahendades Coulomb’i ja Ampere’i seadust $F=kq_1 q_2/r^2$ ja $F=KI_1 I_2 l/r$;</p> <p>5) teab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni definitsioone ning oskab rakendada definitsioonivalemeid $E= F/q$ ja $B=F/I$</p> <p>16) kasutab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni vektorite suundade määramise eeskirju;</p> <p>7) tunneb Oersted’i katsest tulenevaid sirgjuhtme magnetvälja geomeetrilisi omadusi, kasutab Ampere’i seadust kujul $F = B I l \sin \alpha$ ja rakendab vastava jõu suuna määramise eeskirja;</p> <p>8) kasutab probleeme lahendades valemeid $U=A/q$, $t=Epot/q$ ja $E=U/d$</p> <p>9) seletab erinevusi mõistete pinge ja potentsiaal kasutamises;</p> <p>10) joonistab kuni kahe väljatekitaja korral elektrostaatilise välja E-vektorit ning juhtmelõigu või püsिमagneti magnetvälja B-vektorit etteantud punktis, joonistab nende väljade jõujooni ja elektrostaatilise välja ekvipotentsiaalpindu;</p>	<p>Elektrilaeng. Positiivsed ja negatiivsed laengud. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus.</p> <p>Elektrivool. Coulomb’i seadus. Punktleng. Ampere’i seadus.</p> <p>Püsिमagnet ja vooluga juhe. Elektriija magnetvälja kirjeldavad vektorsuurused <i>elektrivälja tugevus</i> ja <i>magnetinduktsioon</i>.</p> <p>Punktlengu väljatugevus ja sirgvoolu magnetinduktsioon.</p> <p>Elektrivälja potentsiaal ja pinge. Pinge ja väljatugevuse seos. Välja visualiseerimine: välja jõujoon ja ekvipotentsiaalpind.</p> <p>Homogeenne elektriväli kahe erinevusega laetud plaadi vahel, homogeenne magnetväli solenoidis.</p>

		11) teab, et kahe erinimeliselt laetud plaadi vahel tekib homogeenne elektriväli ning solenoidis tekib homogeenne magnetväli; oskab joonistada nende väljade jõujooni.	
2.	Elektromagnetväli	<p>1) rakendab probleemide lahendamisel Lorentzi jõu valemit $F_L = q v B \sin \alpha$ ning oskab määrata Lorentzi jõu suunda;</p> <p>2) rakendab magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritava pingevallemit $U = v l B \sin \alpha$;</p> <p>3) kasutab elektromotoorjõu mõistet ja teab, et induksiooni elektromotoorjõud on kõigi indutseeritavate pingete summa;</p> <p>4) seletab füüsikalise suuruse <i>magnetvoog</i> tähendust, teab magnetvoo definitsiooni ja kasutab probleemide lahendamisel magnetvoo definitsioonivalemit $\Phi = BS \cos \beta$;</p> <p>5) seletab näite varal Faraday induksiooniseaduse kehtivust ja kasutab probleemide lahendamisel valemit $e = \Delta \Phi / \Delta t$</p> <p>6) seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel;</p> <p>7) seletab mõistet <i>eneseinduksioon</i>;</p> <p>8) teab füüsikaliste suuruste <i>mahtuvus</i> ja <i>induktiivsus</i> definitsioone ning nende suuruste mõõtühikuid, kasutab probleemide lahendamisel seoseid $C = \Delta q / \Delta U$ ja $L = \Delta \Phi / \Delta I$;</p> <p>9) teab, et kondensaatoreid ja induktiivpoole kasutatakse vastavalt elektrivälja või magnetvälja energia salvestamiseks;</p> <p>10) kasutab probleemide lahendamisel elektrivälja ning magnetvälja energia valemeid $E_e = CU^2/2$ ja $E_m = LI^2/2$</p>	<p>Liikuvale laetud osakesele mõjuv magnetjõud. Magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritav pinge. Faraday katsed. Induksiooni elektromotoorjõud. Magnetvoo mõiste. Faraday induksiooniseadus. Lenzi reegel. Kondensaatoreid ja induktiivpool. Mahtuvus ja induktiivsus. Elektromagnetvälja energia.</p>
3.	Elektromagnetlained	<p>1) selgitab valguse korral dualismiprintsiipi ja selle seost atomistliku printsiibiga;</p> <p>2) rakendab probleemide lahendamisel kvandi energia valemit $E_{kv} = h f$;</p> <p>3) teab, et valguse laineomadused ilmnevad valguse levimisel, osakese-omadused aga valguse tekkimisel (kiirgumisel) ning kadumisel (neeldumisel);</p> <p>4) kirjeldab elektromagnetlainete skaalat,</p>	<p>Elektromagnetlainete skaala. Lainepikkus ja sagedus. Optika – õpetus valguse tekkimisest, levimisest ja kadumisest. Valguse dualism ja dualismiprintsiip looduses. Footoni energia. Nähtava valguse värvuse</p>

		<p>määrab etteantud spektraalparameetriga elektromagnetkiirguse kuuluvana selle skaala mingisse kindlasse piirkonda;</p> <p>5) leiab ühe etteantud spektraalparameetri (lainepikkus vaakumis, sagedus, kvandi energia) põhjal teisi;</p> <p>6) teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust;</p> <p>7) teab lainete amplituudi ja intensiivsuse mõisteid ning oskab probleemide lahendamisel neid kasutada;</p> <p>8) seletab valguse koherentsuse tingimusi ja nende täidetuse vajalikkust vaadeldava interferentsipildi saamisel;</p> <p>9) seletab joonise järgi interferentsi- ja difraktsiooninähtusi optikas;</p> <p>10) seletab polariseeritud valguse olemust.</p>	<p>seos valguse lainepikkusega vaakumis. Elektromagnetlainete amplituud ja intensiivsus. Difraktsioon ja interferents, nende rakendusnäited. Polariseeritud valgus, selle saamine, omadused ja rakendused.</p>
4.	Valguse ja aine vastastikmõju	<p>1) tunneb valguse murdumise seadust;</p> <p>2) kasutab seoseid $\sin \alpha / \sin \gamma = n$ ja $n = c/v$;</p> <p>3) konstrueerib kiirte käiku kumer- ja nõgusläätsel korral;</p> <p>4) kasutab läätsel valemil kumer- ja nõgusläätsel korral $1/a \pm 1/f = 1/k$;</p> <p>5) teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust;</p> <p>6) kirjeldab valge valguse lahutumist spektriks prisma ja difraktsioonivõre näitel;</p> <p>7) tunneb spektrite põhiliike ja teab, mis tingimustel nad esinevad;</p> <p>8) eristab soojuskiirgust ja luminesentsi, toob näiteid vastavatest valgusallikatest.</p>	<p>Valguse peegeldumine ja murdumine. Murdumiseseadus. Murdumisnäitaja seos valguse kiirusega. Kujutise tekitamine läätsel abil ja läätsel valem. Valguse dispersioon. Spektroskoobi töö põhimõte. Spektraalanalüüs. Valguse kiirgumine. Soojuskiirgus ja luminesents.</p>

IV kursus „Energia”

Õpitulemused ja õppesisu

Jrk	Teema	Õpitulemused	Õppesisu
1.	Elektrivool	<p>1) seletab elektrivoolu tekkemehhanismi mikrotasemel, rakendades seost $I = q n v S$;</p> <p>2) kasutab probleemide lahendamisel seost $R = \rho l / S$;</p> <p>3) rakendab probleemide lahendamisel Ohmi seadust vooluringi osa ja kogu vooluringi kohta</p> <p>$I = U/R$, $I = \varepsilon / R + r$ ning elektrivoolu töö ja võimsuse avaldise $A = IU t$, $N = IU$;</p> <p>4) kasutab rakenduslike probleemide lahendamisel jada- ning rööpühenduse kohta kehtivaid pinge, voolutugevuse ja takistuse arvutamise eeskirju;</p> <p>5) arvutab elektrienergia maksumust ning planeerib selle järgi uute elektriseadmete kasutuselevõttu;</p> <p>6) teab, et metallkeha takistus sõltub lineaarselt temperatuurist, ning teab, kuidas takistuse temperatuurisõltuvus annab infot takistuse tekkemehhanismi kohta;</p> <p>7) kirjeldab pooljuhi oma- ja lisandjuhtivust, sh elektron- ja aukjuhtivust;</p> <p>8) teab, et pooljuhtelektronika aluseks on pn-siire kui erinevate juhtivustüüpidega pooljuhtide ühendus; seletab jooniste abil pn-siirde käitumist päri- ja vastupingestamisel;</p> <p>9) kirjeldab pn-siirde toimimist valgusdiodis ja ventiil-fotoelemendis (fotorakus);</p> <p>10) tunneb juhtme, vooluallika, lüliti, hõõglambi, takisti, diodi, reostaadi, kondensaatori, induktiivpooli, ampermeetri ja voltmeetri tingmärke ning kasutab neid lihtsamaid elektriskeeme lugedes ja konstrueerides;</p> <p>11) kasutab multimeetrit voolutugevuse, pinge ja takistuse mõõtmiseks.</p>	<p>Elektrivoolu tekkemehhanism.</p> <p>Ohmi seaduse olemus.</p> <p>Juhi takistus ja aine eritakistus.</p> <p>Metallkeha takistuse sõltuvus temperatuurist.</p> <p>Ülijuhtivus.</p> <p>Ohmi seadus kogu vooluringi kohta.</p> <p>Vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus.</p> <p>Vedelike, gaaside ja pooljuhtide elektrijuhtivus. pn-siire.</p> <p>Pooljuhtelektronika alused.</p> <p>Valgusdiodid ja ventiil-fotoelement (fotorakk).</p> <p>Voltmeetri, ampermeetri ja multimeetri kasutamine.</p>
2.	Elektromagnetismi rakendused	<p>1) kirjeldab vahelduvvoolu kui laengukandjate sundvõnkumist;</p> <p>2) teab, et vahelduvvoolu korral sõltuvad pinge ja voolutugevus perioodiliselt ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinusfunktsioon;</p> <p>3) kirjeldab generaatori ja elektrimootori tööpõhimõtet;</p>	<p>Vahelduvvool kui laengukandjate sundvõnkumine.</p> <p>Vahelduvvoolu saamine ja kasutamine.</p> <p>Generaator ja elektrimootor.</p>

		<p>4) kirjeldab trafot kui elektromagnetilise induktsiooni nähtusel põhinevat seadet vahelduvvoolu pinge ja voolutugevuse muutmiseks, kusjuures trafo primaar- ja sekundaarpinge suhe võrdub ligikaudu primaar- ja sekundaarmähise keerdude arvude suhtega;</p> <p>5) arvutab vahelduvvoolu võimsust aktiivtarviti korral ning seletab graafiliselt voolutugevuse ja pinge efektiivväärtuste I ja U seost amplituudväärtustega I_m ja U_m, $N = I_m U_m / 2$;</p> <p>6) kirjeldab vönkeringi kui raadiolainete kiirgamise ja vastuvõtu baasseadet;</p> <p>7) kirjeldab elektriohutuse nõudeid ning sulav-, bimetal- ja rikkevoolukaitsme tööpõhimõtet õnnetuste ärahoidmisel;</p> <p>8) nimetab elektrienergia jaotusvõrgu ohutu talitluse tagamise põhimõtteid;</p> <p>9) kirjeldab elektromagnetismi olulisemaid rakendusi, näiteks raadioside, televisioon, radarid, globaalne punktiseire (GPS).</p>	<p>Elektrienergia ülekanne. Trafod ja kõrgepingeliinid. Vahelduvvooluvõrk. Faas ja neutraal. Elektriohutus. Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel. Voolutugevuse ja pinge efektiivväärtused. Elektromagnetlainete rakendused: raadioside, televisioon, radarid, GPS (globaalne punktiseire).</p>
3.	Soojusnähtused	<p>1) tunneb mõistet <i>siseenergia</i> ning seletab soojusenergia erinevust teistest siseenergia liikidest;</p> <p>2) mõistab temperatuuri kui soojusastet, seletab temperatuuri seost molekulide kaootilise liikumise keskmise kineetilise energiaga;</p> <p>3) tunneb Celsiuse ja Fahrenheiti temperatuuriskaalasid ning teab mõlemas skaalas olulisi temperatuure, nt (0 °C, 32 °F), (36 °C, 96 °F) ja (100 °C, 212 °F);</p> <p>4) kirjeldab Kelvini temperatuuriskaalat, oskab üle minna Celsiuse skaalalt Kelvini skaalale ning vastupidi, kasutades seost $T = t (°C) + 273 K$;</p> <p>5) nimetab mudeli <i>ideaalgaas</i> olulisi tunnuseid;</p> <p>6) kasutab probleemide lahendamisel seoseid $E = 3/2 k T$; $p = n k T$; $p V = m R T/M$;</p> <p>7) määrab graafikutelt isoprotsesside parameetreid.</p>	<p>Siseenergia ja soojusenergia. Temperatuur kui soojusaste. Celsiuse, Kelvini ja Fahrenheiti temperatuuriskaalad. Ideaalgaas ja reaalgas. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Isoprotsessid. Gaasi olekuvõrrandiga seletatavad nähtused looduses ja tehnikas. Mikro- ja makroparameetrid, nendevahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. Temperatuuri seos molekulide keskmise kineetilise energiaga.</p>
4.	Termodünaamika ja energeetika alused	<p>1) seletab soojusenergia muutumist mehaanilise töö või soojusülekanne vahendusel ning toob selle kohta näiteid loodusest, eristades soojusülekanne liike;</p> <p>2) sõnastab termodünaamika I printsiibi ja seostab</p>	<p>Soojusenergia muutmise viisid: mehaaniline töö ja soojusülekanne. Soojusülekanne liigid:</p>

	<p>seda valemiga $Q = \Delta U + A$;</p> <p>3) sõnastab termodünaamika II printsiibi ja seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet;</p> <p>4) seostab termodünaamika printsiipe soojusmasinatega;</p> <p>5) võrdleb ideaalse ja reaalse soojusmasina kasutegureid, rakendades valemeid $\eta = T_2 - T_1 / T_1$</p> <p>6) teab, et energeetika ülesanne on muundada üks energialiik teiseks;</p> <p>7) teab, et termodünaamika printsiipide põhjal kaasneb energiakasutusega vältimatult saastumine;</p> <p>8) kirjeldab olulisemaid taastumatuid ja taastuvaid energiaallikaid, tuues esile nende osatähtsuse Eestis ja maailmas;</p> <p>9) kirjeldab Eesti ja ülemaailmse energeetika tähtsamaid arengusuundi.</p>	<p>otsene soojusvahetus, soojuskiirgus ja konvektsioon.</p> <p>Soojushulk.</p> <p>Termodünaamika I printsiip, selle seostamine isoprotsessidega.</p> <p>Adiabaatiline protsess.</p> <p>Soojusmasina tööpõhimõtte, soojusmasina kasutegur, soojusmasinad looduses ja tehnikas.</p> <p>Termodünaamika II printsiip. Pööratavad ja pöördumatud protsessid looduses. Entroopia.</p> <p>Elu Maal energia ja entroopia aspektist lähtuvalt.</p> <p>Termodünaamika printsiipide teadvustamise ja arvestamise vajalikkus.</p> <p>Energiaülekanne looduses ja tehnikas.</p> <p>Soojus-, valgus-, elektri-, mehaaniline ja tuumaenergia.</p> <p>Energeetika alused ning tööstuslikud energiaallikad.</p> <p>Energeetilised globaalprobleemid ja nende lahendamise võimalused. Eesti energiavajadus, energeetikaprobleemid ja nende lahendamise võimalused.</p>
--	---	--

V kursus „Mikro- ja megamaailma füüsika”

Õpitulemused ja õppesisu

Jrk	Teema	Õpitulemused	Õppesisu
1.	Aine ehituse alused	<p>1) kirjeldab mõisteid <i>gaas, vedelik, kondensaine ja tahkis</i>;</p> <p>2) nimetab reaalsaasi omaduste erinevusi ideaalsaasi mudelist;</p> <p>3) kasutab õigesti mõisteid <i>küllastunud aur, absoluutne niiskus, suhteline niiskus, kastepunkt</i>;</p> <p>4) seletab nähtusi <i>märgamine ja kapillaarsus</i> ning oskab tuua näiteid loodusest ja tehnikast;</p> <p>5) kirjeldab aine olekut, kasutades õigesti mõisteid <i>faas ja faasisiire</i>;</p> <p>6) seletab faaside muutusi erinevatel rõhkudel ja temperatuuridel;</p> <p>7) kasutab hügromeetrit.</p>	<p>Aine olekud, nende sarnasused ja erinevused. Aine olekud mikrotasemel. Veeaur õhus. Õhuniiskus. Küllastunud ja küllastumata aur. Absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt. Ilmastikunähtused. Molekulaarjõud. Vedelike omadused: voolavus ja pindpinevus. Märgamine, kapillaarsus ja nende ilmumine looduses. Faasisiirded ja siirdesoojused.</p>
2.	Mikromaailma füüsika	<p>1) nimetab välis- ja sisefotoefekti olulisi tunnuseid, kirjeldab fotoefekti kui footonite olemasolu eksperimentaalset tõestust;</p> <p>2) nimetab kvantmehaanika erinevusi klassikalisest mehaanikast, seletab dualismiprintsiibi abil osakeste leiulaineid;</p> <p>3) tunneb mõistet <i>seisulaine</i>; teab, et elektronorbitaalidele aatomis vastavad elektroni leiulaine kui seisulaine kindlad kujud;</p> <p>4) kirjeldab elektronide difraktsiooni kui kvantmehaanika aluskatset;</p> <p>5) nimetab selliste füüsikaliste suuruste paare, mille vahel valitseb määramatusseos;</p> <p>6) kirjeldab nüüdisaegset aatomimudelit nelja kvantarvu abil;</p> <p>7) seletab eriseoseenergia mõistet ja eriseoseenergia sõltuvust massiarvust;</p> <p>8) kirjeldab tähtsamaid tuumareaktsioone (lõhustumine ja süntees), rõhutades massiarvu ja laenguarvu jäävuse seaduste kehtivust tuumareaktsioonides;</p> <p>9) kasutab õigesti mõisteid <i>radioaktiivsus ja poolestusaeg</i>;</p>	<p>Välis- ja sisefotoefekt. Aatomimudelid. Osakeste leiulained. Kvantmehaanika. Elektronide difraktsioon. Määramatusseos. Nüüdisaegne aatomimudel. Aatomi kvantarvud. Aatomituumade ehitus. Massidefekt. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Tuumareaktsioonid. Tuumaenergeetika ja tuumarelv. Radioaktiivsus. Poolestusaeg. Radioaktiivne dateerimine. Ioniseerivad kiirgused ja nende toimed. Kiirguskaitse.</p>

		<p>10) kasutab radioaktiivse lagunemise seadust, et seletada radioaktiivse dateerimise meetodi olemust, toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta;</p> <p>11) seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning tuumaenergeetika eeliseid, aga ka tuumatehnoloogiaga seonduvaid ohte (radioaktiivsed jäätmed, avariid jaamades ja hoidlates);</p> <p>12) nimetab ioniseeriva kiirguse liike ja allikaid, kirjeldab ioniseeriva kiirguse erinevat mõju elusorganismidele ja võimalusi kiirgusohu vähendamiseks.</p>	
3.	Megamaailm a füüsika	<p>1) nimetab astronoomia vaatlusvahendeid;</p> <p>2) seletab taevakaardi füüsilise tõlgenduse aluseid ja füüsilisi hinnanguid peamistele astraalmütoloogilistele kujutelmadele;</p> <p>3) kirjeldab mõõtmete ja liikumisviisi aspektis Päikesesüsteemi põhilisi koostisosi: Päike, planeedid, kaaslased, asteroidid, komeedid, meteorkehad;</p> <p>4) seletab kvalitatiivselt süsteemiga Päike-Maa-Kuu seotud nähtusi: aastaegade vaheldumist, Kuu faase, varjutusi, taevakehade näivat liikumist;</p> <p>5) kirjeldab Päikese ja teiste tähtede keemilist koostist ja ehitust, nimetab kiiratava energia allika;</p> <p>6) kirjeldab kvalitatiivselt Päikesesüsteemi tekkimist, tähtede evolutsiooni, Linnutee koostist ja ehitust ning universumi tekkimist Suure Pauku teooria põhjal.</p>	<p>Vaatlusastronoomia.</p> <p>Vaatlusvahendid ja nende areng. Tähtkujud.</p> <p>Taevakaardid.</p> <p>Astraalmütoloogia ja füüsika.</p> <p>Maa ja Kuu perioodiline liikumine aja arvestuse alusena. Kalender. Kuu faasid. Varjutused.</p> <p>Päikesesüsteemi koostis, ehitus ja tekkimise hüpoteesid.</p> <p>Päike ja teised tähed.</p> <p>Tähtede evolutsioon.</p> <p>Galaktikad. Meie kodugalaktika – Linnutee.</p> <p>Universumi struktuur. Suur Pauk.</p> <p>Universumi evolutsioon.</p> <p>Eesti astronoomide panus astrofüüsikasse ja kosmoloogiasse.</p>

8. Valikkursus „Teistsugune füüsika”

1. Õppe- ja kasvatusesmärgid

Valikkursusega taotletakse, et kursuse läbinud õpilane omandaks:

- 1) oma tõenäolises tulevases loodusteadusliku uurimistööga seotud ametis kasulikke teadmisi;
- 2) oskuse tuvastada mikro- ja megamaailma füüsikaga seonduvaid nähtusi tavaelus;
- 3) oskuse leida asjakohast ning usaldusväärset teavet valitud mikro- ja megamaailma nähtuste kohta;
- 4) loodusteadusliku meetodi, sh uurimusliku käsitlusviisi kasutamise mikromaailma ja universumi seaduspärasuste tunnetamisel;
- 5) oskuse anda põhjendatud hinnanguid mikromaailma ja universumi kirjeldamisel kasutatavatele füüsikalistele mudelitele;
- 6) loomingulise, füüsikalistel teadmistel ja kriitilisel mõtlemisel baseeruva vaate Maa ja universumi senist arengut käsitlevatele kontseptsioonidele;
- 7) suulise ja kirjaliku kommunikatsiooni oskusi aatomi-, tuuma- ja kiirgusfüüsikas ning kosmoloogias;
- 8) aatomi-, tuuma- ja kiirgusfüüsika- ning kosmoloogiaalaseid teadmisi väärtustava hoiaku ning valmiduse elukestvaks õppeks;
- 9) oskuse hinnata tuuma-, kiirgus- ja/või kosmosetehnoloogiatega kaasnevaid keskkonnaja/ või personaalriske ning nende minimeerimise võimalusi.

2. Kursuse lühikirjeldus

Kursus on üles ehitatud õpilasele jõukohaste mikromaailma füüsika ja/või kosmoloogia probleemide lahendamisele. Kursuse läbimisel suunatakse õpilast tegema konkreetse probleemiga seonduvaid põhjendatud ja kompetentseid otsuseid, arvestades probleemi loodusteaduslikke, tehnoloogilisi, majanduslikke, sotsiaalseid ja eetilisi dimensioone. Seejuures hoitakse tasakaalus varasemates, eelkõige füüsika, aga ka teiste loodusainete kohustuslikes kursustes omandatud teadmiste rakendamine uutes kontekstides ning uute teadmiste ja oskuste omandamine lähtuvalt vaadeldavate kontseptsioonide füüsikalisest sisust.

Kursuse õppesisu loetelus esitatakse 15 moodulit, igäiks mahuga 3–6 õppetundi. Nende hulgast valib õpetaja koostöös õpilastega enne selgitatud vajaduste või huvide põhjal kuni 8 moodulit.

Moodulid on õppesisu loetelus esitatud nende käsitlemise soovitatavas järjestuses.

Moodulite sisu tänapäevastatakse pidevalt kooskõlas uute teadmiste saamisega mikrofüüsikas ja kosmoloogias ning teadmispõhise ühiskonna vajadustega. Konkreetse kooli õpilaskonna soovil võib kursuse korraldada ka puhtalt mikromaailma füüsika või puhtalt kosmoloogia kursuseks, valides käsitlemiseks ainult vastavad moodulid.

Samade teemade esinemise korral kohustusliku kursuse ja valikkursuse õppesisus lisandub kohustusliku kursuse kvalitatiivkäsitlusele valikkursuses kvantitatiivkäsitlus.

3. Õppetegevus

Kasutatakse järgmisi õppemeetodeid:

- 1) vajaliku info leidmine õppetekstidest ja veebist;
- 2) teadmiste kinnistamine interaktiivsete õppevideote ja arvutisimulatsioonide abil;
- 3) rühmatöö mingi probleemi olemuse tunnetamisel/analüüsimisel;
- 4) mingi probleemi olemust kirjeldava esse kirjutamine ning esseede vastastikune hindamine;

- 5) loovust arendavad tegevused: plakati koostamine, arvutipresentatsioonide koostamine, debatid ja rollimängud, ajurünnak;
- 6) Cmapi meetodi kasutamine vaadeldava temaatika sisemiste olemuslike seoste teadvustamisel ja kinnistamisel.

4. Kursuse õpitulemused ja õppesisu

Jrk	Teema	Õpitulemused	Õppesisu
1.	Relatiivsusteooria.	Kursuse lõpul õpilane: 1) oskab etteantud tekstidest leida mikromaailma füüsika või kosmoloogia probleeme; 2) analüüsib näidisprobleeme ja teeb põhjendatud otsuseid neid lahendades;	Relativistlik mõtlemisviis. Absoluutkiiruse printsiibi esitused. Samaaegsuse suhtelisus. Ajavahemike suhtelisus. Pikkuste suhtelisus. Kiiruste liitmine suurte kiiruste korral. Massi sõltuvus kiirusest. Raske ja inertse massi samaväärsus kui üldrelatiivsusteooria alus. Kõvera aegruumi mudel.
2.	Aatomid ja nende uurimine.	3) integreerib uued teadmised varem omandatud loodusteaduslike baasteadmistega ühtseks tervikuks;	Planetaarne aatomimudel, Bohri mudel ja nüüdisaegne aatomimudel. Valikureeglid kui jäävusseedused. Kvantarvude lubatud väärtused. Keemiliste elementide perioodilisuse süsteem. s-, p-, d- ja f-orbitaalid füüsikas ning keemias. Elektronmikroskoop, tunnelmikroskoop ning aatomjõumikroskoop.
3.	Kvantmehaanika.	4) kirjeldab mingi probleemi parajasti kasutatavat lahendust ning analüüsib selle eeliseid ja puudusi;	Elektronide difraktsioon, leiulained ja määramatusseos. Lainefunktsioon kvantmehaanikas. Osakeste tunnelleerumine. Kvantmehaanika tõlgendused. Kvantteleportatsioon.
4.	Kiirgused ja spektrid.	5) nimetab mingi tuuma-, kiirgus- ja/või kosmosetehnoloogilise probleemi lahendusega kaasnevat keskkonna- ja/või personaalriski ning selle minimeerimise võimalusi;	Kiirguse tekkimine, ergastuse eluiga, lainejada. Spontaanne ja stimuleeritud kiirgus. Laser. Laserite kasutamine. Kiirgusspekter. Neeldumisspekter. Pidevspekter, joonspekter. Spektraalanalüüs ja selle kasutamine. Infravalgus. Ultravalgus. Röntgenikiirgus, selle saamine ja asutamine.
5.	Soojuskiirgus.	6) mõistab osakestefüüsika ja/või kosmoloogia heuristilist	Mustkiirguri kiirgusspektri omadused. Stefani-Boltzmanni seadus ja Wieneri nihkeseadus. Mustkiirguri spektri lühilainelise osa seletamine Plancki kvantühypoteesi abil. Soojuskiirguse rakendused.
6.	Fotoefekt.		Punapiir. Einsteini võrrand fotoefekti kohta. Footoni parameetrid. Välis- ja sisefotoefekt. Fotoefekti rakendused: päikesepatarei, fotoelement, CCD element. Valguse

		tähtsust inimkonnale ning nende suhestatust kooli loodusteaduslike õppeainetega;	rõhk. Fotokeemilised reaktsioonid.
7.	Tuumafüüsika	7) on seesmiselt motiveeritud täiendama oma maailmapilti kogu elu jooksul.	Nukleonid. Tuumajõud. Isotoobid. Massidefekt. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Tuumareaktsioonid: sünteesireaktsioon ja lagunemisreaktsioon. Sünteesireaktsioon looduses ja selle perspektiivid energiatootmisel. Uute raskete elementide süntees. Osakeste eraldumine lagunemisreaktsioonides. Radioaktiivsus. Ahelreaktsioon.
8.	Radioaktiivsus ega kaasnevad kiirgused.		Ioniseeriva kiirguse liigid, nende omadused. Radioaktiivse lagunemise seadus. Poolestusaeg. Allika aktiivsus. Kiirguse intensiivsuse sõltuvus kaugusest. Looduslikud ja tehislised kiirgusallikad. Tuumafüüsika meetodid meditsiinis, arheoloogias ja paleontoloogias. Kiirgusohutuse alused. Isikudoosi piirmäär.
9.	Standardmudel.		Aine algosakesed ja välja kvandid. Aine algosakesi iseloomustavad suurused. Leptonid ja kvargid. Barüonid ja mesonid. Antiosakesed. Kiirendid ja osakeste detektorid. Inimkonna ressurside piiratus kui põhiprobleem sisemise nähtavushorisoni edasinihutamisel.
10	Astronoomia ajalugu ja metoodika.		Astronoomias kasutatavad vahendid ja nende areng. Optiline astronoomia ja raadioastronoomia. Kosmilise kiirguse mõõtmine. Hubble'i kosmoseteleskoop. Spektraalmõõtmised. Doppleri efekt. Astronoomia ja kosmoloogia Eestis.
11	Kosmosetehnoloogiad.		Kosmoselende võimaldav tehnika. Mehitatud kosmoselennud. Tehnoloogilised piirangud kosmilistele kauglendudele. Teadusuuringud kosmoses. Kosmosetehnoloogia rakendused: satelliitnavigatsioon, keskkonna kaugseire, satelliitside. Militaartehnoloogiad kosmoses.
12	Päikesesüsteem.		Maa-rühma planeedid. Hiidplaneedid. Planeetide kaaslased ja rõngad. Päikesesüsteemi väikekehad. Planeedisüsteemide tekkimine ja areng.
13	Tähed.		Lähim täht Päike. Päikese atmosfääri ehitus. Aktiivsed moodustised Päikese

		<p>atmosfääris. Tähtede siseehitus. Tähesuurus. Tähtede põhikarakteristikud: temperatuur, heledus, raadius ja mass. Hertzsprungi-Russelli diagramm. Muutlikud tähed ja noovad.</p> <p>Valged kääbused, neutrontähed, mustad augud. Tähtede areng.</p>
14	Galaktikad.	<p>Linnutee koostisosad ja struktuur. Täheparved. Galaktikad. Galaktikate parved. Universumi kärgstruktuur. Tume aine ja varjatud energia.</p>
15	Kosmoloogilised mudelid.	<p>Kosmoloogiline printsiip. Universumi evolutsioon. Suure Paugu teooria ning selle füüsikalised alused – kosmoloogiline punanihe ja reliktiirgus. Antroopsusprintsiip.</p>