

10. klass I kursus “Füüsikalise looduskäsitluse alused”, 35 tundi

Õppesisu koos soovitusliku tunnijaotusega	Õpitulemused	Praktilised tööd, IKT rakendamine, soovitused õpetajale
<p>1. Sissejuhatus füüsikasse. (3 tundi) Jõudmine füüsikasse, tuginedes isiklikule kogemusele. Inimene kui vaatleja. Sündmus, signaal, aisting ja kujutus. Vaatleja kujutlused ja füüsika. Füüsika kui loodusteadus. Füüsika kui inimkonna nähtavushorisonte edasi nihutav teadus. Mikro-, makro- ja megamaailm.</p> <p>Põhimõisted: loodus, loodusteadus, füüsika, vaatleja, nähtavushorisont, makro-, mikro- ja megamaailm.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) seletab sõnade tähendust: maailm, loodus ja füüsika; 2) mõistab paratamatut erinevust looduse ning vaatleja kujutluste vahel; 3) tunneb loodusteaduste põhieesmärki – saavutada üha parem vastavus looduse ja seda peegeldavate kujutluste vahel; 4) teab nähtavushorisondi mõistet kui vaatleja kahele struktuursele põhiküsimusele <i>Mis on selle taga?</i> ning <i>Mis on selle sees?</i> antavate vastuste piiri; 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. 	<p>Metoodilised soovitused: NB! Kuna igal õpetajal on õigus tuua näiteid omaenda maailmapildi põhjal, siis ei saa alljärgnev olla kohustuslik. Tegemist on vaid soovitustega!</p> <p><u>1. tund</u> sisustada õpetaja poolt suunatava aruteluga sõnade <i>maailm, loodus, loodusteadus</i> ja <i>füüsika</i> tähenduse üle.</p> <p><u>2. tunnis</u> avada mõiste vaatleja. Vaatlejat võib defineerida rea tunnuste kaudu, nt vaatleja omab: a) vaba tahet, b) võimet saada aistinguid, c) mälu (võimet kasutada salvestatud infot), d) mõistust (võimet koostada süllogisme). Esitada füüsikalise tunnetusprotsessi kirjeldus (sündmus, signaal ja selle moonutused, retseptor, närviprotsess, aisting, tajus, kujutus). Jõuda kokkuvõtteni: füüsika on paljude vaatlejate ühine loodust peegeldavate kujutluste süsteem (aga mitte loodus ise!). Ilma vaatlejata ei ole füüsikat. <u>Näidisprobleem:</u> Kas koer on vaatleja? Kas veebikaameraga varustatud arvuti on vaatleja?</p> <p><u>3. tunnis</u> avada mõisted välimine ja sisemine nähtavushorisont kui vaatleja ruumiliste teadmiste piirid. Selgitada, et vastamine küsimustele <i>Mis on sellest veel suurem asi?</i> ning <i>Mis on need veel väiksemad asjad, millest uuritav asi koosneb?</i> – on võimalik vaid kuni nähtavushorisondini. Looduse struktuuritasemete skeem (inimene ise keskel ja nähtavushorisondid äärtes). Määratleda sellel erinevate loodusteaduste tööpiirkondi, makromaailma ($1 \mu\text{m} < l < 1 \text{Mm}$, kus l on objekti mõõde), mikromaailma ($l < 1 \mu\text{m}$) ja megamaailma ($l > 1 \text{Mm}$).</p> <p>Tähelepanu: rõhutada nähtavushorisonti kui üldist terminit ja seda, et me näitame/näeme erijuhte.</p> <p>IKT: 1) Struktuuritasemete skeem arvutis koos <i>zoom</i>'i võimalusega; 2) Video makro-, mikro- ja megamaailma kohta.</p> <p>Lõiming: 1) geograafiaga (Maa), 2) ajalooaga (loodusteaduse ajalugu), 3) psühholoogiaga (tunnetusprotsess), 3) bioloogiaga (bakter, rakk).</p> <p>Hindamine: reeglina vastavalt õpilaste osalusele arutelus. Võib läbi viia <u>testi</u> struktuuritasemete skeemi täiendamise peale, lasta kirjutada <u>essee</u> või lahendada <u>ristsõna</u>. Võib seda osa ka üldse mitte eraldi hinnata.</p>
<p>2. Füüsika uurimismeetod. (8 tundi) Loodusteaduslik meetod ning füüsikateaduse osa selle väljaarendamises. Üldine ja sihipärane vaatlus, eksperiment. Vajadus mudelite järele. Mudeli järeluste kontroll ja mudeli areng. Mõõtmine ja mõõtetulemus.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) seletab loodusteadusliku meetodi olemust (vaatlus-hüpotees-eksperiment-andmetöötlus-järelus); 2) teab, et eksperimenditulemusi üldistades jõutakse mudelini; 3) mõistab, et mudel kirjeldab 	<p>Metoodilised soovitused: <u>1. tund</u> sisustada õpetaja poolt suunatava aruteluga sõnade <i>mõõtmine, mõõtühik, mõõtetulemus, mõõtevahend</i> jne tähenduse üle. Näidata <i>Google</i>'i või <i>Vikipeedia</i> määratlusi, lasta mõõta koolilaua pikkust ja laiust, kasutades mõõtühikuna õpiku või vihiku pikkust-laiust. Jõuda kokkuvõtteni: loodusteadus algab mõõtmisest. Seejärel meenutada juba põhikoolis õpitud loodusteaduslikku meetodit. Tuua näiteid üldisest (objektita) vaatlusest, loodusnähtuse või -objekti sihipärasest vaatlusest ning eksperimendist.</p> <p><u>2. tunnis</u> selgitada, miks mõõteasjanduses peavad kehtima suhteliselt ranged kokkulepped</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. Õpetaja valitud keha joonmõõtmete mõõtmine ja korrektse mõõtetulemuse esitamine (1. kohustuslik praktiline töö). Mõõtmised ja andmetöötlus õpetaja valitud näitel, võrdelise sõltuvuse kui mudelini jõudmine (2. kohustuslik praktiline töö).</p> <p>Põhimõisted: vaatlus, hüpotees, eksperiment, mõõtmine, mõõtühik, mõõtühikute süsteem, mõõtemääramatus, etalon, mõõtesuurus, mõõdetava suuruse väärtus, mõõtetulemus, mõõtevahend, mudel, taatlemine.</p>	<p>reaalsust kindlates fikseeritud tingimustes, nende puudumise korral ei tarvitse mudel anda eksperimentaalset kinnitust leidvaid 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 korrektse mõõtmistulemuse saamiseks tuleb mõõtmisi teha mõõteseaduse järgi;</p> <p>6) mõistab mõõtesuuruse ja mõõdetava suuruse väärtuse erinevust ning saab aru mõistetest mõõtevahend ja taatlemine.</p> <p>7) teab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ning 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 poolt valitud keha joonmõõtmised ning esitab korrektse mõõtetulemuse;</p> <p>11) esitab katseandmeid tabelina ja</p>	<p>(mõõteseaduseni välja). Arutelu käigus avada mõõteseaduses sisalduvad mõisted (<i>mõõtesuurus, mõõtesuuruse väärtus, mõõtevahend, mõõteriist, etalon, taatlemine</i>). Rõhutada kaasnevaid juriidilisi aspekte (näide: ebakorrektsel mõõtmisel alusel esitatud pretensioon on õigustühine).</p> <p><u>3. tunnis</u> tutvustada rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi, nende mõõtühikuid ja ühikute eesliiteid. Tuua näiteid teiste füüsikaliste suuruste avaldumisest põhisuuruste kaudu ning teiste ühikute tuletamisest põhiühikute abil. Tuua näiteid mõõtühikuid määravate kokkulepete arengust.</p> <p><u>4. tunnis</u> teostada mingi pikkuse demomõõtmine (põhiosa andmestikust on saadud varem, kohapealsed mõõtetulemused lisanduvad). <u>Näide 1:</u> selle tee pikkus, mille läbib kindlalt kaldpinnalt algkiiruse saanud münt järgneval horisontaalsel libisemisel. <u>Näide 2:</u> õpilase reaktsioonaja määramine vastu seina surutud joonlaua lahtilaskmisel. IKT: Demonstreerida andmetöötlusprogrammi (<i>Excel vms</i>) abil mõõtemääramatuse ja standardhälbe leidmist, selgitada standardhälbe graafilist tõlgendust.</p> <p><u>5.-6. tunnis</u> lasta analoogiliselt mingi pikkuse mõõtmine ning sellele järgnev mõõtemääramatuse hindamine teostada õpilastel - <u>1. kohustuslik praktiline töö</u>. Iga õpilane teeb ise 10 mõõtmist ja lisab neile juhuvalikul 9 kaaslaste tulemused. Õpilased saavad lõpuks korrektse mõõtetulemuse koos mõõtemääramatusega.</p> <p><u>7. tunnis</u> tuua arutelu käigus näiteid füüsikalistest mudelitest, nendeni jõudmisest eksperimentitulemuste üldistamisel, mudelite vajalikkusest, mudelite omadustest, mudelite arengust. Füüsika kui loodusnähtuste kõige üldisemaid mudeleid loov teadus. Teostada kahe omavahel võrdelise suuruse (näiteks pinge ja voolutugevus) demomõõtmine, esitada andmed tabelina ja graafikuna, jõuda võrdelise sõltuvuse kui mudelini.</p> <p><u>8. tunnis</u> lasta seesama töö teha õpilastel teise suuruste paari kohta (nt vertikaalselt rippuva vedru pikenemine raskuste lisamisel) - <u>2. kohustuslik praktiline töö</u>.</p> <p>Tähelepanu: Mudeli mõiste üldisus (mitte lihtsalt suurendatud või vähendatud pilt asjast). IKT: standardhälbe arvutamine jm andmetöötlus Excel'i abil.</p> <p>Lõiming - mudelid: 1) <u>geograafias</u> (jõe voolamine, gloobus), 2) <u>keemias</u> (aatom), 3) <u>bioloogias</u> (bakter, rakk, puu kõrguse mõõtmine). <u>Bioloogia:</u> loodusteadusliku uuringu kavandamine ja teostamine, uuringu tulemuste analüüs ja esitamine.</p> <p>Hindamine: aruteludes osalemise ja praktiliste tööde protokollide kvaliteedi põhjal. Võib ka läbi viia testi õpitulemustes sisalduvate mõistete tundmise peale.</p>
---	---	--

	graafikuna; 12) loob mõõtetulemuste töötlemise tulemusena mudeli, mis kirjeldab eksperimendis toimuvat.	
<p>3. Füüsika üldmudelid. (16 tundi) Füüsikalised objektid, nähtused ja suurused. Füüsikaline suurus kui mudel. Füüsika keel, selles kasutatavad lühendid. Skalaarid ja vektorid. Tehted vektoritega. Füüsika võrdlus matemaatikaga. Kehad, nende mõõtmed ja liikumine. Füüsikaliste suuruste pikkus, kiirus ja aeg tulenevus vaatleja kujutlustest. Aja mõõtmine. Aja ja pikkuse mõõtühikud sekund ja meeter. Liikumise suhtelisus. Liikumise üldmudelid – kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine ja laine. Vastastikmõju kui kehade liikumisoleku muutumise põhjus. Avatud ja suletud süsteem. Füüsikaline suurus jõud. Newtoni III seadus. Väli kui vastastikmõju vahendaja. Aine ja väli – looduse kaks põhivormi. Esmane tutvumine välja mõistega elektromagnetvälja näitel. Liikumisoleku muutumine. Kiirendus. Newtoni II seadus. Keha inertsus ja seda kirjeldav suurus – mass. Massi ja jõu mõõtühikud kilogramm ja njuuton. Newtoni I seadus. Töö kui protsess, mille korral pingutusega kaasneb olukorra muutumine. Energia kui seisundit kirjeldav suurus ja töö varu. Kineetiline ja potentsiaalne energia.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) eristab füüsikalisi objekte, nähtusi ja suurusi; 2) teab skalaarsete ja vektoriaalsete suuruste erinevust ning oskab tuua nende kohta näiteid; 3) seletab füüsika valemities esineva miinusmärgi tähendust (suuna muutumine esialgsele vastupidiseks); 4) rakendab skalaarsete suuruste algebralise liitmise/lahutamise ning vektorsuuruste vektoriaalse liitmise ja lahutamise reegleid; 5) eristab füüsikat matemaatikast (matemaatika on kõigi kvantitatiivkirjelduste universaalne keel, füüsika peab aga alati säilitama seose loodusega); 6) mõistab, et füüsikalised suurused pikkus (ka teepikkus), ajavahemik (Δt) ja ajahetk (t) põhinevad kehade ja nende liikumise (protsesside) omavahelisel võrdlemisel; 7) teab, et keha liikumisolekut iseloomustab kiirus ning oskab tuua näiteid liikumise suhtelisuse kohta makromaailmas; 8) tunneb liikumise üldmudeleid – kulgemine, pöörlemine, kuju 	<p>Metoodilised soovitused: <u>1. ja 2. tund:</u> õpetaja poolt suunatav arutelu füüsikaliste objektide, nähtuste ja suuruste üle (<i>milles nad erinevad?</i>). Füüsika üldmudel kui läbi kogu füüsika kasutatav mudel. Mõiste keha kui füüsika üldmudel. Füüsikaline suurus kui paljude vaatlejate ühine kujutus. Suurus kui füüsika üldmudel. Miks loeme ühtesid suurusi skalaarseteks ja teisi vektoriaalseteks?</p> <p><u>Lõiming matemaatikaga:</u> vektori ja koordinaadi mõisted, tehted vektoritega. Matemaatika kui keel, mis näiliselt iseseisvalt defineerib oma reeglid. Füüsika kui nende reeglite looduslikku päritolu avav õpetus. Näited matemaatika põhitehete ja miinusmärgi loodusest tulenevuse kohta. Ruutvõrrandi negatiivne lahend matemaatikas ja füüsikas.</p> <p><u>3. ja 4. tund:</u> arutelu füüsikaliste suuruste pikkus, kiirus ja aeg päritolu üle. <u>Oluline: iga vaatleja loob need kujutlused ise</u>, omaenda aistingutest lähtuvalt. Nad on paljudele vaatlejatele ühised vaid juhul, kui vaatlejad on ühesugustes tingimustes. Kehade võrdlemine ja sellest lähtuv kujutus ruumist, protsesside (liikumiste) võrdlemine, sellest lähtuv kujutus ajast. Aja mõõtmine perioodilise protsessi abil. Liikumisolekut iseloomustav suurus – kiirus. Liikumise suhtelisus. Mõõtühikud 1 m, 1 s ja 1 m/s.</p> <p><u>5. tund:</u> arutelu liikumise üldmudelite üle. <u>Näidisprobleeme:</u> Kas saab ühte teisele taandada? Kas laine on võnkumise erijuht või on võnkumine laine erijuht? <u>Soovituslik praktiline töö:</u> Tutvumine liikumise üldmudelitega demokatsse või arvutisimulatsiooni teel.</p> <p><u>6. ja 7. tund:</u> õpetaja poolt suunatav arutelu mõistete aine ja väli üle. Välja eriomadused võrreldes ainega: mõõtmete puudumine ja paljude väljade samaaegne üksteist mitte segav eksistents. Õpilane peab saama võimaluse välja “katsuda”, kas siis surudes kokku kahe tugeva püsिमagneti samanimelisi pooluseid või jälgides laetud elektripendlite tõukumist. <u>Oluline: kummalgi kehal on oma väli</u>, mille vahendusel ta mõjutab jõuga teist keha. Mõju vastastikusus, jõudmine Newtoni III seaduseni. Vastastikmõju intensiivsust (ägedust) kirjeldav suurus – jõud.</p> <p>Arutelu mõistete avatud süsteem ja suletud süsteem üle. <u>Näide:</u> kaks tasakaalulist tõukuvat või tõmbuvat elektripendlit kui suletud süsteem (kese paigal). Elektriseeritud pulga lähendamisel pendlite süsteemi kese nihkub – süsteem muutus avatuks. Süsteemi sisejõud ning süsteemile mõjuv välisjõud.</p> <p><u>8. ja 9. tund:</u> õpetaja poolt suunatav arutelu Newtoni II seaduse üle. Liikumisoleku muutumist iseloomustav suurus – kiirendus. Mõõtühik $1 \text{ (m/s)/s} = 1 \text{ m/s}^2$. Kehade kalduvus mitte muuta oma liikumisolekut ehk inertsus. Keha inertsust kirjeldav füüsikaline suurus mass. Jõud kui liikumisoleku muutumise põhjustaja. Newtoni II seadus põhjusliku seosena: $a = (1/m) F$.</p>

<p>Võimsus kui töö tegemise kiirus. Töö ja energia mõõtühik džaul ning võimsuse mõõtühik vatt. Kasuteguri mõiste.</p> <p>Põhimõisted: füüsikaline objekt, füüsikaline suurus, skalaarne ja vektoriaalne suurus, pikkus, liikumisolek, kiirus, aeg, kulgemine, pööreline, kuju muutumine, võnkumine, laine, vastastikmõju, jõud, aine, väli, kiirendus, inerts, mass, töö, energia, kineetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasutegur. Ühikud: meeter, sekund, meeter sekundis, meeter sekundis sekundi kohta, kilogramm, njuuton, džaul ja vatt.</p>	<p>muutumine, võnkumine/laine; oskab nimetada iga liikumislühi 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 avatud süsteem - suletud süsteem olulisi tunnuseid;</p> <p>11) seletab Newtoni III seaduse olemust – mõjuga kaasneb alati vastumõju;</p> <p>12) tunneb mõistet kiirendus 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 njuuton, džaul ja vatt definitsioone ning oskab neid probleemide lahendamisel rakendada;</p>	<p><u>Lõiming matemaatikaga:</u> funktsionaalne sõltuvus $y = f(x)$. Argument x kui põhjus, funktsioon y kui tagajärg. <u>Näidisprobleeme:</u> Kas Newtoni II seadus on võrdeline või pöördvõrdeline sõltuvus? Kas Newtoni II seadus on kiirenduse, massi või jõu definitsioon?</p> <p><u>Lõiming:</u> keheline kasvatus ja sport – kuulitõukaja või kettaheitja. Jõuvektori suund - poksija löök.</p> <p>Newtoni II seaduse mittepõhjuslik kuju: $F = m a$. Massi mõõtühik 1 kg ja jõu mõõtühik 1 N.</p> <p><u>Soovituslik praktiline töö:</u> jõu ja massi varieerimine kindla keha korral demokatsse või arvutisimulatsiooni käigus, selle mõju kiirendusele.</p> <p><u>10. tund:</u> arutelu Newtoni I seaduse üle. Summaarse jõu puudumine ($F = 0$) kui liikumisoleku püsivuse ($a = 0$, $v = \text{const}$) tingimus. Newtoni I seadus kui II seaduse erijuht. Liikumisoleku püsivuse ülikitsas erijuht – paigalseis ($v = 0$).</p> <p><u>11. ja 12. tund:</u> arutelu suuruste töö ja energia päritolu üle. <u>Seisundit</u> (olekut) kirjeldav suurus energia ja ühest olekust teise viivat <u>protsessi</u> kirjeldav suurus töö. Töö võrdelisus nii olukorra muutmiseks vajaliku pingutusega (jõud) kui ka olukorra muutumise määraga (tee pikkus). Seda sätestav seos $A = F s$. Töö ja energia mõõtühik 1 J. Kineetiline (keha liikumisolekust tingitud) ning potentsiaalne (kehade vahel mõjuvatest jõududest tingitud) energia. Näited.</p> <p><u>Lõiming geograafiaga</u> - Maa kui süsteem. Energiavood Maa süsteemides. Ökosüsteem.</p> <p><u>Lõiming bioloogiaga</u> - Biosfääri läbiv energiavoog kui Maal eksisteeriva elu alus.</p> <p><u>13. ja 14. tund:</u> arutelu suuruste võimsus ja kasutegur üle. Võimsus kui töö tegemise kiirus. Võimsuse mõõtühik 1 W. Näited tuntud seadmete võimsuse kohta (elektrilambid, elektrimootorid, auto mootor). Inimorganismi võimsus. Kasulik töö ja kogu töö. Kasuteguri mõiste, näited seadmete kasutegurite kohta. Soovituslik praktiline töö: õpilase võimsuse määramine trepist üles jooksmisel ja rahulikul astumisel.</p> <p><u>15. tund:</u> arvutusülesannete lahendamine õpitud seoste peale. Kordamine.</p> <p><u>16. tund:</u> kirjalik arutlus või avatud vastustega kontrolltöö füüsika üldmudelite teemal.</p> <p>Hindamine: aruteludes osalemise ja kirjaliku töö põhjal.</p>
--	--	--

4. Füüsika üldprintsiihid (8 tundi)

Põhjuslikkus ja juhuslikkus. Füüsika kui õpetus looduse kõige üldisematest põhjuslikest seostest. Füüsika tunnetuslik ja ennustuslik väärtus. Füüsikaga seotud ohud. Printsiihid füüsikas (looduse kohta kehtivad kõige üldisemad tõdemused, mille kehtivust tõestab neist tulenevate järelduste absoluutne vastavus eksperimendiga). Võrdlus matemaatikaga (aksioomid). Osa ja tervik. Atomistlik printsiiptüüp (loodus ei ole lõputult ühel ja samal viisil osadeks jagatav). Atomistika füüsikas ja keemias. Energia miinimumi printsiiptüüp (kõik looduse objektid püüavad minna vähima energiaga seisundisse). Tõrjutusprintsiiptüüp (ainelisi objekte ei saa panna teineteise sisse). Väljade liitumine ehk superpositsiooniprintsiiptüüp. Absoluutkiiruse printsiiptüüp (välja liikumine aine suhtes toimub enamasti suurima võimaliku kiiruse ehk absoluutkiirusega, aineliste objektide omavaheline liikumine on aga suhteline). Relativistliku füüsika olemus (kvalitatiivselt). Massi ja energia samaväärsus.

Põhimõisted: põhjuslik ja juhuslik sündmus, printsiiptüüp, atomistlik printsiiptüüp, algosake, kvant, energia miinimumi printsiiptüüp, tõrjutusprintsiiptüüp, superpositsiooniprintsiiptüüp, absoluutkiirus ja absoluutkiiruse printsiiptüüp, relativistlik füüsika.

- 1) toob iga loodusteaduse uurimisvaldkonnast vähemasti ühe näite põhjusliku seose kohta;
- 2) toob vähemasti ühe näite füüsika pakutavate tunnetuslike ja ennustuslike võimaluste, aga ka füüsika rakendustest tulenevate ohtude kohta;
- 3) teab, mis on füüsika printsiihid ja oskab neid võrrelda aksioomidega matemaatikas;
- 4) teab, milles seisneb väljade puhul kehtiv superpositsiooni printsiiptüüp;
- 5) sõnastab atomistliku printsiiptüüpi, energia miinimumi printsiiptüüpi, tõrjutuse printsiiptüüpi ja absoluutkiiruse printsiiptüüpi ning oskab tuua näiteid nende printsiiptüüpide kehtivuse kohta;
- 6) teab relativistliku füüsika peamist erinevust klassikalisest füüsikast;
- 7) oskab seletada ruumi ja aja relatiivsust, lähtudes vaatlaja kujutlustest kehade ja liikumiste võrdlemisel.
- 8) teab valemist $E = mc^2$ tulenevat massi ja energia samaväärsust.

Metoodilised soovitused: 1. ja 2. tund: õpetaja poolt suunatav arutelu põhjuslikkuse, füüsika tunnetuslike ja ennustuslike võimaluste ning füüsikaga seotud ohtude üle. Põhjuslikkuse määratlus, põhjuslikkuse liigid ja juhuslikkus. Näited põhjuslike seoste kohta eri loodusteaduste uurimisvaldkondadest, kusjuures selgub, et füüsika seosed on kõige üldisemad. Näited füüsika poolt pakutavate tunnetuslike ja ennustuslike võimaluste, aga ka füüsika rakendustest tulenevate ohtude kohta. Ennustamine: aastaegade vaheldumine, taevakehade liikumine. Füüsikaga seotud ohud: globaalne tuumasõda või muu tuumakatastroof, freoone kasutavad seadmed. Põhjuslike seoste tunnetamine kui ennustamise alus.

3. tund: arutelu füüsikalise **printsiiptüüpi** mõiste üle. Lõiming matemaatikaga: printsiiptüüp kui aksioomi analoog. Miks-küsimuste ahelad füüsikas, printsiiptüüp kui ühe ahela lõpp (nendime, et loodus lihtsalt on selline, miks-küsimus jääb vastusetu). Füüsika tundmine kui suutlikkus seletada loodusnähtusi, jõudes välja füüsikaliste printsiiptüüpideni.

4. tund: arutelu **atomistliku printsiiptüüpi** ja **energia miinimumi printsiiptüüpi** üle. Osa ja terviku vastandlikkus ning ühtsus. Atomistika füüsikas, keemias ja tavaelus (arvud, kirjatähed). Näited energia miinimumi printsiiptüüpi kohta (kivi kukkumine, soojuse levik kuumemalt kehalt külmemale, magnetvälja orienteerumine, valguse kiirgumine aatomist jne).

Lõiming keemiaga: energia miinimumi printsiiptüüp (ioonide teke, reaktsioonide lõpunikulgemine).

5. tund: arutelu **tõrjutusprintsiiptüüpi** ja **superpositsiooniprintsiiptüüpi** üle. Tõrjutusprintsiiptüüp makro- ja mikromaailmas. Superpositsiooniprintsiiptüüpi tulenev tõrjutusprintsiiptüüpi mittekehtivusest välja korral. Näited tõrjutusprintsiiptüüpi kehtivusest aine korral (kaks veejuga põrkuvad kokku) ning mittekehtivusest välja korral (kaks laserikiirt või taskulambi kiirteviiku lähevad teineteisest läbi).

Tähelepanu: On iga vaatlaja vaba valik, mida pidada printsiiptüübiks (nt kas tõrjutusprintsiiptüüp ja superpositsiooniprintsiiptüüp on üks ja seesama asi või mitte?)

6. ja 7. tund: arutelu **absoluutkiiruse printsiiptüüpi** ja sellest tuleneva **relativistliku füüsika** üle. Relativistliku füüsika peamine eripära: klassikaline (Newtoni) füüsika eeldab absoluutkiiruse lõpumatust (piirangu puudumist), relativistlik füüsika lähtub absoluutkiiruse olemasolust ja uurib liikumisi sellele lähedastel kiirustel. **Absoluutkiirus** \equiv valguse kiirus vaakumis c . Valgus kui inimesele kõige tuntum näide puhtalt väljalise (täpsemalt – nullise seisumassiga) objekti kohta. See liigub ainelise objekti suhtes alati absoluutkiirusega (sõltumata aineliste objektide omavahelisest liikumisest). Relativistliku füüsika loomulikkus: ruum ja aeg on vaid vaatlaja kujutlused. Need kujutlused on paljudele vaatlajatele ühised vaid juhul, kui vaatljad on ühesugustes tingimustes. Erinevates tingimustes on ka vaatljate kujutlused ajast ning ruumist erinevad ja see peabki nii olema.

Aja aeglustumine sündmuskoha suhtes liikuva vaatlaja jaoks. Näide kahe valguskellaga (üks Maa pinnal, teine Maast eemalduvas kosmoselaevas). Lorentzi teguri tuletamine (mittekohustuslik materjal). Objekti tegelik pikkus kui arvutuste tulemus ("tagantjärele-tarkus"). Pikkuste lühenemine sündmuskoha suhtes liikuva vaatlaja jaoks. Raskused juba

<p>Soovitus õpetajale: Tutvustada kursuse lõpul omal valikul füüsika siirdeteadusi (biofüüsika, füüsikaline keemia, tehniline füüsika, tugevusõpetus vms).</p>		<p>absoluutkiirusele lähedase kiirusega liikuva keha kiirendamisel konstantse jõuga ning sellest tulenev <u>massi suurenemine</u> ($a \rightarrow 0$ ja seega $m \rightarrow \infty$). Mass ja energia kui millegi olemasolu kirjeldavad suurused, sellest tulenev võrdelisus nende vahel ehk <u>samaväärsusseos</u> (valem $E = mc^2$). IKT: Tutvumine liikuva keha pikkuse relativistliku muutumisega, kasutades vastavat arvutisimulatsiooni.</p> <p><u>8. tund:</u> kirjalik arutlus või avatud vastustega kontrolltöö füüsika üldprintsiipide teemal.</p> <p>Hindamine: aruteludes osalemise ja kirjalikus töös üles näidatud teadmiste põhjal. Võib korraldada valikvastustega testi.</p>
---	--	--

10. klass II kursus „Mehaanika“, 35 tundi

Õppesisu koos soovitusliku tunnijaotusega	Õpitulemused	Täiendavad praktilised tööd, IKT rakendamine, soovitusel õpetajale
<p>Kinemaatika. (8 tundi) Mehaanika põhiülesanne. Punktmass kui keha mudel. Koordinaadid. Taustsüsteem. Teepikkus, 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> <p>Põhimõisted: mehaanika põhiülesanne, punktmass, taustsüsteem, teepikkus, nihe, kinemaatika, keskmine kiirus, hetkkiirus, kiirendus, vaba langemise kiirendus.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) teab mehaanika põhiülesannet (keha koordinaatide määramine suvalisel ajahetkel ja etteantud tingimustel); 2) nimetab nähtuste (ühtlane sirgjooneline liikumine, ühtlaselt kiirenev sirgjooneline liikumine, ühtlaselt aeglustuv sirgjooneline liikumine, vaba langemine) olulisi tunnuseid, oskab tuua näiteid; 3) seletab füüsikaliste suuruste kiirus, kiirendus, teepikkus ja nihe tähendust, mõõtühikuid ning nende suuruste mõõtmise või määramise viise; 4) rakendab definitsioone $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ja $a = \frac{v - v_0}{\Delta t}$; 5) mõistab ajavahemiku $\Delta t = t - t_0$ asendamist aja lõppväärtusega t, kui $t_0 = 0$; 6) rakendab ühtlase sirgjoonelise liikumise ja ühtlaselt muutuva liikumise kirjeldamiseks vastavalt liikumisvõrrandeid $x = x_0 \pm vt$ või $x = x_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$; 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; 8) rakendab ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise kiiruse, nihke ja kiirenduse leidmiseks seoseid: $v = v_0 \pm at$, $s = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$ ja $s = \frac{v^2 - v_0^2}{\pm 2a}$; 9) teab, et vaba langemise korral tuleb kõigis seostes kiirendus a asendada vaba langemise kiirendusega g, ning oskab seda teadmist rakendada, arvestades kiiruse ja kiirenduse suundi. 	<p>Metoodilised soovitusel:</p> <p><u>1. tund:</u> Mehaanika põhiülesanne, mõisted kiirus, kiirendus, teepikkus ja nihe, nende mõõtühikud. Õpetaja poolt juhitud arutlus.</p> <p><u>2., 3. ja 4. tund:</u> Ühtlane sirgjooneline liikumine, ühtlaselt muutuv sirgjooneline liikumine, liikumisvõrrand, kiiruse ja läbitud teepikkuse sõltuvus ajast, vastavad graafikud.</p> <p>Tähelepanu: kiiruse ja kiirenduse suunale, graafikute joonistamise ja lugemise oskusele, kiirenduse definitsioonivalemi mõistmisele.</p> <p><u>5. tund:</u> Vaba langemine, selle kiirendus g, kiirenev liikumine kaldpinnal.</p> <p><u>6. tund:</u> Kiiruse ja kõrguse sõltuvus ajast vertikaalsel liikumisel, vise nurga all horisondiga, erisihiliste liikumiste sõltumatus.</p> <p><u>7. tund:</u> kohustuslik praktiline töö: Ühtlaselt kiirenevalt liikuva keha koordinaadi, kiiruse ja kiirenduse määramine, uurides kuulikese veeremist rennis. Võimalusel kasutada fotoväravaid ja andmehõiveseadet.</p> <p><u>8. tund:</u> Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste kontroll.</p> <p>Lõiming: 1) <u>matemaatikaga</u> (lineaarfunktsioon, ruutfunktsioon nende graafikud, võrrandisüsteemi lahendamine, suuruste avaldamine valemist) 2) siselõiming <u>1. kursusega</u>: vektorid. 3) lõiming <u>põhikooliga</u>: suuruste tähised ja ühikud.</p> <p>IKT: Arvutisimulatsioonid:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Koordinaadi, kiiruse ja kiirenduse graafikud algtingimuste varieerimisel 2) Jõe ületamine, arvestades voolu kiirust – kiirusvektorite liitumine. 3) Horisondiga kaldu visatud keha liikumine. <p>Soovituslikud praktilised tööd:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) vaba langemine Newtoni toruga, 2) erinevate kehade langemine õhus (näiteks õhupalli langemine kui uurimiseks piisavalt aeglane protsess). <p>Hindamine: 1) test graafikutelt lugemise või graafikute täiendamise peale; 2) test mõistete tundmise peale; 3) lühiülesannete lahendamise oskuse kontroll.</p>

2. Dünaamika. (12 tundi)

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 muutumise 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. Orbitaallikumise tekkimine inertsi ja kesktõmbejõu koostoime tagajärjena.

Põhimõisted: resultantjõud, keha impulss, impulsi jäävuse seadus, raskusjõud, keha kaal, kaalutus, toereaktsioon, rõhumisjõud, rõhk, elastsusjõud, jäikustegur,

- 1) nimetab nähtuste vastastikmõju, gravitatsioon, hõõrdumine ja deformatsioon olulisi tunnuseid ning selgitab seost teiste nähtustega;
- 2) täiendab etteantud joonist vektoritega, näidates kehale mõjuvaid jõudusid nii liikumisoleku püsimisel ($v = \text{const}$, $a = 0$) kui muutumisel ($a = \text{const} \neq 0$);
- 3) oskab leida resultantjõudu;
- 4) kasutab Newtoni seadusi mehaanika põhiülesannet lahendades;
- 5) seletab füüsikalise suuruse impulss tähendust, teab impulsi definitsiooni ning impulsi mõõtühikut;
- 6) sõnastab impulsi jäävuse seaduse ja oskab praktikas kasutada seost $\Delta[m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2] = 0$;
- 7) seletab jõu seost impulsi muutumise kiirusega keskkonna takistusjõu tekkimise näitel;
- 8) nimetab mõistete (raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon, rõhumisjõud ja rõhk) olulisi tunnuseid ning rakendab seoseid:

$$F = mg, P = m(g \pm a), p = \frac{F}{S};$$

- 9) nimetab mõistete hõõrdejõud ja elastsusjõud olulisi tunnuseid ning toob näiteid nende esinemise kohta looduses ja tehnikas;
- 10) rakendab hõõrdejõu ja elastsusjõu arvutamise eeskirju $F_h = \mu N$ ja $F_e = -k \Delta l$;
- 11) toob loodusest ja tehnikast näiteid ühtlase ja mitteühtlase tiirlemise ning pöörlemise kohta,
- 12) kasutab liikumise kirjeldamisel õigesti füüsikalisi suurusi (pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus ja kesktõmbekiirendus) teab nende suuruste mõõtühikuid;
- 13) kasutab probleemide lahendamisel seoseid: $\omega = \frac{\phi}{t}$,
 $v = \omega r$, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$, $a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$;
- 14) rakendab gravitatsiooniseadust $F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$;

Metoodilised soovitused:

1. tund: Newtoni seadused, jõudude vektoriaalne liitmine, resultantjõud.

2. tund: Impulsi mõiste, jõud kui keha impulsi muutumise põhjus.

3. tund: Keskkonna takistusjõu tekkemehhanism.

4. tund: Raskusjõud, kaal, toereaktsioon, kaalutus.

5. tund: Rõhumisjõud ja rõhk.

6. tund: Elastsusjõud, Hooke'i seadus, vedru jäikustegur.

7. tund: Hõõrdejõud ja hõõrdetegur.

Kohustuslik praktiline töö: Liugehõõrdeteguri määramine, kasutades dünamomeetrit või kaldpinda.

8. tund: Tiirlemine ja pöörlemine: pöördenurk, periood, sagedus.

9. tund: Nurk- ja joonkiirus, kesktõmbekiirendus, näited.

10. tund: Gravitatsiooniseadus. Newton, Kuu ja õun.

11. tund: Tiirlemine ja pöörlemine looduses ning tehnikas.

12. tund: Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtteid või teadmiste kontroll.

Tähelepanu: 1) vektorite liitmisele resultantjõu leidmisel; 2) kaalu valemi sidumisele kesktõmbekiirendusega. Ülesannete lahendamisel kinnistada kinemaatikas õpitut. Ajapuuduse tekkimisel loobuda inertse ja raske massi erinevuse käsitlemisest.

Demokatsed: 1) keha kaalu muutumine langemisel, 2) inertsi katsed, 3) pöörlemiskiiruse määramine stroboskoobiga, 4) tiirlemise ja pöörlemise näited.

Soovituslikud praktilised tööd: 1) Kesktõmbekiirenduse määramine kas praktiliselt (koonilise pendli katsest) või siis kasutades vastavat arvutisimulatsiooni; 2) Hõõrdeteguri määramine; 3) Vedru jäikusteguri määramine.

IKT: 1) arvutisimulatsioon planeetide liikumise seaduspärasustest; 2) simulatsioon auto liikumisest üle silla koos jõudude kujutamise; 3) tiirlemise ja pöörlemise simulatsioonid.

Lõiming: 1) matemaatikaga (tehted 10 astmetega, arvu standardkuju, trigonomeetria, kalkulaatori kasutamine astmetega arvutamisel)

2) geograafiaga – selgitada Coriolise jõu tekkimist.

Hindamine: 1) uurimistöö: takistusjõud erinevates keskkondades; 2) test mõistete ja seaduste tundmise peale; 3) ülesannete lahendamise oskuse

<p>hõrdejõud, hõrdetegur, pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus, kesktõmbekiirendus.</p>	<p>15) teab mõistete, raske mass ja inertne mass, erinevust; 16) seletab orbitaallikumist kui inertsia ja kesktõmbejõu koostoime tagajärge.</p>	<p>kontroll.</p>
<p>3. Võnkumised ja lained (8 tundi) 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, murdumine, interferents, difraktsioon. Lained ja nendega kaasnevad nähtused looduses ning tehnikas.</p> <p>Põhimõisted: võnkumine, hälve, amplituud, periood, sagedus, faas, vabavõnkumine, sundvõnkumine, pendel, resonants, laine, pikilaine, ristlaine, lainepikkus, peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon.</p>	<p>1) nimetab vabavõnkumise ja sundvõnkumise olulisi tunnuseid ning toob näiteid nende esinemise kohta looduses ja tehnikas; 2) tunneb füüsikaliste suuruste (hälve, amplituud, periood, sagedus ja faas) tähendust, mõõtühikuid ning mõõtmisviisi; 3) kasutab probleeme lahendades seoseid $\phi = \omega t$ ja $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ võnkumiste kontekstis; 4) seletab energia muundumisi pendli võnkumisel; 5) teab, et võnkumiste korral sõltub hälve ajast ning, et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinus funktsioon; 6) nimetab resonantsi olulisi tunnuseid ning toob näiteid selle esinemise kohta looduses; 7) nimetab pikilaine ja ristlaine olulisi tunnuseid; 8) tunneb füüsikaliste suuruste (lainepikkus, laine levimiskiirus, periood ja sagedus) tähendust, mõõtühikuid ning mõõtmisviisi; 9) kasutab probleeme lahendades seoseid $v = \frac{\lambda}{T}$, $T = \frac{1}{f}$ ja $v = \lambda f$; 10) nimetab lainenähtuste: peegeldumine, murdumine, interferents ja difraktsioon, olulisi tunnuseid; 11) toob näiteid lainenähtuste kohta looduses ja tehnikas.</p>	<p>Metoodilised soovitused: <u>1. tund:</u> Võnkumine, hälve, amplituud, periood, sagedus, faas. <u>2. tund:</u> Energia muundumised võnkumisel. Võnkumise sumbumine. <u>3. tund:</u> Hälve esitamine graafiliselt ning siinus- või koosinusfunktsiooniga. <u>4. tund:</u> Võnkumised ja resonants looduses ning tehnikas. <u>5. tund:</u> Piki- ja ristlained. Lainepikkus, kiirus, periood ja sagedus. <u>6. tund:</u> Peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon. <u>7. ja 8. tund:</u> Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste kontroll.</p> <p>Tähelepanu: 1) ringsagedus võnkumisel ja nurkkiirus ringliikumisel - samasused ja erinevused; 2) siinus ja koosinusfunktsioon ning nende graafikud – tuleb ise ära õpetada (ei saa loota matemaatikale); 3) faasi kui süsteemi oleku (seisundi) mõiste ja selle mõõtmine nurga kaudu.</p> <p>Demokatsed: 1) rist- ja pikilaine levimine (pendlite rida), 2) resonants (vedrupendel õpetaja käes), 3) difraktsioon ja interferents lainevannis; 4) kitarrikeele võnkumine (lasta võnkuv keel kontakti kerge esemega, nt pinksipalliga); 5) helilainete visualiseerimine (kui on olemas mikrofoni ja ostsiloskoop).</p> <p>Soovituslikud praktilised tööd: Pendli võnkumise uurimine (millest ja kuidas sõltub võnkeperiood?).</p> <p>IKT: Video või arvutisimulatsioon: 1) ringliikumise ja võnkumise võrdlemine; 2) resonants looduses ja tehnikas; 3) võnkumiste liitumine.</p> <p>Lõiming: 1) <u>matemaatikaga</u> (siinus- ja koosinusfunktsioon); 2) <u>geograafiaga</u> (lained merel, seismilised lained).</p> <p>Hindamine: 1) test mõistete, protsesside või nähtuste äratundmise peale; 2) lihtsamate (ühe-valemi) ülesannete lahendamise oskuse kontroll.</p>

<p>4. Jäävuseadused mehaanikas (7 tundi) 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> <p>Põhimõisted: reaktiivliikumine, mehaanilise energia jäävuse seadus, energia muundumine.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) seletab reaktiivliikumise nähtust, seostades seda impulsi jäävuse seadusega, toob näiteid reaktiivliikumisest looduses ja rakendustest tehnikas; 2) seletab füüsilise suuruse mehaaniline energia tähendust ning kasutab probleemide lahendamisel seoseid $E_k = mv^2/2$, $E_p = mgh$ ja $E_{meh} = E_k + E_p$; 3) rakendab mehaanilise energia jäävuse seadust ning mõistab selle erinevust üldisest energia jäävuse seadusest. 	<p>Metoodilised soovitused:</p> <p><u>1. tund:</u> Impulsi jäävus ning reaktiivliikumine looduses ja tehnikas. <u>2. tund:</u> Mehaaniline energia. Mehaanilise energia jäävuse seadus. <u>3. tund:</u> Üldine energia jäävuse seadus looduses ja tehnikas. <u>4.-7. tund:</u> õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste kontroll.</p> <p>Tähelepanu: 1) rõhutada, et töö on energia muut; 2) töö valem üldkujul; 3) jõud kui impulsi muutumise põhjus.</p> <p>Demokatsed: demo impulsi jäävuse seaduse kohta pörkel.</p> <p>IKT: 1) Video või arvutisimulatsioon reaktiivliikumise kohta; 2) Energia muundumine hüdroelektrijaamas või soojuselektrijaamas (rühmatööna).</p> <p>Lõiming: 1) Siselõiming <u>põhikooli</u> ja <u>FLA kursusega</u>: jõud, töö ja energia; 2) <u>lõiming matemaatikaga</u>: lineaarvõrrandi lahendamine..</p> <p>Hindamine: 1) test mõistete, protsesside või nähtuste äratundmise peale; 2) lihtsamate (ühe-valemi) ülesannete lahendamise oskuse kontroll.</p>
---	--	--

11. klass III kursus "Elektromagnetism", 35 tundi

Õppesisu koos soovitusliku tunnijaotusega	Õpitulemused	Täiendavad praktilised tööd, IKT rakendamine, soovitusel õpetajale
<p>Elektrivälja ja magnetvälja (10 tundi) Elektrilaeng. Positiivsed ja negatiivsed laengud. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus. Coulomb'i seadus. Punktlauang. Elektrivool. Ampere'i seadus. Püsिमagnet ja vooluga juhe. Elektri- ja magnetvälja kirjeldavad vektor-suurused elektrivälja tugevus ja magnetinduktsioon. Punktlauangu väljatugevus ja sirgvoolu magnetinduktsioon. Elektrivälja potentsiaal ja pinge. Pinge ja väljatugevuse seos. Välja visualiseerimine: välja jõujoon ja ekvipotentsiaalipind. Homogeenne elektrivälja kahe erinimiselt laetud plaadi vahel, homogeenne magnetvälja solenoidis.</p> <p>Põhimõisted: elektrilaeng, elementaarlaeng, voolutugevus, punktlauang, püsिमagnet, aine magneetumine, magnetnoel, elektrivälja, magnetvälja, elektrivälja tugevus, magnetinduktsioon, potentsiaal, pinge, jõujoon, ekvipotentsiaalipind, homogeenne väli. Mõõtühikud: amper, kulon, volt, elektronvolt,</p>	<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 $I = \frac{q}{t}$;</p> <p>3) teab, et magnetväljal on kaks põhimõtteliselt erinevat võimalikku tekitajat – püsिमagnet ja vooluga juhe, elektrostaatiliselt väljal aga ainult üks – laetud keha, seletab nimetatud asjaolu ilmnenemist väljade geomeetrias;</p> <p>4) kasutab probleeme lahendades Coulomb'i ja Ampere'i seadust $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ja $F = K \frac{I_1 I_2}{r} l$;</p> <p>5) teab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni definitsioone ning oskab rakendada definitsioonivalemeid $E = \frac{F}{q}$ ja $B = \frac{F}{I l}$;</p> <p>6) 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 $U = \frac{A}{q}$, $\phi = \frac{E_{pot}}{q}$ ja $E = \frac{U}{d}$;</p> <p>9) seletab erinevusi mõistete: pinge ja potentsiaal, kasutamises;</p> <p>10) joonistab kuni kahe väljatekitaja korral elektrostaatiliselt välja E-vektorit ning juhtmelõigu või püsिमagneti magnetvälja B-vektorit etteantud punktis, joonistab nende väljade jõujooni ja elektrostaatiliselt välja ekvipotentsiaalipindu;</p> <p>11) teab, et kahe erinimiselt laetud plaadi vahel tekib homogeenne</p>	<p>Metoodilised soovitusel: 1. tund: Elektrilaeng. Laengu jäävuse seadus. Elementaarlaeng. 2. tund: Coulomb'i seadus. Punktlauang. 3. tund: Elektrivool. Ampere'i seadus. Püsिमagnet ja vooluga juhe. 4. tund: Elektrivälja tugevus ja magnetinduktsioon, nende mõõtühikud. 5. tund: Punktlauangu väljatugevus ja sirgvoolu magnetinduktsioon. 6. tund: Elektrivälja potentsiaal ja pinge. 7. tund: Pinge ja väljatugevuse seos. 8. tund: Välja visualiseerimine, homogeenne elektri- ja magnetvälja. 9. ja 10. tund: õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste kontroll. Tähelepanu: 1) Ampere'i seadus; 2) pinge ja voolutugevus – seos igapäevaeluga; 3) elektri- ja magnetvälja erinev mõju ainele. Ajapuuduse tekkimisel loobuda ekvipotentsiaalipindade käsitlemisest. Demokatsed või praktilised tööd: 1) Elektripendlite (rippuvate fooliumsilindrite) tõmbumine ja tõukumine, nurga ja massi mõõtmine, laengu arvutamine; 2) kahe juhtme magnetilise vastastikmõju uurimine. IKT: linkide kogumik füüsikaõpetajate võrgustiku kodulehel. Lõiming: 1) <u>matemaatikaga</u> (vektorite liitmine); 2) <u>FLA kursusega</u> (välja mõiste); 3) <u>mehaanika kursusega</u> (voolutugevuse ja kiiruse valemid); 4) <u>energia kursusega</u> (alalisvool). Hindamine: Veebipõhised testid. Laboratoorsed tööd. Kontrolltööd ülesannete lahendamise ja sisuliste probleemide</p>

<p>volt meetri kohta, tesla.</p>	<p>elektriväli ning et solenoidis tekib homogeenne magnetväli; oskab joonistada nende väljade jõujooni.</p>	<p>lahendamise peale. Õpilaste ettekanded.</p>
<p>2. Elektromagnetväli (8 tundi) Liikuvale laetud osakesele mõjuv magnetjõud. Magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritav pinge. Faraday katsed. Induktsiooni elektromotoorjõud. Magnetvoo mõiste. Faraday induksiooniseadus. Lenzi reegel. Kondensaator ja induktiivpool. Mahtuvus ja induktiivsus. Elektromagnetvälja energia.</p> <p>Põhimõisted: Lorentzi jõud, elektromagnetilise induksiooni nähtus, pööriselektriväli, induksiooni elektromotoorjõud, magnetvoog, kondensaator, mahtuvus, endainduktsioon, induktiivsus, elektromagnetväli. Mõõtühikud: veeber, farad ja henri.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) rakendab probleemide lahendamisel Lorentzi jõu valemit $F_L = q v B \sin \alpha$ ning oskab määrata Lorentzi jõu suunda; 2) rakendab magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritava pinge valemit $U = v l B \sin \alpha$; 3) kasutab elektromotoorjõu mõistet ja teab, et induksiooni elektromotoorjõud on kõigi indutseeritavate pingete summa; 4) seletab füüsikalise suuruse magnetvoog tähendust, teab magnetvoo definitsiooni ja kasutab probleemide lahendamisel magnetvoo definitsioonivalemit $\Phi = BS \cos \beta$; 5) seletab näite varal Faraday induksiooniseaduse kehtivust ja kasutab probleemide lahendamisel valemit $\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$; 6) seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel; 7) seletab mõistet eneseinduktsioon; 8) teab füüsikaliste suuruste mahtuvus ja induktiivsus definitsioone ning nende suuruste mõõtühikuid, kasutab probleemide lahendamisel seoseid: $C = \frac{\Delta q}{\Delta U}$ ja $L = \frac{\Delta \Phi}{\Delta I}$; 9) teab, et kondensaatoreid ja induktiivpoole kasutatakse vastavalt elektrivälja või magnetvälja energia salvestamiseks; 10) kasutab probleemide lahendamisel elektrivälja ning magnetvälja energia valemeid: $E_e = \frac{CU^2}{2}$ ja $E_m = \frac{LI^2}{2}$. 	<p>Metoodilised soovitused: <u>1. tund:</u> Liikuvale laetud osakesele mõjuv magnetjõud. <u>2. tund:</u> Magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritav pinge. <u>3. tund:</u> Faraday katsed. Induktsiooni elektromotoorjõud. <u>4. tund:</u> Magnetvoo mõiste. Faraday induksiooniseadus. Lenzi reegel. <u>5. tund:</u> Kondensaator ja induktiivpool. Mahtuvus ja induktiivsus. <u>6. tund:</u> Elektromagnetvälja energia. <u>7. tund:</u> kohustuslik praktiline töö: Poolis tekkivat induksiooni elektromotoorjõudu mõjutavate tegurite uurimine kahe raudsüdamikuga juhtme pooli, vooluallika, püsimagneeti ja galvanomeetriga töötava mõõteriista abil. <u>8. tund:</u> Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste kontroll. Tähelepanu: 1) Elektromotoorjõu mõiste; 2) Faraday seadus. Soovituslikud praktilised tööd: 1) induksioonivoolu suuna määramine rippuva või pöörduva metallrõnga abil. IKT: 1) Demovideo: elektronkiir magnetväljas (fysika.ee); 2) tutvumine kondensaatorite ja induktiivpoolide talitluse ning rakendustega demokatsete või arvutisimulatsioonide abil. Lõiming: 1) <u>matemaatikaga</u> (siinus- ja koosinus); Hindamine: 1) test mõistete, protsesside või nähtuste äratundmise peale; 2) lihtsamate (ühe-valemi) ülesannete lahendamise oskuse kontroll; 3) õpilaste ettekanded.</p>
<p>3. Elektromagnetlained (8 tundi) Elektromagnetlainete skaala. Lainepikkus ja sagedus. Optika – õpetus valguse</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) selgitab valguse korral dualismiprintsiipi ja selle seost atomistliku printsiibiga; 2) rakendab probleemide lahendamisel kvandi energia valemit $E_{kv} = h f$; 3) teab, et valguse laineomadused ilmnevad valguse levimisel, 	<p>Metoodilised soovitused: <u>1. tund:</u> Elektromagnetlainete skaala. Lainepikkus ja sagedus. <u>2. tund:</u> Valguse teke, levik ja kadumine. Valguse dualism. <u>3. tund:</u> Dualismiprintsiip looduses. Footoni energia. <u>4. tund:</u> Nähtava valguse värvus ja lainepikkus. Amplituud ja</p>

<p>tekkimisest, levimisest ja kadumisest. Valguse dualism ja dualismiprintsiip looduses. Footoni energia. Valguse värvuse ja lainepikkuse seos. Elektromagnetlainete amplituud ja intensiivsus. Difraktsioon ja interferents, nende rakendusnäited. Polariseeritud valgus, selle saamine, omadused ja rakendused.</p> <p>Põhimõisted: elektromagnetlainete skaala, lainepikkus, sagedus, kvandi (footoni) energia, dualismiprintsiip, amplituud, intensiivsus, difraktsioon, interferents, polarisatsioon.</p>	<p>osakese-omadused aga valguse tekkimisel (kiirgumisel) ning kadumisel (neeldumisel);</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) kirjeldab elektromagnetlainete skaalat, määratleb etteantud spektraalparameetriga elektromagnetkiirguse kuuluvana selle skaala mingisse kindlasse piirkonda; 5) leiab ühe etteantud spektraalparameetri (lainepikkus vaakumis, sagedus, kvandi energia) põhjal teisi; 6) teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust; 7) teab lainete amplituudi ja intensiivsuse mõisteid ning oskab probleemide lahendamisel neid kasutada; 8) seletab valguse koherentsuse tingimusi ja nende täidetuse vajalikkust vaadeldava interferentsipildi saamisel; 9) seletab joonise järgi interferentsi- ja difraktsiooninähtusi optikas; 10) seletab polariseeritud valguse olemust. 	<p>intensiivsus.</p> <p><u>5. tund:</u> Difraktsioon ja interferents, nende rakendused.</p> <p><u>6. tund:</u> Polariseeritud valgus, selle saamine, omadused ja rakendused.</p> <p><u>7. ja 8. tund:</u> Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste kontroll.</p> <p>Tähelepanu: 1) elektromagnetlainete skaala, kvandi energia valemi rakendamine ja spektraalparameetrite teisendamine; 2) asjaolu, et valguse dualismi eri aspektid ilmnevad erinevates nähtustes.</p> <p>Demokate: ava ja takistuse interferentsipildi demo laseri abil (kui võimalik). Ühelt pilult, kaksikpilult ja juuksekarvalt saadava difraktsioonipildi uurimine laseriga, Pilu laiuse ja difraktsioonipildi laiuse pöördvõrdelisuse kindlakstegemine kas praktilise töö käigus või arvutimudeli abil.</p> <p>Soovituslikud praktilised tööd: määrata valguse lainepikkus difraktsioonivõre abil (kui see on olemas).</p> <p>IKT: Animatsioonid valguse difraktsiooni ja interferentsi kohta.</p> <p>Lõiming: 1) <u>bioloogiaga</u> (fotosüntees, valguskvant, UV-kiirguse toime, Maa pinnani jõudva päikesevalguse spekter ja taimede roheline värvus).</p> <p>Hindamine: 1) test mõistete, protsesside või nähtuste äratundmise peale; 2) arvestustööd või õpilaste ettekanded.</p>
<p>4. Valguse ja aine vastastikmõju (6 tundi)</p> <p>Valguse peegeldumine ja murdumine. Murdumisnäitaja seos valguse kiirusega. Kujutise tekitamine läätse abil ja läätse valem. Valguse dispersioon. Spektroskoobi töö põhimõte. Spektraalanalüüs. Valguse kiirgumine. Soojuskiirgus ja luminesents.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) tunneb valguse murdumisnäitaja seost; $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n \quad \text{ja} \quad n = \frac{c}{v};$ 2) kasutab seoseid $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$ ja $n = \frac{c}{v}$; 3) konstrueerib kiirte käiku kumer- ja nõgusläätsel korral; 4) kasutab läätse valemit kumer- ja nõgusläätsel korral: $\frac{1}{a} \pm \frac{1}{k} = \frac{1}{f};$ 5) teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust; 6) kirjeldab valge valguse lahtumist spektriiks prisma ja difraktsioonivõre näitel; 7) tunneb spektrite põhiliike ja teab, mis tingimustel nad esinevad; 	<p>Metoodilised soovitused:</p> <p><u>1. tund:</u> Valguse peegeldumine ja murdumine, selle seos valguse kiirusega.</p> <p><u>2. tund:</u> Kujutise tekitamine läätse abil ja läätse valem.</p> <p><u>3. tund:</u> Valguse dispersioon. Spektroskoobi töö põhimõte. Spektraalanalüüs.</p> <p><u>4. tund:</u> Valguse kiirgumine. Soojuskiirgus ja luminesents.</p> <p><u>5. tund:</u> <u>kohustuslik praktiline töö:</u> Läbipaistva aine murdumisnäitaja määramine.</p> <p><u>6. tund:</u> Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste</p>

<p>Põhimõisted: peegeldumine, murdumine, absoluutne ja suhteline murdumisnäitaja, koondav ja hajutav lääts, fookus, fookuskaugus, aine dispersioon, prisma, spektraalriist, soojuskiirgus, luminesstsents.</p>	<p>8) eristab soojuskiirgust ja luminesstsentsi, toob näiteid vastavatest valgusallikatest.</p>	<p>kontroll. Tähelepanu: 1) murdumiseseadus; 2) dispersioon; 3) läätse kohta joonised; 4) käsitleda detailsemalt mõnda luminesstsentsi liiki. Soovituslikud praktilised tööd: 1) aine murdumisnäitaja määramine; 2) läätse valemi kontrollimine. IKT: Video või arvutisimulatsioon: tutvumine eritüübiliste valgusallikatega. Lõiming: 1) <u>matemaatikaga</u> (nurgad, trigonomeetria, graafikud); 2) <u>keemiaga</u> (luminesstsents). Hindamine: 1) valikvastustega test mõistete, protsesside või nähtuste äratundmise peale; 2) arvestustööd või õpilaste ettekanded; 3) hindeline praktiline töö geomeetrilises optikas.</p>
---	---	---

11. klass IV kursus „Energia“, 35 tundi

Õppesisu koos soovitusliku tunnijaotusega	Õpitulemused	Täiendavad praktilised tööd, IKT rakendamine, soovitud õpetajale
<p>Elektrivool (10 tundi) Elektrivoolu tekkemehhanism. Ohmi seaduse olemus. Juhi takistus ja aine eritakistus. Metallkeha takistuse sõltuvus temperatuurist. Ülijuhtivus. Ohmi seadus kogu vooluringi kohta. Vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus. Vedelike, gaaside ja pooljuhtide elektrijuhtivus. pn-siire. Pooljuhtelektroonika alused. Valgusdiodid ja ventiil-fotoelement (fotorakk). Voltmeetri, ampermeetri ja multimeetri kasutamine.</p> <p>Põhimõisted: alalisvool, laengukandjate kontsentratsioon, elektritakistus, vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus, aine eritakistus, takistuse temperatuuritegur, ülijuhtivus, kriitiline temperatuur, pooljuhi oma- ja lisandjuhtivus, pn-siire, elektrivoolu töö ja võimsus. Ühikud: oom, oom korda meeter, kilovatt-tund.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) seletab elektrivoolu tekkemehhanismi mikrotasemel, rakendades seost $I = q n v S$; 2) kasutab probleemide lahendamisel seost $R = \rho \frac{l}{S}$; 3) rakendab probleemide lahendamisel Ohmi seadusi $I = \frac{U}{R}$ ja $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ ning elektrivoolu töö ja võimsuse avaldisi: $A = I U \Delta t$, $N = I U$. 4) arvutab elektrienergia maksumust ning planeerib selle järgi uute elektriseadmete kasutuselevõttu; 5) teab, et metallkeha takistus sõltub lineaarselt temperatuurist ning teab, kuidas takistuse temperatuurisõltuvus annab infot takistuse tekkemehhanismi kohta; 6) kirjeldab pooljuhi oma- ja lisandjuhtivust, sh elektron- ja aukjuhtivust; 7) teab, et pooljuhtelektroonika aluseks on pn-siire kui erinevate juhtivustüüpidega pooljuhtide ühendus; seletab jooniste abil pn-siirde käitumist päri- ja vastupingestamisel; 8) kirjeldab pn-siirde toimimist valgusdiodis ja ventiil-fotoelemendis (fotorakus); 9) tunneb juhtme, vooluallika, lüliti, hõõglambi, takisti, diodi, reostaadi, kondensaatori, induktiivpooli, ampermeetri ja voltmeetri tingimärke ning kasutab neid lihtsamaid elektriskeeme lugedes ja konstrueerides; 10) kasutab multimeetrit voolutugevuse, pinge ja takistuse mõõtmiseks. 	<p>Metoodilised soovitud:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. tund: Elektrivoolu tekkemehhanism. Ohmi seaduse olemus. 2. tund: Takistus ja eritakistus. Takistuse sõltuvus temperatuurist. Ülijuhtivus. 3. ja 4. tund: Ohmi seadus kogu vooluringi kohta. Vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus. 5. tund: Elektrivoolu töö ja võimsus (kordamine). Elektrienergia ja selle hind. 6. tund: Vedelike, gaaside ja pooljuhtide elektrijuhtivus. 7. tund: pn-siire. Pooljuhtelektroonika alused. Valgusdiodid ja ventiil-fotoelement (fotorakk). 8. tund: <u>kohustuslik praktiline töö</u>: Voolutugevuse, pinge ja takistuse mõõtmine multimeetriga. 9. ja 10. tund: Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste kontroll. <p>Tähelepanu: rõhutada Ohmi seadusi ja EMJ mõistet, siduda neid praktilise eluga. <u>Oluline:</u> multimeetri kasutamise oskus. Ajapuuduse tekkimisel loobuda valemi $I = q n v S$ detailsemast käsitlemisest.</p> <p>Demokatsed või praktilised tööd: 1) Ohmi seaduse kontrollimine; 2) vooluallika EMJ ja sisetakistuse määramine; 3) aine eritakistuse määramine; 4) elektrivoolu töö ja võimsuse määramine; 5) elektrienergia muutumine soojusenergiaks (kalorimeetriga). Tutvumine demokatses lihtsamate pooljuhtelektroonika seadmetega (diodid, valgusdiodid, fotorakk).</p> <p>IKT: arvutisimulatsioon vooluringide talitluse uurimise teemal;</p> <p>Lõiming: 1) <u>elektromagnetismi kursuse ja põhikooli elektrikursusega</u>; 2) <u>terviseõpetusega</u> (elektriohutuse teema); 3) <u>keskkonnahoiuga</u> (energia säästmine). <u>Lõiming keemiaga</u> (metallid ja mittemetallid igapäevaelus, keemilised vooluallikad). <u>Lõiming bioloogiaga</u> (närvimpulsi ülekande).</p> <p>Hindamine: 1) test mõistete, protsesside või nähtuste äratundmise peale; 2) praktilised tööd hindeliste rühmatöödena; 3) õpilaste uurimistööd.</p>

<p>2. Elektromagnetismi rakendused (10 tundi) Vahelduvvool kui laengukandjate sundvõnkumine. Vahelduvvoolu saamine ja kasutamine. Generaator ja elektrimootor. Elektrienergia ülekanne. Trafod ja kõrgepingeliinid. Vahelduvvooluvõrk. Faas ja neutraal. Elektriohutus. Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel. Voolutugevuse ja pingele efektiivväärtused. Elektromagnetlainete rakendused: raadioside, televisioon, radarid, GPS (globaalne punktiseire). Põhimõisted: elektromagnetvõnkumine, vahelduvvool, generaator, elektrimootor, võnkering, trafo, primaarmähis, sekundaarmähis, faasijuhe, neutraaljuhe, kaitsemaandus, võimsus aktiivtakistusel, voolutugevuse ning pingele efektiiv- ja hetkväärtused.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) kirjeldab vahelduvvoolu kui laengukandjate sundvõnkumist; 2) teab, et vahelduvvoolu korral sõltuvad pingele ja voolutugevuse perioodiliselt ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinusfunktsioon; 3) kirjeldab generaatori ja elektrimootori tööpõhimõtet; 4) kirjeldab trafod kui elektromagnetilise induktsiooni nähtusel põhinevat seadet vahelduvvoolu pingele ja voolutugevuse muutmiseks, kusjuures trafo primaar- ja sekundaarpinge suhe võrdub ligikaudu primaar- ja sekundaarmähise keerdude arvude suhtega; 5) arvutab vahelduvvoolu võimsust aktiivtarviti korral ning seletab graafiliselt voolutugevuse ja pingele efektiivväärtuste I ja U seost amplituudväärtustega I_m ja U_m, $N = IU = \frac{I_m U_m}{2} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \frac{U_m}{\sqrt{2}} ;$ 6) kirjeldab võnkeringi kui raadiolainete kiirgamise ja vastuvõtu baasseadet; 7) kirjeldab elektriohutuse nõudeid ning sulav-, bimetal- ja rikkevoolukaitsme tööpõhimõtet õnnetuste ärahoidmisel; 8) nimetab elektrienergia jaotusvõrgu ohutu talitluse tagamise põhimõtteid; 9) kirjeldab elektromagnetismi olulisemaid rakendusi, näiteks raadioside, televisioon, radarid, globaalne punktiseire (GPS) 	<p>Metoodilised soovitused: <u>1. tund:</u> Vahelduvvool kui laengukandjate sundvõnkumine. <u>2. tund:</u> Vahelduvvoolu saamine ja kasutamine. Generaator ja elektrimootor. <u>3. tund:</u> Elektrienergia ülekanne. Trafod ja kõrgepingeliinid. <u>4. tund:</u> Vahelduvvooluvõrk. Faas ja neutraal. <u>5. tund:</u> Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel. Efektiivväärtused. <u>6. tund:</u> Elektriohutus. Kaitsmete tööpõhimõtted. <u>7. tund:</u> EM-lainete rakendused: raadioside, televisioon, radarid, GPS. <u>8., 9. ja 10. tund:</u> Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste kontroll. Tähelepanu: 1) vahelduvvoolu olemuse mõistmine; 2) elektriohutus; 3) elektromagnetlainete kasutamine sidepidamisel ja asukoha määramisel. Demokatsed: 1) elektrimootori ja generaatori demo; 2) trafo demokatsed. GPS kasutamine – iseseisva uurimistööna. Soovituslikud praktilised tööd: sama trafo kasutamine nii pinget tõstva kui pinget langetavana, pingele ja voolutugevuse mõõtmine primaaris ja sekundaaris. IKT: 1) arvutisimulatsioonid vahelduvvooluvõrgu toimimise teemal; 2) interaktiivne õppevideo elektriohutusest; 3) interaktiivne õppevideo elektromagnetismi rakendustest. Lõiming: 1) <u>geograafia</u> (GPS); 2) <u>terviseõpetus</u> (elektriohutus). Siselõiming: 1) elektromagnetismi kursusega; 2) võnkumiste ja lainete teemaga mehaanika kursuses. Hindamine: 1) test mõistete, protsesside või nähtuste äratundmise peale; 2) uurimistöö, esitlus või rühmatöö elektromagnetismi olulisemate rakenduste peale.</p>
<p>3. Soojusnähtused (7 tundi) Siseenergia ja soojusenergia. Temperatuur kui soojusaste. Celsiuse, Kelvini ja Fahrenheiti temperatuuriskaalad. Ideaalgaas ja reaalkaas. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Isoprotsessid. Gaasi olekuvõrrandiga seletatavad nähtused looduses ja</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) tunneb mõistet siseenergia ning seletab soojusenergia erinevust teistest siseenergia liikidest; 2) mõistab temperatuuri kui soojusastet, seletab temperatuuri seost molekulide kaootilise liikumise keskmise kineetilise energiaga; 3) tunneb Celsiuse ja Fahrenheiti temperatuuriskaalad ning teab mõlemas skaalas olulisi temperatuure, nt (0 °C, 32 °F), (36 °C, 96 °F) ja (100 °C, 212 °F); 4) kirjeldab Kelvini temperatuuriskaalat, oskab üle 	<p>Metoodilised soovitused: <u>1. tund:</u> Siseenergia ja soojusenergia. <u>2. tund:</u> Temperatuur kui soojusaste. Temperatuuriskaalad. <u>3. tund:</u> Ideaalgaas ja reaalkaas. Isoprotsessid. Ideaalgaasi olekuvõrrand. <u>4. tund:</u> Gaasi olekuvõrrandiga seletatavad nähtused looduses ja tehnikas. <u>5. tund:</u> Mikro- ja makroparameetrid. Molekulaarkineetilise teooria põhilised. Temperatuuri seos molekulide keskmise kineetilise energiaga. <u>6. ja 7. tund:</u> Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted</p>

<p>tehnikas. Mikro- ja makroparameetrid, nendevahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. Temperatuuri seos molekulide keskmise kineetilise energiaga.</p> <p>Põhimõisted: siseenergia, soojusenergia, temperatuur, temperatuuriskaala, makroparameeter, mikroparameeter, gaasi rõhk, ideaalgaas, olekuvõrrand, molaarmass, molekulide kontsentratsioon, isotermiline, isobaariline ja isohooriline protsess.</p>	<p>minna Celsiuse skaalalt Kelvini skaalale ning vastupidi, kasutades seost $T = t (^{\circ}\text{C}) + 273 \text{ K}$;</p> <p>5) nimetab mudeli ideaalgaas olulisi tunnuseid;</p> <p>6) kasutab probleemide lahendamisel seoseid $E_k = \frac{3}{2} k T$; $p = n k T$; $p V = \frac{m}{M} R T$;</p> <p>7) määrab graafikutelt isoprotsesside parameetreid.</p>	<p>või teadmiste kontroll.</p> <p>Tähelepanu: 1) siduda gaasi olekuvõrrandit ning isoprotsesse looduses ja tehnikas esinevate nähtustega; 2) temperatuur ja molekulide liikumise kiirus – seos reaalse eluga (difusioon, lahustuvus).</p> <p>Oluline: 1) isoprotsesside graafikute lugemine, 2) temperatuuriskaalad, 3) ideaalgaasi mudel, 4) makro- ja mikroparameetrid. 5) ideaalgaasi olekuvõrrand.</p> <p>Ajapuuduse tekkimisel loobuda Fahreneiti skaala käsitlemisest.</p> <p>Demokatsed: 1) erinevad võimalused temperatuuri mõõtmiseks; 2) õhupalli katsed isoprotsesside kohta; 3) difusiooni katsed; 4) demo musta pinna ja läikiva pinna kiirgusvõimete erinevuse kohta.</p> <p>Soovituslik praktiline töö: isoprotsessi uurimine.</p> <p>IKT: 1) soojusliikumise simulatsioon (tahvel.ee); 2) isoprotsesside simulatsioonid (fysika.ee).</p> <p>Lõiming: 1) <u>matemaatikaga</u> (graafikute teisendamine); 2) <u>keemiaga</u> (molaarmass ja kontsentratsioon); 3) <u>geograafiaga</u> (soojuskiirgus ja konvektsioon). <u>Siselõiming</u> FLA kursusega (mudelid). Seos termodünaamika teemaga (temperatuur ja rõhk).</p> <p>Hindamine: 1) isoprotsesside graafikute lugemise ja teisendamise oskust kontrolliv test; 2) hindeline laboratoorne töö.</p>
<p>4. Termodünaamika ja energeetika alused (8 tundi)</p> <p>Soojusenergia muutmise viisid: mehaaniline töö ja soojusülekanne. Soojusülekanne liigid: otsene soojusvahetus, soojuskiirgus ja konvektsioon. Soojushulk. Termodünaamika I printsiip, selle seostamine isoprotsessidega. Adiabaatiline protsess. Soojusmasina tööpõhimõte, soojusmasina kasutegur, soojusmasinad looduses ja tehnikas. Termodünaamika II printsiip. Pööratavad ja pöördumatud</p>	<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 seda valemiga $Q = DU + A$;</p> <p>3) sõnastab termodünaamika II printsiibi ja seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet;</p> <p>4) seostab termodünaamika printsiipe soojusmasinatega;</p> <p>5) leiab ideaalse soojusmasina kasuteguri seosest $h = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ ja võrdleb tulemust reaalse soojusmasina kasuteguriga;</p> <p>6) teab, et energeetika ülesanne on muundada üks energialiik teiseks;</p> <p>7) teab, et termodünaamika printsiipidest tulenevalt</p>	<p>Metoodilised soovitused:</p> <p><u>1. tund:</u> Mehaaniline töö ja soojusülekanne, selle liigid. Soojushulk.</p> <p><u>2. tund:</u> Termodünaamika I printsiip ja isoprotsessid sh adiabaatiline protsess.</p> <p><u>3. tund:</u> Termodünaamika II printsiip. Pööratavad ja pöördumatud protsessid. Entroopia. Elu Maal energia ja entroopia aspektist lähtuvalt.</p> <p><u>4. tund:</u> Soojusmasin, selle kasutegur, soojusmasinad looduses ja tehnikas.</p> <p><u>5. tund:</u> Termodünaamika printsiipide arvestamine energiaülekanDEL.</p> <p><u>6. tund:</u> Energeetika alused ning tööstuslikud energiaallikad. Energeetilised globaalprobleemid; Eesti energiavajadus ja energeetikaprobleemid.</p> <p><u>7. tund:</u> Erinevate ainete soojusjuhtivuse uurimine (osaluskatse).</p> <p><u>8. tund:</u> Õpetaja valikul: kas teemade põhjalikum käsitlemine, ülesannete lahendamine, täiendavate praktiliste tööde tegemine, kordamine, kokkuvõtted või teadmiste kontroll.</p> <p>Tähelepanu: 1) TD I ja II printsiip, 2) soojusmasin ja kasutegur.</p> <p>Demo: soojusmasina mudel.</p> <p>Soovituslik praktiline töö: aine erisoojuse määramine.</p>

<p>protsessid looduses. Entroopia. Elu Maal energia ja entroopia aspektist lähtuvalt. Termodünaamika printsiipide teadvustamise ja arvestamise vajalikkus. Energiaülekanne looduses ja tehnikas. Soojus-, valgus-, elektri-, mehaaniline ja tuumaenergia. Energeetika alused ning tööstuslikud energiaallikad. Energeetilised globaalprobleemid ja nende lahendamise võimalused. Eesti energiavajadus, energeetika-probleemid ja nende lahendamise võimalused.</p> <p>Põhimõisted: soojushulk, soojusenergia, soojusülekanne, konvektsioon, adiabaatiline protsess, pööratav ja pöördu-matu protsess, soojusmasin, entroopia, energeetika.</p>	<p>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>IKT: 1) tutvumine termodünaamika printsiipidega arvutimudeli abil; 2) tutvumine energeetika alustega interaktiivse õppevideo vahendusel.</p> <p>Lõiming: 1) <u>geograafiaga</u> (osoonikihi hõrenemine, päikesekiirguse muutumine atmosfääris, kiirgusbilanss, kasvuhuoneefekt, maailmamere roll kliima kujunemises, hoovused, tõus ja mõõn, energiaressid ja maailma energiamajandus, energiamajandusega kaasnevad keskkonnaprobleemid); 2) <u>bioloogiaga</u> (organismide energiavajadus, energia saamise viisid, organismi üldine aine- ja energiavahetus. ATP universaalsus energia salvestamises ja ülekandes, loodus- ja keskkonnakaitse nüüdisaegsed suunad Eestis ning maailmas); 3) <u>filosoofiaga</u> (TD II printsiibi filosoofilised aspektid).</p> <p>Hindamine: 1) uurimistöö/esitlus erinevate soojusmasinate kohta (nt aurumasin, soojuspump, külmkapp) – grupidööna; 2) uurimistööd, grupidööd või iseseisev töö energeetika teemal.</p>
---	--	---

12. klass V kursus „Mikro- ja megamaailma füüsika“, 35 tundi

Õppesisu koos soovitusliku tunnijaotusega	Õpitulemused	Täiendavad praktilised tööd, IKT rakendamine, soovitusel õpetajale
<p>Aine ehituse alused (10 tundi) Aine olekud, nende sarnasused ja erinevused. Aine olekud mikrotasemel. Veeaur õhus. Õhuniiskus. Küllastunud ja küllastumata aur. Absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt. Õhuniiskuse mõõtmine (kohustuslik praktiline töö). Ilmastiknähtused. Molekulaarjõud. Vedelike omadused: voolavus ja pindpinevus. Märgamine, kapillaarsus ja nende ilmumine looduses. Faasisiirded ja siirdesoojused.</p> <p>Põhimõisted: aine olek, gaas, vedelik, kondensaine, tahkis, reaalgaas, küllastunud aur, absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt, hügromeeter, märgamine, kapillaarsus, faas ja faasisiire.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) kirjeldab mõisteid: gaas, vedelik, kondensaine ja tahkis; 2) nimetab reaalgaasi omaduste erinevusi ideaalgaasi mudelist; 3) kasutab õigesti mõisteid: küllastunud aur, absoluutne niiskus, suhteline niiskus, kastepunkt; 4) seletab nähtusi: märgamine ja kapillaarsus ning oskab tuua näiteid loodusest ja tehnikast; 5) kirjeldab aine olekut kasutades õigesti mõisteid: faas ja faasisiire; 6) seletab faaside muutusi erinevatel rõhkudel ja temperatuuridel; 7) kasutab hügromeetrit. 	<p>Metoodilised soovitusel tundide kaupa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. tund Varemõpitu kordamiseks aine ehituse teemad alates loodusõpetuse ja keemia tundidest kuni soojuste teemadeni Energia kursuses. Agregaatolekud: tahke, vedel, gaasiline. Üleminekud ühest olekust teise: sulamine, tahkumine, aurustumine, kondenseerumine, härmatumine, sublimeerumine. Videolõigud sulamise, tahkumise, härmatise tekke, sublimeerumise illustreerimiseks. Klaasipuhumine kui kindla sulamistemperatuurita aine käitumise näide. Soovitavad demokatsed (demokatsete videod) sulamistemperatuuri määramine, sublimeerumise ja kristalli kasvamise jälgimine. 2. tund Keemistemperatuur. Keemistemperatuuri sõltuvus rõhust. Vee keemine mägedes ja kaevandustes. Vee olekudiagramm. Keemine kaaluta olekus. Gaasi tihedus ja rõhk. Gaaside segu, osarõhk. Auru tihedus. Ideaalgaasi mudeli kehtivuse piirid. 3. tund Õhuniiskuse mõiste näidete või arvutuste (ülesannete) kaudu. Kastepunkti demokatse, näited udu ja härmatise tekkimisest. Ülesanded absoluutse ja suhtelise niiskuse kohta, veeauru tiheduse ja rõhu kohta. Pilvede moodustumine, pilvede liigid, sajupilved. Õhuniiskuse normid. Aurusaun. 4. tund Niiske ja kuiv kliima. Sademete jaotus piirkonniti ja aastaaegade lõikes. Kliima ja selle muutumine. Sobiv teema referaatideks ja esitlusteks. 5. tund Ilmamudelite näiteid. Erineva niiskuse ja temperatuuriga õhumasside koostumise näiteid. Mõned näited tsüklonite kujunemise kohta ja niiskete õhumasside osast Läänemere äärsesse ilmastikku. Näitlikustamiseks satelliidipildid ja videolõigud. Globaalsete ilmanähtuste seletusi videote ja animatsioonidega. 6. tund Õhuniiskuse mõõtmise viiside ja seadmete tutvustus. Konkreetsete võrdlused. Näiteks õhuniiskus samal hetkel õues ja klassis või koridoris ja sööklas, õhuniiskuse muutus klassis tunni jooksul vms. Võimaluse korral mõned pikemad õhuniiskuse andmerekad, soovitatavalt õpilaste kogutud andmetest. Sobiv teema õpilastööde esitluseks. 7. tund Pindpinevuse mõiste arvutuste (ülesannete) kaudu. Voolamise, märkamise ja kapillaarsuse videod, simulatsioonid või demokatsed. Soovitavad praktilised tööd: vedelike imbumine poorsetesse materjalidesse, erinevate vedelike (lahuste) tõus kapillartorudes või klaasplaatide vahel. 8. tund Tilgade moodustumise video. Tilga suuruse arvutus. Seletused seebikile ja seebimullide kohta. Soovituslik praktiline töö: tilkumise uurimine (näiteks pindpinevusteguri määramine). 9. tund Vee faasidiagrammi näide, rõhud ja temperatuurid, mille juures vesi võib olla erinevates olekutes. Kolmikpunkt. Sulamistemperatuuri ja keemistemperatuuri sõltuvus rõhust. Lihtainete faasidiagrammide näited (süsinik, väävel, tina). Süsihappegaas kui gaasiline aine, kuiva jää näide. 10. tund Õpetaja valikul teemade põhjalikumaks käsitlemiseks, kordamiseks ülesannete lahendamiseks,

		<p>praktilisteks töödeks ja õpilastööde esitlemiseks.</p> <p>Tähelepanu: Kolmikpunkt ja faasid.</p> <p>Demo: 1) jää sulamise ja parafiini soojenemise jälgimine + graafik; 2) kastepunkti määramine erinevate meetoditega (läikiv anum, hügromeeter, Vernier); 3) vedelike imbumine erinevatesse paberitesse; 4) kristallide kasvatamine mikroskoobi all; 5) pindpinevuse demo seebimullide näitel; 6) kristalse aine sulamistemperatuuri määramine demokatsena (kaamera ja projektor toimuva näitamiseks ekraanil); 7) vedeliku keemistemperatuuri sõltuvus rõhust demokatsena ja näiteid kirjandusest.</p> <p>Soovituslikud praktilised tööd: 1) jahutatud joogipudeli "higistamise" dünaamika uurimine; 2) vedelike pindpinevuse uurimine kapillaaris või klaasplaatide vahel; 3) vedelike tilkumise uurimine; 4) erinevatest segudest saadud seebikilede uurimine; 5) õhuniiskuse mõõtmine erinevates ruumides.</p> <p>IKT: 1) tutvumine erinevate ainete eri faaside ja faasisiiretega arvutimudeli abil; 2) õhuniiskuse ööpäevase dünaamika jälgimine erinevatel aastaaegadel, kasutades automaat-ilmajaamade andmeid.</p> <p>Lõiming: 1) <u>geograafiaga</u> (kliima, vee ringkäik looduses, madal- ja kõrgrõhkkonnad); 2) <u>bioloogiaga</u> (kapillaarsus, vee omaduste seos organismide elutalitlusega); 3) <u>keemiaga</u> (keemilise sideme energia, materjalide, vastastikmõju veega, hüdofiilsus ja hüdfoobsus.). <u>Siselõiming</u> optikaga (interferents seebimulli kiles).</p> <p>Hindamine: kujundava hindamise rolli tähtsustamine.</p> <p>Kontrolltöö mõistete ja arvutuste peale. Ilmajaama salvestatud andmerea või ilmaennustuse graafikute analüüs (õhurõhk, õhuniiskus, temperatuur, sademed). Praktiliste tööde protokollide ja õpilastööde esitluste hindamine.</p>
<p>2. Mikromaailma füüsika (11 tundi)</p> <p>Välis- ja sisefotoefekt. Aatomimudelid. Osakeste leiulained. Kvantmehaanika. Elektronide difraktsioon. Määramatusseos. Nüüdisaegne aatomimudel. Aatomi kvantarvud. Aatomituuma ehitus. Massidefekt. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Tuumareaktsioonid. Tuumaenergeetika ja tuumarelv. Radioaktiivsus.</p>	<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 seisulaine; teab, et elektronorbitaalidele aatomis vastavad elektroni leiulaine kui seisulaine kindlad kujud;</p>	<p>Metoodilised soovitusused tundide kaupa:</p> <p>1. tund Valguse neeldumine aatomis. Aatomimudel, elektronid aatomis. Kvanthüpotees. Fotoefekti kirjeldamine arvutimudeli abil. Valguskvandi energia ja elektroni väljumistöö. Välis- ja sisefotoefekti mõiste ja mõned rakendused. Fotorakk.</p> <p>2. tund Aatomimudelite areng. Laine ja seisulaine. Elektroni leiulaine kuju, kui elektroni asukoha kirjeldus. Elektroni koht aatomites ja molekulides. Laine ja seisulaine arvutimudelid. Elektroni leiulaine aatomites ja molekulides.</p> <p>3. tund Lainete difraktsiooni seletus arvutimudeli, video või demokatse abil. Elektronide difraktsiooni katse videolõigu või arvutimudeli abil. Kahe pilu katse ja küsimus, kuidas saab elektron läbida korrakahte ava ja iseendaga interfereeruda?</p> <p>4. tund Määramatusseos, näited ja järeldused. Elektron aatomis, kvantarvud. Nüüdisaegne aatomimudel. Kvantmehaanika. Dualism.</p> <p>5. tund Aatomituuma mudel. Tuumajõud ja radioaktiivsus. Ebastabiilsed tuumad. Isotoopidega tutvumine arvutimudeli abil. Seoseenergia, eriseoseenergia. Mass ja energia, massidefekt.</p> <p>6. tund Tuumareaktsioonid. Lagunemine ja süntees. Tutvumine tuumareaktsioonidega arvutimudeli abil. Olulised ja huvitavad tuumareaktsioonid. Ahelreaktsioon ja kergete tuumad liitumine. Osakestefüüsika meetodid ja areng.</p>

<p>Polestusaeg. Radioaktiivne dateerimine. Ioniseerivad kiirgused ja nende toimed. Kiirguskaitse.</p> <p>Põhimõisted: välis- ja sisefotoefekt, kvantarv, energiatase, kvantmehaanika, määramatusseos, tuumajõud, massidefekt, seoseenergia, eriseoseenergia, tuumaenergeetika, tuumarelv, radioaktiivsus, polestusaeg, radioaktiivne dateerimine, ioniseeriv kiirgus, kiirguskaitse.</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: radioaktiivsus ja polestusaeg;</p> <p>10) kasutab radioaktiivse lagunemise seadust seletamiseks radioaktiivse dateerimise meetodi olemust, toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta;</p> <p>11) seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning analüüsib tuumaenergeetika eeliseid ja sellega seonduvaid ohte (radioaktiivsed</p>	<p>7. tund Tuumarelvade loomise lugu, aatompomm ja vesinikpomm. Uraan ja plutoonium. Tuumakütuse tootmine ja rikastamine. Tuumapommide konstruktsioonist ja kohaletoimetamisest. Militaartehnika areng, tuumarelvastuse tootmine, hoiustamine ja hävitamine, sellega seonduvad ohud. Tuumaplahvatuse tagajärjed. Tuumasõja oht, tuumatalv. Tuumakatsetuse jälgimine õppevideo kaudu.</p> <p>8. tund Tuumajaam. Tuumakütus, tuumajaama tööpõhimõte. Tuumaenergeetika tähtsus ja tulevikuväljavaated. Tuumajaamade põlvkonnad. Tuumajäätmed, nende töötlemine ja hoiustamine. Ohtlikud juhtumid tuumaenergeetika ja radioloogia alal. Tuumaõnnetuste video- või fotokokkuvõte. Tuumajaama juhtimise simulatsioon.</p> <p>9. tund Radioaktiivse lagunemise seadus. Polestusaja mõiste ja lagunemise seadus arvutimudeliga. Radioaktiivse dateerimise meetodid, rakendatavuse piirid, usaldusväärsus. Näiteid.</p> <p>10. tund Ioniseeriv kiirgus. Kiirguse mõõtmine, kiirgusühikud. Dosimeetri demonstratsioon. Looduslik kiirgusfoon. Kiirgusseire. Ioniseeriva kiirguse allikad. Radioaktiivne saaste õhus, vees, toidus. Radoon. Tehnikast, teadusest ja meditsiinist pärinevad kiirgusallikad. Kiirguskaitse.</p> <p>11. tund Õpetaja valikul teemade põhjalikumaks käsitlemiseks, kordamiseks, praktilisteks töödeks ja õpilastööde esitlemiseks.</p> <p>Tähelepanu: elektronkihtide täitumine.</p> <p>Demo: 1) udukamber kuiva jää abil; 2) päikesepatarei; 3) välisfotoefekt UV-lambiga (Zn plaat + elektromeeter); 4) Vernier'i dosimeetriga radiatsiooni taseme mõõtmine; 5) seisuline katse kumminööriaga.</p> <p>Soovituslik praktiline töö: Plancki konstandi määramine mitme erineva valgusdiodi süttimispingete kaudu.</p> <p>IKT: 1) fotoefekti demokatsed videos; 2) tutvumine aatomimudelite ja kvantmehaanika alustega arvutisimulatsioonide abil; 3) tutvumine radioaktiivsuse, ioniseerivate kiirguste ja kiirguskaitse temaatikaga arvutisimulatsioonide või õppevideo abil; 4) tutvumine tuumatehnoloogiate, tuumarelvade toime ja tuumaohutusega õppevideo vahendusel.</p> <p>Lõiming: 1) <u>keemiaga</u> (elektronvalemid, orbitaalid, vabad radikaalid); 2) <u>bioloogiaga</u> (ioniseeriva kiirguse toime elusorganismidele); 3) <u>ajalooga</u> (tuumarelvade kasutamine II maailmasõjas). <u>Siselõiming</u> elektromagnetismi kursusega (valguse difraktsioon ja elektronide difraktsioon).</p> <p>Hindamine: 1) õpilaste ettekanded; 2) valikvastustega test.</p> <p>Kontrolltöö mõistete tundmise ja nähtuste seletamise peale. Õpilaste referaatide ja ettekannete hindamine. Test põhimõistete ja tähtsamate nähtuste mõistmise kontrolliks.</p>
---	--	--

	<p>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>	
<p>3. Megamaailma füüsika (14 tundi)</p> <p>Vaatlusastronoomia. Vaatlusvahendid ja nende areng. Tähtkujud. Taevakaardid. Astraalmütoloogia ja füüsika. Maa ja Kuu perioodiline liikumine aja arvestuse alusena. Kalender. Kuu faasid. Varjutused. Päikesesüsteemi koostis, ehitus ja tekkimise hüpoteesid. Päike ja teised tähed. Tähtede evolutsioon. Galaktikad. Meie kodugalaktika – Linnutee. Universumi struktuur. Suur Pauk. Universumi evolutsioon. Eesti astronoomide panus astrofüüsikasse ja kosmoloogiasse.</p> <p>Põhimõisted: observatoorium, teleskoop, kosmoseteleskoop, taevakaart, tähtkuju,</p>	<p>1) nimetab astronoomia vaatlusvahendeid;</p> <p>2) seletab taevakaardi füüsikalise tõlgenduse aluseid ja füüsikalisi hinnanguid peamistele astraalmütoloogilistele kujutelmadele;</p> <p>3) kirjeldab mõõtmete ja liikumisviisi aspektis Päikesesüsteemi põhilisi koostisosi: Päike, planeedid, kaaslased, asteroidid, komeedid, meteorokehad;</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</p>	<p>Metoodilised soovitused tundide kaupa:</p> <p>1. tund Taevavaatluste ajalugu. Astronoomia vaatlusvahendite arengu olulised arenguetapid (teleskoobeelsed vaatlused, teleskoopide täiustamine, spektraalmõõtmised, raadioteleskoobid, kosmosetehnika). Mudelite areng Maast ja Ilmast kuni paisuva Universumini. Observatooriumi külastus kui võimalik.</p> <p>2.tund Vaade taevasse, öö ja päev, hämarik, silmapiir ja taevahorisont, seniit ja taevapoolus. Vaatleja geograafilised koordinaadid. Näivad liikumised, taevakoordinaadid. Geotsentriline ja heliotsentriline mudel. Kopernik ja Kepler. Taevavaatlus vastava arvutiprogrammi abil või planetaariumi külastus.</p> <p>3. tund Horoskoobist taevaatlaseni. Tähtkujud ja astraalmütoloogilised maailmapildid. Taevakehade vaatlemine, taevakalender.</p> <p>4. tund Maa tiirlemine ümber Päikese ja pöörlemine ümber telje. Orbiidi kuju ja telje asend, Päikesekiirguse langemine Maale. Aastaajad. Soovitav praktiline töö: Kuu vaatlemine. Kuu faasid, looded. Varjutustega tutvumine arvutimudeli ja videolõikude abil või varjutuse vaatlemine. Soovitav praktiline töö: Parallaks, kauguse mõõtmine.</p> <p>5. tund Perioodilised nähtused, aja mõõtmine. Aja voolamise kiirus ja aja mõiste? Kalendri ja kella arengu seos ühikonna ja maailmapildi muutumisega. Tutvumine ajaühikutega, kuukalendri ühitamine päikesekalendriga.</p> <p>6. tund Päikessüsteemi mõõtmised võrreldes Päikesesüsteemi kehade mõõtmega. Päikesesüsteemi joonistamise ülesanne. Päikesesüsteemi avastuslugu. Palja silmaga nähtavad taevakehad. Kepleri seadused. Päikessüsteemi visuaalsed ja virtuaalsed mudelid.</p> <p>7. tund Maa, kivine pisiplaneet ja tema planeedirühm, sarnasused ja erinevused. Jupiter, gaasiline hiidplaneet ja tema planeedirühm. Saturni rõngas. Päike kui planeedisüsteemi kujundaja. Virtuaalne reis Päikesesüsteemis või õpilaste valitud veebiallikate esitus.</p> <p>8. tund Asteroidide vöö. Asteroidide arv, suurus ja koostis. Asteroidide vöö tekkimise hüpoteesid. Kuiperi vöö ja Öpiku-Oorti pilv. Komeedid. Arvutimudel komeetide trajektoore kohta. Meteoorid ja meteoritiitika. Meteoriidikraatrid (fotode või videotega illustreeritult) ja meteoritide langemise mõju Maale. Meteorivoolud arvutimudeli või õppevideo abil.</p> <p>9. tund Kosmoselendude planeerimise ajalugu. Kosmiline kiirus. Raketitehnika areng sõjaliste rakenduste toel. Kosmosevallutuste algus ja arengud. Kosmosetehnika tehnilised rakendused. Ajaloolised videomaterjalid.</p> <p>10. tund Kosmosevallutuste plaanid minevikus ja tänapäeval. Kosmosetehnoloogia rakendusi igapäevaellu</p>

<p>Päikesesüsteem, planeet, planeedikaaslane, tehiskaaslane, asteroid, komeet, meteorokeha, täht, galaktika, Linnutee, kosmoloogia, Suur Pauk.</p>	<p>tekkimist, tähtede evolutsiooni, Linnutee koostist ja ehitust ning Universumi tekkimist Suure Paugu teooria põhjal.</p>	<p>(pikemalt mõni hea näide, näiteks GPSi saamisluugu). Inimesed kosmoses, võimalused ja raskused. Automaatjaamad ja robotid kosmoses. Automaatsete uurimisseadmete ajalugu ja arengud.</p> <p>11. tund Päikese mõju Maale, teistele planeetidele ja Päikesesüsteemile. Päikese koostis ja energiaallikas. Arvutipildid ja -videod päikese pinnanähtustest. Päikesetuul, virmalised ja magnetormid. Päikese aktiivsus, päikeselaigud. Teised tähed võrdluses Päikesega (õppevideo) ja kauged planeedisüsteemid. Eksoplaneetide otsingud, meetodid ja tulemused. Teaduse arengusuunad ja teadusuudised.</p> <p>12. tund Päikese tekkelugu ja tulevik. Tähtede liigitus suuruse ja värvi järgi. Tähtede heledus, näiv ja tegelik. Tähtede tekkimine ja areng. Herzsprungi-Russelli diagramm. Galaktikad. Tähtede arv taevas, Linnutees ja Universumis.</p> <p>13. tund Galaktikate parved ja superparved. Universumi struktuur (õppevideo või mudel). Suure Paugu teooria. Universumi areng, paisumine ja tulevik. Aine, tume aine ja tume energia. Universumi ajaloo uurimine, osakestefüüsika ja kosmoloogia kokkupuutepunkt.</p> <p>14. tund Õpetaja valikul teemade põhjalikumaks käsitlemiseks, kordamiseks, õppekäikudeks ja õpilastööde esitlemiseks.</p> <p>Tähelepanu: rõhutada astraalmütoloogia (astroloogia) ja astronoomia (kui füüsika osa) erinevusi.</p> <p>Demo: puu läbimõõdu määramine nurkkauguse abil ja Päikese läbimõõdu määramine „auk kastiseinas“-meetodil.</p> <p>Soovituslik praktiline tegevus: ekskursioon Tõraverre.</p> <p>IKT: 1) tutvumine Päikesesüsteemi ja Universumi ehitusega arvutisimulatsioonide vahendusel; 2) nutitelefoniga google.sky ning tähistaeva vaatamine; 3) NAAP (Nebraska Project'i) kasutamine.</p> <p>Lõiming: 1) <u>matemaatikaga</u> (geomeetria meetodid taevakehade kauguste ja mõõtmete määramiseks); 2) <u>kultuuriloo</u>ga (erinevate rahvaste astraalmütoloogilised kujutelmad, lindude rännete seos Linnuteega jne); 3) <u>geograafiaga</u> (Maa teke ja areng).</p> <p>Hindamine: 1) õpilaste ettekanded; 2) valikvastustega test, 3) kokkuvõttev essee kosmoloogia seostest teiste füüsikaharudega, tundides osalemine (ettekanded, esitlused), õppekäikude ja vaatluste aruanded ja referaadid.</p>
--	--	---