



Ainevaldkond „Loodusained” gümnaasiumis

Loodusteaduslik pädevus

Loodusteaduslik pädevus väljendub loodusteaduste- ja tehnoloogiaalases kirjaoskuses, mis hõlmab oskust vaadelda, mõista ja selgitada loodus-, tehis- ja sotsiaalses keskkonnas (edaspidi *keskkond*) toimuvaid nähtusi, analüüsida keskkonda kui terviksüsteemi, märgata selles esinevaid probleeme, teha põhjendatud otsuseid neid lahendades, järgides loodusteaduslikku meetodit ning kasutades teadmisi bioloogilistest, füüsikalise-keemilistest ja tehnoloogilistest süsteemidest, väärtustada loodusteadusi kui kultuuri osa, jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning loodusressursside säästvat kasutamist.

Gümnaasiumi lõpetaja:

- 1) analüüsib ja interpreteerib keskkonnas toimuvaid nii vahetult tajutavaid kui ka meeltele tajumatuid nähtusi mikro-, makro- ja megatasemel ning mõistab mudelite osa reaalse objektide kirjeldamisel;
- 2) oskab iseseisvalt leida ning kasutada loodusteadusliku ja tehnoloogiaalase info hankimiseks eesti- ja võõrkeelseid allikaid, mis on esitatud sõnalisel, numbrilisel või sümbolite tasandil, oskab hinnata neid kriitiliselt ning väärtustada nii isiku kui ka ühiskonna tasandil;
- 3) oskab määratleda ja lahendada keskkonnaprobleeme, eristada neis loodusteaduslikku ja sotsiaalset komponenti, kasutades loodusteaduslikku meetodit koguda infot, sõnastada uurimisküsimusi või hüpoteese, kontrollida muutujaid vaatluse või katsega, analüüsida ja interpreteerida tulemusi, teha järeldusi ning koostada juhendamise korral uurimisprojekti;
- 4) kasutab bioloogias, keemias, füüsikas ja geograafias omandatud süsteemseid teadmisi loodusteaduslike, tehnoloogiaalaseid ning sotsiaalteaduslike* probleeme lahendades ja põhjendatud otsuseid tehes;
- 5) mõistab loodusainete omavahelisi seoseid ja eripära ning uute interdistsiplinaarsete teadusvaldkondade kohta selles süsteemis;
- 6) mõistab teadust kui teaduslike teadmiste hankimise protsessi selle ajaloolises ja tänapäevases kontekstis, oskab hinnata loovuse osa teadusavastustes ning teaduse piiranguid reaalse maailma suhtes;
- 7) hindab ja prognoosib teaduse ja tehnoloogia saavutuste mõju keskkonnale, tuginedes loodusteaduslikele, sotsiaalsetele, majanduslikele ja eetilise-moraalsetele seisukohtadele ning arvestades õigusakte;
- 8) väärtustab keskkonda kui tervikut ja järgib jätkusuutliku eluviisi tavasid, tuginedes tõendusmaterjalidele, suhtub vastutustundlikult keskkonda;



9) tunneb huvi keskkonnas toimuvate lokaalsete ja globaalsete nähtuste ning loodusteaduste ja tehnoloogia arengu vastu, oskab teha põhjendatud otsuseid karjääri valides ning on motiveeritud elukestvaks õppeks.

* Sotsiaalteaduslike probleemide all mõistetakse ühiskonnas esinevaid probleeme, millel on loodusteaduslik sisu ja sotsiaalne kandepind. Siia hulka kuuluvad ka dilemmad.

Ainevaldkonna õppeained

Ainevaldkonda kuuluvad bioloogia, geograafia (loodusgeograafia), füüsika ja keemia. Kursused jagunevad kohustuslikeks ja valikkursusteks. Kohustuslike kursuste arv õppeaineti on järgmine:

- 1) bioloogia – 4 kursust;
- 2) geograafia (loodusgeograafia) – 2 kursust;
- 3) keemia – 3 kursust;
- 4) füüsika – 5 kursust.

Õppeainete valikkursused on:

- 1) „Rakendusbioloogia”
- 2) „Geoinformaatika”
- 3) „Keemiliste protsesside seaduspärasused”
- 4) „Elementide keemia”
- 5) „Elu keemia”
- 6) „Füüsika ja tehnika”
- 7) „Teistsugune füüsika”

Interdistsiplinaarsed valikkursused on:

- 1) „Loodusteadused, tehnoloogia ja ühiskond”
- 2) „Mehhatroonika ja robotika”
- 3) „3D-modelleerimine”
- 4) „Joonestamine”
- 5) „Arvuti kasutamine uurimistöös”
- 6) „Rakenduste loomise ja programmeerimise alused”

Ainevaldkonna kirjeldus

Valdkonna õppeainetega kujundatakse loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, seostades järgmisi valdkondi:



- 1) empiiriliste teadmiste omandamine bioloogilistest ja füüsikalis-keemilistest süsteemidest (mõisted, seaduspärasused ning teooriad, mis määravad konkreetse õppeaine sisu ja vastavad konkreetse aja teaduse saavutustele);
- 2) loodusteadusliku meetodi omandamine, mis sisaldab ka teaduslikku suhtumist, sh vigade tunnistamist. Loodusteadusliku uurimismeetodi kaudu on seotud kõik loodusvaldkonna õppeained, moodustades ühise aluse;
- 3) probleemide lahendamise ja otsuste tegemise oskuste arendamine, arvestades nii loodusteaduslikke kui ka majanduslikke, poliitilisi, sotsiaalseid, eetilisi ja moraalseid aspekte;
- 4) õpilaste personaalsete võimete, sh loovuse, kommunikatsiooni- ja koostööoskuste arendamine, hoiakute kujundamine loodusteaduste, tehnoloogia ja ühiskonna suhtes; riskide teadvustamine ja karjääriteadlikkuse kujundamine.

Kohustuslike õppeainete sisu on kindlaks määratud nüüdisaegse loodusteaduse saavutuste põhjal. Loodusteaduslike mõistete, seaduspärasuste ja teooriate õppimise alusel kujuneb õpilastel loodusteaduslike teadmiste süsteem, mis toetab keskkonna-, sh sotsiaalteaduslike probleemide lahendamist. Erilist tähelepanu pööratakse kõrgemat järku mõtlemisoperatsioone arendavatele tegevustele, loova ja kriitilise mõtlemise arendamisele.

Oluline koht on uurimuslikul õppel, mis toimub nii praktiliste tööde kui ka teoreetilise iseloomuga igapäevaeluprobleemide lahendamise kaudu. Õpilased omandavad oskuse tunda ära loodusteaduslikke probleeme erinevates olukordades, esitada uurimisküsimusi, sõnastada hüpoteese, planeerida uurimistegevusi ning korraldada tulemuste analüüsi ja tõlgendamist. Tähtsal kohal on teabeallikate, sh interneti kasutamise ja neis leiduva teabe kriitilise hindamise oskuse kujundamine. Omandatakse igapäevaeluga seotud probleemide lahendamise ja kompetentsete otsuste tegemise oskused, mis suurendavad õpilaste toimetulekut looduslikus, tehis- ja sotsiaalses keskkonnas ning karjäärivalikul.

Oluline on ainevaldkonna sisemine lõiming, mis loob arusaama keskkonnast kui terviksüsteemist nii mikro-, makro- kui ka mega- (globaalsel) tasandil, õpetab väärtustama jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi, mõistma loodusainete kohta kultuurikontekstis ning loob võimalused elukutsevalikuks nii loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud erialadel kui ka toimetulekuks kõigis teistes eluvaldkondades.

Bioloogia õppimise eesmärk on saada probleemide lahendamise kaudu tervikülevaade elu mitmekesisuse, organismide ehituse ja talitluse, pärilikkuse, evolutsiooni ja ökoloogia ning



keskkonnakaitse ja rakendusbioloogia põhiprintsiipidest. Ühtlasi saavad õpilased ülevaate bioloogiateaduste põhilistest seaduspärasustest, teooriatest, praktilistest väljunditest, tulevikusuundumustest ning nendega seotud rakendustest ja elukutsetest, mis abistab neid ka elukutsevalikus.

Geograafia kuulub integreeriva õppeainena nii loodus- kui ka sotsiaalteaduste hulka. Geograafiat õppides kujuneb õpilastel arusaam Maast kui terviksüsteemist, looduses ja ühiskonnas esinevatest protsessidest, nende ruumilisest levikust ning vastastikustest seostest. Rõhk on keskkonna ja inimtegevuse vastastikuste seoste tundmaõppimisel, õpilastel kujunevad säästlikku eluviisi, looduslikku ja kultuurilist mitmekesisust ning kodanikuaktiivsust väärtustavad hoiakud.

Keemia õpetusega taotletakse õpilaste keemiaalaste teadmiste ja loodusteadusliku maailmapildi avardamist. Õpilased saavad ülevaate keemiliste protsesside põhilistest seaduspärasustest, seostest erinevate nähtuste ja seaduspärasuste vahel, keemia tulevikusuundumustest ning nendega seotud rakendustest ja elukutsetest, mis abistab neid ka elukutsevalikus.

Füüsika õppes käsitletakse nähtusi süsteemselt, taotledes terviklikku ettekujutust füüsikast kui fundamentaalsest teadusest. Füüsikat õppides kujuneb õpilastel nüüdisaegne terviklik maailmapilt ning keskkonda säästev hoiak. Füüsika õpe on tihedalt seotud matemaatikaga, loob aluse tehnika ja tehnoloogia mõistmisele ning aitab väärtustada tehnikaga seotud elukutseid.

Üldpädevuste kujundamine ainevaldkonna õppeainetes

Väärtuspädevus – loodusainete õpetamisel kujundatakse õpilaste suhtumist teadusesse kui inimtegevuse tähtsasse valdkonda, arendatakse huvi loodusteaduste vastu, süvendatakse säästlikku hoiakut keskkonna, sh kõige elava suhtes, väärtustatakse jätkusuutlikku, vastutustundlikku ning tervislikku eluviisi.

Sotsiaalne pädevus kujuneb eelkõige dilemmade lahendamise ja sotsiaalteaduslike otsuste tegemise protsessis, kus arvestatakse lisaks loodusteaduslikele seisukohtadele ka inimühiskonnaga seotud aspekte – seadusandlike, majanduslike ning eetilisi-moraalseid seisukohti. Oluline on rühmatöö, ajurünnakud, rollimängud, kriitiliste esseede kirjutamine ja analüüs.

Loodusained toetavad **õpipädevuse** kujunemist erinevate õpitegevuste kaudu. Õpipädevust arendatakse probleemide lahendamise ja uurimusliku õppe rakendamisega: õpilased omandavad oskused leida loodusteaduslikku infot, sõnastada probleeme ja uurimisküsimusi, planeerida ja teha



katset või vaatlust, analüüsida, tõlgendada ning esitada tulemusi. Õpipädevuse arengut toetavad IKT-põhised õpikeskkonnad, mis kiire ja individualiseeritud tagasiside kaudu võimaldavad rakendada erinevaid õpistrateegiaid.

Matemaatikapädevus kujuneb eelkõige uurimusliku õppega, kus õpilastel tuleb katse- või vaatlusandmeid esitada tabelina ja arvjoonisena, neid analüüsida, leida seoseid ning siduda arvulisi näitajaid lahendatava probleemiga. Loodusainete õppimisel analüüsitakse mõõtmistulemusi (sh mõõtemääramatust), esitades eri objekte ja protsesse neid võrreldes ning omavahel seostades.

Ettevõtlikkuspädevuse kujundamisel on oluline koht probleemidepõhisel käsitlusel, interdistsiplinaarse iseloomuga õppematerjali rakendusvõimaluste tutvustamisel ning loodusteaduslike teadmiste olulisuse teadvustamisel erinevates elukutsetes. Kõrgema taseme mõtlemisoskusi nõudvad õpitegevused, kriitiliste esseede kirjutamine ja analüüs loodusainete tundides annavad tugeva aluse ettevõtlike tegelemiseks. Õpilaste initsiatiivi toetamine õppes (katsete disainimine, rollimängud, väitlused jm õppetegevused) aitab neil kujuneda mõtlemis- ning algatusvõimelisteks isikuteks, kes lähenevad loovalt ning paindlikult elus eettulevatele probleemidele (muutuv töjõuturg, majanduskriisid jms). Õpilaste kaasamine õppetegevuse planeerimisse ning reflekteerimisse aitab neil võtta vastutuse õppimise eest enda peale. Sotsiaalteaduslike probleemide lahendamise ning otsuste langetamise käigus toimimisest, et õpilane saaks oma kogemuse kaudu tunnetada aktiivseks ja informeeritud kodanikuks olemise eeliseid.

Suhtluspädevust arendatakse nii uurimuslike tööde tulemuste kirjaliku ja suulise esituse, dilemma ja sotsiaalteaduslike probleemide lahendamise kui ka loodusteadusliku info otsimise ning interpreteerimise kaudu, kasutades nii eesti- kui ka võõrkeelseid teabeallikaid. Arendatakse loodusteadusliku keele korrektset kasutamist ja oskust arusaadavalt vahendada loodusteaduslikke probleeme ühiskonna liikmete vahel.

Enesemääratluspädevust arendatakse bioloogiatundides, kus käsitletakse inimese anatoomia, füsioloogia ja tervislike eluviiside teemasid, sh viirushaiguste probleeme, selgitatakse individuaalset energia- ja toitumisvajadust ning teadmatusest ja väärinterpretatsioonist tekkivaid ohte.

Lõiming

Elukestev õpe ja karjääri planeerimine. Kõik loodusained toetavad õpipädevuse kujunemist ning elukestva õppe väärtustamist. Probleemide lahendamine ja uurimusliku õppe rakendamine süvendavad koolist igapäevaellu ülekantavate oskuste kujunemist. Õpipädevuse kujunemisel on suur roll IKT-põhistel keskkondadel, mis on tihti õpilastele relevantsemad kui koolitund. Loodusvaldkonna õppeainete ühine eesmärk on kujundada õppimisse positiivne suhtumine, mis on ühtlasi elukestva õppimise üks tähtsamaid eeldusi. See saavutatakse nii tänu õpilase individuaalse



eripära aktsepteerimisele kui ka kujundava hindamissüsteemi kaudu uurimuslike tööde korraldamisele, probleemide lahendamisele ning otsuste tegemisele.

Õpilasel avardatakse ettekujutust loodusteadusvaldkonna erialadest ning kujundatakse nüüdisaegset ettekujutust teadlase tööst.

Keskkond ja jätkusuutlik areng. Gümnaasiumiastmes kujundavad õpilased keskkonna küsimustes otsuste langetamise ning hinnangute andmise oskusi, arvestades nüüdisaja teaduse ja tehnoloogia arengu võimalusi ja piiranguid ning normatiivdokumente. See toetab valmisoleku kujunemist tegelda keskkonnakaitseküsimustega kriitiliselt mõtleva kodanikuna nii isiklikul, ühiskondlikul kui ka ülemaailmsel tasandil ning rakendada loodussäästlikke ja jätkusuutlikke tegutsemis- ning majandamisviise.

Tehnoloogia ja innovatsioon. Tutvustatakse uusi teadussaavutuste materjale ja tehnoloogiaid, et väärtustada loodusteaduste rolli inimeste elukvaliteedi parandamisel. Rakendatakse uuenduslikke õppemeetodeid, mis toetavad õpilaste algatusvõimet, loovust ja kriitilise mõtlemise võimet ning võimaldavad hinnata uute teadussaavutustega kaasnevat eeliseid ja riske.

Tervis ja ohutus. Eksperimentaalsete töödega kujundatakse õpilastes turvalisi tööviise, et vältida riske ja soodustada adekvaatset käitumist õnnetuse korral. Loodusaineid õppides kujuneb õpilastel arusaam tervislikest eluviisidest nii informatiivsel kui ka väärtushinnangulisel tasandil.

Läbivat teemat „Teabekeskkond“ käsitletakse seonduvalt eri infoallikatest teabe kogumise, teabe kriitilise hindamise ning kasutamisega.

Läbiva teema „Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus“ elluviimist toetavad loodusained eelkõige keskkonnateemade õpetamise kaudu. Kodanikuõiguste ja -kohustuse tunnetamine seostub keskkonnaküsimustega.

Kultuuriline identiteet. Väärtustatakse Eestiga seotud loodusteadlasi ja nende tööd ning kujundatakse sallivust erinevate rahvaste ja kultuuride suhtes.



BIOLOGIA

Üldalused

Õppe- ja kasvatusesmärgid

Gümnaasiumi bioloogiaõpetusega taotletakse, et õpilane:

- 1) arendab loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, loovust ning süsteemset mõtlemist;
- 2) tunneb huvi bioloogia ja teiste loodusteaduste vastu, saab aru nende tähtsusest igapäevaelus ning on motiveeritud elukestvaks õppeks;
- 3) saab süsteemse ülevaate elusloodusest ja selle olulisematest protsessidest ning kasutab korrektset bioloogiaalast sõnavara;
- 4) suhtub vastutustundlikult elukeskkonda, väärtustab bioloogilist mitmekesisust ning vastutustundlikku ja säästvat eluviisi;
- 5) kasutab bioloogiainfo leidmiseks erinevaid, sh elektroonilisi teabeallikaid ning hindab kriitiliselt neis sisalduvat teavet;
- 6) rakendab bioloogiaprobleeme lahendades loodusteaduslikku meetodit;
- 7) langetab igapäevaeluga seotud kompetentseid otsuseid, tuginedes teaduslikele, majanduslikele ja eetilise-moraalsetele seisukohtadele, arvestades õigusakte ning prognoosib otsuste tagajärgi;
- 8) on omandanud ülevaate bioloogiaga seotud elukutsetest ning rakendab bioloogias saadud teadmisi ja oskusi karjääri planeerides.

Õppeaine kirjeldus

Bioloogial on tähtis koht õpilaste loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujunemises.

Gümnaasiumi bioloogia tugineb põhikooli bioloogias saadud teadmiste, oskuste ja hoiakutele ning seostub gümnaasiumi keemias, geograafias, füüsikas, matemaatikas ja teistes õppeainetes õpitavaga – selle kaudu kujunevad õpilastel mitmed olulised pädevused, omandatakse positiivne hoiak kõige elava ja ümbritseva suhtes ning väärtustatakse vastutustundlikku ja säästvat eluviisi.

Bioloogias omandatud teadmised, oskused ja hoiakud lõimitult teistes õppeainetes omandatuga on alus sisemiselt motiveeritud elukestvatele õppimisele.

Gümnaasiumi bioloogias saadakse probleemide lahendamise kaudu tervikülevaate elu mitmekesisuse, organismide ehituse ja talitluse, pärilikkuse, evolutsiooni, ökoloogia ning keskkonnakaitse ja rakendusbioloogia alustest. Seejuures saavad õpilased ülevaate



bioloogiateaduste peamistest seaduspärasustest, teooriatest ja tulevikusuundumustest ning nendega seotud rakendustest ja elukutsetest, mis aitab neid elukutsevalikus.

Bioloogiateadmised ja -oskused omandatakse suurel määral loodusteaduslikule meetodile tuginevate uurimuslike ülesannete kaudu, mille vältel õpilased saavad probleemide püstitamise, hüpoteeside sõnastamise ja katsete või vaatluste planeerimise ning nende tegemise, tulemuste analüüsi ja tõlgendamise oskused. Olulisel kohal on uurimistulemuste suuline ja kirjalik esitamine, kaasates otstarbekaid verbaalseid ning visuaalseid esitusvorme. Ühtlasi omandatakse igapäevaeluga seonduvate probleemide lahendamise ja pädevate otsuste langetamise oskused, mis suurendavad õpilaste toimetulekut looduslikus ja sotsiaalses keskkonnas.

Õppimine on probleemipõhine ja õpilaskeskne ning lähtub õpilase kui isiksuse individuaalsetest ja ealistest iseärasustest ning tema võimete mitmekülgsest arendamisest. Aktiivõppe põhimõtteid järgiva õppetegevuse rõhuasetused on loodusteaduslikule meetodile tuginev uurimuslik käsitlus ning looduslikku, tehnoloogilist ja sotsiaalset keskkonda siduvate probleemide lahendamine, millega kaasneb õpilaste kõrgemate mõtlemistasandite areng.

Kõigis õppetegevuse etappides kasutatakse tehnoloogilisi vahendeid ja IKT võimalusi. Ühtlasi saavutatakse erinevate, sh elektroonsete teabeallikate kasutamise ning neis leiduva teabe tõepärasuse hindamise oskus.

Gümnaasiumi bioloogias pööratakse suurt tähelepanu õpilaste sisemise õpimotivatsiooni kujunemisele. Selle suurendamiseks kasutatakse mitmekesiseid aktiivõppevorme:

probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, rollimänge, diskussioone, ajurünnakuid, mõistekaartide koostamist, õuesõpet, õppekäike jne. Kõige sellega kujundatakse õpilaste bioloogiateadmisi ja -oskusi, mis võimaldavad neil erinevaid loodusnähtusi ning protsesse mõista, selgitada ja prognoosida. Seejuures kujundatakse bioloogia kui loodusteaduse ja kultuurinähtuse suhtes positiivset hoiakut, mis igapäevaelu probleemide lahendamisel võtab arvesse teaduslikke, majanduslikke, sotsiaalseid, eetilisi-moraalseid aspekte ning õigusaktides sätestatud.

Gümnaasiumi õpitulemused

Gümnaasiumi bioloogiaga taotletakse, et õpilane:

- 1) väärtustab bioloogiaalaseid teadmisi, oskusi ning hoiakuid loodusteadusliku ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse oluliste komponentidena ning on sisemiselt motiveeritud elukestvaks õppeks;
- 2) teadvustab looduse, tehnoloogia ja ühiskonna vastastikuseid seoseid ning saab aru nende mõjust elukeskkonnale ja ühiskonnale;
- 3) on omandanud süsteemse ülevaate eluslooduse peamistest objektidest ja protsessidest ning organismide omavahelistest suhetest ja seostest eluta keskkonnaga;



- 4) suhtub vastutustundlikult elukeskkonda, väärtustab bioloogilist mitmekesisust ning vastutustundlikku ja säästvat eluviisi;
- 5) rakendab loodusteaduslikku meetodit bioloogiaprobleeme lahendades: planeerib, teeb ning analüüsib vaatlusi ja katseid ning esitab saadud tulemusi korrektselt verbaalses ja visuaalses vormis;
- 6) oskab langetada looduse ja sotsiaalkeskkonnaga seotud kompetentseid otsuseid ning prognoosida otsuste tagajärgi;
- 7) kasutab erinevaid bioloogiaalase, sh elektroonilise info allikaid, analüüsib, sünteesib ja hindab kriitiliselt neis sisalduvat teavet ning rakendab seda tulemuslikult eluslooduse objektide ja protsesside selgitamisel ning probleemide lahendamisel;
- 8) kasutab bioloogiat õppides ja uuringuid tehes otstarbekalt tehnoloogiavahendeid, sh IKT võimalusi;
- 9) on omandanud ülevaate bioloogiaga seotud elukutsetest ning rakendab bioloogiateadmisi ja -oskusi karjääri planeerides.

I kursus

1. Bioloogia uurimisvaldkonnad

Õppesisu

1. Elu tunnused, elusa ja eluta looduse võrdlus.
2. Eluslooduse organiseerituse tasemed ning nendega seotud bioloogia haruteadused ja vastavad elukutsed.
3. Eluslooduse molekulaarset, rakulist, organismilist, populatsioonilist ja ökosüsteemilist organiseerituse taset iseloomustavad elu tunnused.
4. Loodusteadusliku uuringu kavandamine ja tegemine ning tulemuste analüüsimine ja esitamine.
5. Loodusteadusliku meetodi rakendamine, lahendades bioloogiaalaseid ja igapäevaelu probleeme.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Väikesemahulise uurimusliku töö tegemine, et saada ülevaadet loodusteaduslikust meetodist.

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) võrdleb elus- ja eluta looduse tunnuseid ning eristab elusloodusele ainuomaseid tunnuseid;



- 2) seostab eluslooduse organiseerituse tasemeid elu tunnustega ning kirjeldab neid uurivaid bioloogiateadusi ja elukutseid;
- 3) põhjendab teadusliku meetodi vajalikkust loodusteadustes ja igapäevaelu probleemide lahendamisel;
- 4) kavandab ja viib läbi eksperimente lähtuvalt loodusteaduslikust meetodist;
- 5) analüüsib loodusteadusliku meetodi rakendamisega seotud tekste ning annab neile põhjendatud hinnanguid;
- 6) väärtustab loodusteaduslikku meetodit usaldusväärsete järelduste tegemisel.

2. Organismide koostis

Õppesisu

6. Elus- ja eluta looduse keemilise koostise võrdlus.
7. Vee omaduste seos organismide elutalitlusega.
8. Peamiste kationide ja anioonide esinemine ning tähtsus rakkudes ja organismides.
9. Biomolekulide üldine ehitus ja ülesanded.
10. Organismides esinevate peamiste biomolekulide – süsivesikute, lipiidide, valkude ja nukleiinhapete – ehituslikud ning talitluslikud seosed.
11. DNA ja RNA ehituse ning ülesannete võrdlus.
12. Vee, mineraalainete ja biomolekulide osa tervislikus toitumises.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Eri organismide keemilise koostise võrdlemine, kasutades infoallikana internetimaterjale.
2. Uurimuslik töö temperatuuri mõjust ensüümreaktsioonile.
3. Praktiline töö DNA eraldamiseks ja selle omadustega tutvumiseks.

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) võrdleb elus- ja eluta looduse keemilist koostist;
- 2) seostab vee omadusi organismide talitlusega;
- 3) selgitab peamiste kationide ja anioonide tähtsust organismide ehituses ning talitluses;
- 4) seostab süsivesikute, lipiidide ja valkude ehitust nende ülesannetega;
- 5) võrdleb DNA ja RNA ehitust ning ülesandeid;
- 6) väärtustab vee, mineraalainete ja biomolekulide osa tervislikus toitumises.



3. Rakk

Õppesisu

13. Rakuteooria põhiseisukohad, selle olulisus eluslooduse ühtsuse mõistmisel.
14. Rakkude ehituse ja talitluse omavaheline vastavus peamiste inimkudede näitel.
15. Päristuumse raku ehituse seos bioloogiliste protsessidega loomaraku põhjal.
16. Rakutuuma ja selles sisalduvate kromosoomide tähtsus.
17. Rakumembraani peamised ülesanded, ainete passiivne ja aktiivne transport.
18. Ribosoomide, lüsoosoomide, Golgi kompleksi ja mitokondrite osa bioloogilistes protsessides.
19. Tsütoplasmapõrgustiku ja tsütoskeleti talitus.
20. Raku ehituse ja talitluse terviklikkus, organellide omavaheline koostöö.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Loomaraku osade ehituslike ja talituslike seoste uurimine arvutimudeli või praktilise tööga.
2. Epiteel-, lihas-, side- ja närvikoe rakkude eristamine mikroskoobis ning nendel esinevate peamiste rakuosiste kirjeldamine.
3. Uurimuslik töö keskkonnategurite mõjust rakumembraani talitlusele.

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) selgitab eluslooduse ühtsust, lähtudes rakuteooria põhiseisukohtadest;
- 2) seostab inimese epiteel-, lihas-, side- ja närvikoe rakkude ehitust nende talitlusega ning eristab vastavaid kudesid mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel;
- 3) selgitab rakutuuma ja kromosoomide osa raku elutegevuses;
- 4) võrdleb ainete aktiivset ja passiivset transporti läbi rakumembraani;
- 5) seostab loomaraku osade (rakumembraani, rakutuuma, ribosoomide, mitokondrite, lüsoosoomide, Golgi kompleksi, tsütoplasmapõrgustiku ja tsütoskeleti) ehitust nende talitlusega;
- 6) eristab loomaraku peamisi koostisosi mikrofotodel ja joonistel;
- 7) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte raku koostisosade omavaheliste talituslike seoste kohta.



4. Rakkude mitmekesisus

Õppesisu

21. Taimerakule iseloomulike plastiidide, vakuoolide ja rakukesta seos taimede elutegevusega.
22. Seeneraku ehituse ja talitluse erinevused võrreldes teiste päristuumsete rakkudega.
23. Seente roll looduses ja inimtegevuses, nende rakendusbioloogiline tähtsus.
24. Inimese nakatumine seenhaigustesse ning selle vältimine.
25. Eeltuumse raku ehituse ja talitluse erinevus võrreldes päristuumse rakuga.
26. Bakterite elutegevusega kaasnev mõju loodusele ja inimtegevusele.
27. Inimese nakatumine bakterhaigustesse, selle vältimine.
28. Bakterite rakendusbioloogiline tähtsus.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Looma-, taime- ja seeneraku eristamine mikroskoobis ning nende peamiste rakuosiste kirjeldamine.
2. Plastiidide mitmekesisuse kirjeldamine valgusmikroskoobiga vaatluse tulemusena.
3. Seente või bakterite kasvu mõjutavate tegurite uurimine praktilise töö või arvutimudeliga.

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) valdab mikroskopeerimise peamisi võtteid;
- 2) analüüsib plastiidide, vakuoolide ja rakukesta ülesandeid taime elutegevuses;
- 3) võrdleb looma-, taime- ja seeneraku ehitust ning eristab neid nähtuna mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel;
- 4) võrdleb bakteriraku ehitust päristuumsete rakkudega;
- 5) eristab bakteri-, seene-, taime- ja loomarakke mikrofotodel ning joonistel;
- 6) toob näiteid seente ja bakterite rakendusbioloogiliste valdkondade kohta;
- 7) seostab inimesel levinumaisse seen- ja bakterhaigustesse nakatumise viise nende vältimise võimalustega ning väärtustab tervislikke eluviise;
- 8) hindab seente ja bakterite osa looduses ja inimtegevuses ning väärtustab neid eluslooduse oluliste osadena.



II kursus

1. Organismide energiavajadus

Õppesisu

1. Organismide energiavajadus, energia saamise viisid autotroofsetel ja heterotroofsetel organismidel.
2. Organismi üldine aine- ja energiavahetus. ATP universaalsus energia salvestamises ja ülekandes.
3. Hingamine kui organismi varustamine energiaga. Hingamise etappideks vajalikud tingimused ja tulemused.
4. Aeroobne ja anaeroobne hingamine. Käärimine kui anaeroobne hingamine, selle rakenduslik tähtsus.
5. Fotosünteesi eesmärk ja tulemus. Üldülevaade fotosünteesi valgus- ja pimedusstaadiumist ning neid mõjutavatest teguritest.
6. Fotosünteesi tähtsus taimedele, teistele organismidele ning biosfäärile.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Hingamise tulemuslikkust mõjutavate tegurite uurimine praktilise töö või arvutimudeliga.
2. Fotosünteesi mõjutavate tegurite uurimine praktilise töö või arvutimudeliga.

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) analüüsib energiavajadust ja -saamist autotroofsetel ning heterotroofsetel organismidel;
- 2) selgitab ATP universaalsust energia salvestamises ja ülekandes;
- 3) selgitab keskkonnategurite osa hingamisetappide toimumises ning energia salvestamises;
- 4) toob käärimise rakendusbioloogilisi näiteid;
- 5) võrdleb inimese lihastes toimuva aeroobse ja anaeroobse hingamise tulemuslikkust;
- 6) analüüsib fotosünteesi eesmärke, tulemust ja tähtsust;
- 7) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte fotosünteesi seoste kohta biosfääriga;
- 8) väärtustab fotosünteesi tähtsust taimedele, teistele organismidele ning kogu biosfäärile.



2. Organismide areng

Õppesisu

7. Suguline ja mittesuguline paljunemine eri organismirühmadel, nende tähtsus ja tulemus.
8. Raku muutused rakutsükli eri faasides. Kromosoomistiku muutused mitoosis ja meioosis ning nendetähtsus.
9. Mehe ja naise sugurakkude arengu võrdlus ning nende arengut mõjutavad tegurid.
10. Kehaväline ja kehasisene viljastumine eri loomarühmadel.
11. Munaraku viljastumine naise organismis.
12. Erinevate rasestumisvastaste vahendite toime ja tulemuslikkuse võrdlus.
13. Suguhaigustesse nakatumise viisid ning haiguste vältimine.
14. Inimese sünnieelses arengus toimuvad muutused, sünnitus.
15. Lootejärgse arengu etapid selgroogsetel loomadel.
16. Organismide eluiga mõjutavad tegurid. Inimese vananemisega kaasnevad muutused ja surm.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Uurimuslik töö keskkonnategurite mõjust pärmseente kasvule.
2. Kanamuna ehituse vaatlus.

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) toob näiteid mittesugulise paljunemise vormide kohta eri organismirühmadel;
- 2) hindab sugulise ja mittesugulise paljunemise tulemust ning olulisust;
- 3) selgitab fotode ja jooniste põhjal mitoosi- ja meioosifaasides toimuvaid muutusi;
- 4) võrdleb inimese spermatogeneesi ja ovogeneesi ning analüüsib erinevuste põhjust;
- 5) analüüsib erinevate rasestumisvastaste vahendite toimet ja tulemuslikkust ning väärtustab pereplaneerimist;
- 6) lahendab dilemmaprobleeme raseduse katkestamise otstarbekusest probleemituatsioonides ning prognoosib selle mõju;
- 7) väärtustab tervislikke eluviise seoses inimese sugurakkude ja loote arenguga;
- 8) analüüsib inimese vananemisega kaasnevaid muutusi raku ja organismi tasandil ning hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju elueale.



3. Inimese talitluse regulatsioon

Õppesisu

17. Inimese närvisüsteemi üldine ehitus ja talitus.
18. Närviimpulsi moodustumist ja levikut mõjutavad tegurid. Keemilise sünapsi ehitus ning närviimpulsi ülekanne.
19. Refleksikaar ning erutuse ülekanne lihasesse. Närviimpulsside toime lihaskoele ja selle regulatsioon.
20. Peaaju eri osade ülesanded.
21. Kaasasündinud ja omandatud refleksid.
22. Inimese närvisüsteemiga seotud levinumad puuded ja haigused ning närvisüsteemi kahjustavad tegurid.
23. Elundkondade talitluse neuraalne ja humoraalne regulatsioon.
24. Inimese sisekeskkonna stabiilsuse tagamise mehhanismid.
25. Ülevaade inimorganismi kaitsemehhanismidest, immuunsüsteemist ja levinumatest häiretest. Seede-, eritus- ja hingamiselundkonna talitus vere püsiva koostise tagamisel.
26. Inimese energiavajadus ning termoregulatsioon.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Närviimpulsi teket ja levikut mõjutavate tegurite uurimine arvutimudeliga.
2. Uurimuslik töö välisärritajate mõjust reaktsioonijale.
3. Uurimuslik töö füüsilise koormuse mõjust organismi energiavajadusele (südame ja kopsude talitlusele).

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) seostab inimese närvisüsteemi osi nende talitlusega;
- 2) analüüsib eri tegurite mõju närviimpulsi tekkes ja levikus;
- 3) seostab närvisüsteemiga seotud levinumaid puudeid ja haigusi nende väliste ilmingutega;
- 4) omandab negatiivse hoiaku närvisüsteemi kahjustavate ainete tarbimise suhtes;
- 5) selgitab inimorganismi kaitsesüsteeme ning immuunsüsteemi tähtsust;
- 6) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte neuraalse ja humoraalse regulatsiooni osa kohta inimorganismi talitluste kooskõlastamises;
- 7) selgitab vere püsiva koostise tagamise mehhanisme ja selle tähtsust;



8) kirjeldab inimese termoregulatsiooni mehhanisme ning nendevahelisi seoseid.

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, kooliümbrus, looduskeskkond, muuseumid, näitused, ettevõtted jne;
- 7) toetab avar õppemetoodiline valik aktiivõpet: rollimängud, arutelud, väitlused, projektõpe, õpimapi ja uurimistöe koostamine, praktilised ja uurimuslikud tööd (nt loodusobjektide ja protsesside vaatlemine ning analüüs, protsesse ja objekte mõjutavate tegurite mõju selgitamine, komplekssete probleemide lahendamine) jne.

Füüsiline õpikeskkond

1. Praktiliste tööde läbiviimiseks korraldab kool vajaduse korral õppe rühmades.
2. Kool korraldab valdava osa õpet klassis, kus on soe ja külm vesi, valamud, elektripistikud ning IKT vahendid.
3. Kool võimaldab ainekavas nimetatud praktiliste tööde tegemiseks katsevahendid ja –materjalid ning demonratsioonivahendid.
4. Kool võimaldab sobivad tingimused praktiliste tööde ja demonratsioonide tegemiseks ning vajalike materjalide kogumiseks ja säilitamiseks.
5. Kool võimaldab kooli õppekava järgi vähemalt kaks korda õppeaastas õpet väljaspool kooli territooriumi (looduskeskkonnas, muuseumis ja/või laboris).
6. Kool võimaldab ainekava järgi õppida arvutiklassis, kus saab teha ainekavas loetletud töid.



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 bioloogias jagunevad õpitulemused kahte valdkonda: 1) mõtlemistasandite arendamine bioloogia kontekstis ning 2) uurimuslikud ja otsuste langetamise oskused. Nende suhe hinde 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 samaväärsse lahendiga probleemide (nt dilemmaprobleemide) puhul lisandub neile otsuse tegemine. Dilemmaprobleemide lahendust hinnates arvestatakse, mil määral on suudetud otsuse langetamisel arvestada eri osaliste argumente.



KEEMIA

Õppe-eesmärgid

Gümnaasiumi keemiaõpetusega taotletakse, et õpilane:

- 1) tunneb huvi keemia ja teiste loodusteaduste vastu, mõistab keemia tähtsust ühiskonna arengus, tänapäeva tehnoloogias ja igapäevaelus ning on motiveeritud elukestvaks õppeks;
- 2) arendab loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, loovust ja süsteemset mõtlemist ning lahendab keemiaprobleeme loodusteaduslikul meetodil;
- 3) kasutab keemiainfo leidmiseks erinevaid teabeallikaid, analüüsib saadud teavet ning hindab seda kriitiliselt;
- 4) kujundab keemias ja teistes loodusainetes õpitu põhjal tervikliku loodusteadusliku maailmapildi, on omandanud süsteemse ülevaate keemia põhimõistetest ja keemiliste protsesside seaduspärasustest ning kasutab korrektselt keemia sõnavara;
- 5) rakendab omandatud eksperimentaalse töö oskusi ning kasutab säästlikult ja ohutult keemilisi reaktsioone nii keemialaboris kui ka igapäevaelus;
- 6) langetab kompetentseid otsuseid, tuginedes teaduslikele, majanduslikele, eetilisele-moraalsetele seisukohtadele ja õigusaktidele, ning hindab oma tegevuse võimalikke tagajärgi;
- 7) suhtub vastutustundlikult elukeskkonda ning väärtustab tervislikku ja säästvat eluviisi;
- 8) on omandanud ülevaate keemiaga seotud elukutsetest ning kasutab keemias omandatud teadmisi ja oskusi karjääri planeerides.

Õppeaine kirjeldus

Keemial on oluline koht õpilaste loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujunemises.

Gümnaasiumi keemia tugineb põhikoolis omandatud teadmistele, oskustele ja hoiakutele ning seostub gümnaasiumi füüsikas, bioloogias, matemaatikas jt õppeainetes õpitavaga, toetades samaaegu teiste õppeainete õppimist ja õpetamist. Selle kaudu kujunevad õpilastel olulised pädevused ning omandatakse positiivne hoiak keemia ja teiste loodusteaduste suhtes, mõistetakse loodusteaduste tähtsust inimühiskonna majanduslikus, tehnoloogilises ja kultuurilises arengus.

Õpilastel kujuneb vastutustundlik suhtumine elukeskkonda ning õpitakse väärtustama tervislikku ja säästvat eluviisi.

Keemias ning teistes loodusainetes omandatud teadmised, oskused ja hoiakud on aluseks sisemiselt motiveeritud elukestvale õppimisele.

Õpilastel kujuneb gümnaasiumitasemele vastav loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus ning terviklik loodusteaduslik maailmapilt, nad saavad ülevaate keemiliste protsesside põhilistest



seaduspärasustest, keemia tulevikusuundumustest ning keemiaga seotud elukutsetest, mis aitab neil elukutset valida.

Keemiateadmised omandatakse suurel määral uurimuslike ülesannete kaudu, mille vältel õpilased saavad probleemide püstitamise, hüpoteeside sõnastamise ja katsete või vaatluste planeerimise ning nende tegemise, tulemuste analüüsi ja tõlgendamise oskused.

Keemia arvutusülesandeid lahendades pööratakse gümnaasiumis tähelepanu eelkõige käsitletavate probleemide mõistmisele, tulemuste analüüsile ning järelduste tegemisele, mitte rutiinsele tüüpülesannete matemaatiliste algoritmide õppimisele ja treenimisele.

Tähtsal kohal on teabeallikate, sh interneti kasutamise ja neis leiduva teabe analüüsi ning kriitilise hindamise oskuse kujundamine, samuti uurimistulemuste

suuline ja kirjalik esitamine, kaasates otstarbekaid esitusvorme. Õppimise kõigis etappides rakendatakse tehnoloogilisi vahendeid ja IKT võimalusi.

Keemiat õpetades rõhutatakse keemia seoseid teiste loodusteadustega ja looduses (sh inimeses endas) toimuvate protsessidega ning inimese suhteid ümbritsevate looduslike ja tehismaterjalidega.

Õpitakse omandatud teadmisi ja oskusi rakendama igapäevaelu probleeme lahendades, kompetentseid ja eetilisi otsuseid tehes ning oma tegevuse võimalikke tagajärgi hinnates.

Õpitav materjal esitatakse võimalikult probleemipõhiselt, õpilaskeskselt ja igapäevaeluga seostatult.

Õppes lähtutakse õpilaste individuaalsetest iseärasustest ning võimete mitmekülgsest arendamisest, suurt tähelepanu pööratakse õpilaste sisemise õpimotivatsiooni kujundamisele. Selle saavutamiseks kasutatakse erinevaid aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, arutelu, ajurünnakuid, õppekäike jne. Aktiivõppe põhimõtteid järgiva õppetegevusega kaasneb õpilaste kõrgemate mõtlemistasandite areng.

Keemiaõpetus gümnaasiumis süvendab põhikoolis omandatud teadmisi, oskusi ja vilumusi. Taotletakse õpilaste loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujunemist ning üldise loodusteadusliku maailmapildi avardamist.

Võrreldes põhikooliga käsitletakse keemilisi objekte ja nähtusi sügavamalt, täpsemalt ning süsteemsemalt, pöörates suuremat tähelepanu seoste loomisele erinevate nähtuste ja seaduspärasuste vahel.

Õppes lisandub induktiivsele käsitlusele deduktiivne käsitlus. Õpitakse tegema järeldusi õpitu põhjal, seostama erinevaid nähtusi ning rakendama õpitud seaduspärasusi uudsetes olukordades.

Õppetegevus on suunatud õpilaste mõtlemisvõime arendamisele. Suurt tähelepanu pööratakse õpilaste iseseisva töö oskuste arendamisele, oskusele kasutada erinevaid teabeallikaid ning eristada olulist ebaolulisest.



Keemia nagu teistegi loodusteaduste õppimisel on oluline õpilase isiksuse väljakujunemine: iseseisvuse, mõtlemisvõime ja koostööoskuse areng ning vastutustunde ja tööharjumuste kujunemine.

Gümnaasiumi õpitulemused

Gümnaasiumi keemiaõpetusega taotletakse, et õpilane:

- 1) tunneb huvi keemia ja teiste loodusteaduste vastu, mõistab keemia tähtsust ühiskonna majanduslikus, tehnoloogilises ja kultuurilises arengus ning on motiveeritud elukestvaks õppeks;
- 2) rakendab keemiaprobleeme lahendades loodusteaduslikku meetodit, arendab loogilise mõtlemise võimet, analüüsi- ja järelduste tegemise oskust ning loovust;
- 3) hangib keemiainfot erinevaist, sh elektroonseist teabeallikaist, analüüsib ja hindab saadud teavet kriitiliselt;
- 4) mõistab süsteemselt keemia põhimõisteid ja keemiliste protsesside seaduspärasusi ning kasutab korrektselt keemia sõnavara;
- 5) rakendab omandatud eksperimentaalse töö oskusi keerukamaid ülesandeid lahendades ning kasutab säästlikult ja ohutult keemilisi reaktiive nii keemialaboris kui ka argielus;
- 6) langetab igapäevaelu probleeme lahendades kompetentseid otsuseid ning hindab oma tegevuse võimalikke tagajärgi;
- 7) mõistab looduse, tehnoloogia ja ühiskonna vastastikuseid seoseid ning saab aru nende mõjust elukeskkonnale ja ühiskonna jätkusuutlikule arengule; suhtub vastutustundlikult elukeskkonda ning väärtustab tervislikku ja säästvat eluviisi;
- 8) on omandanud ülevaate keemiaga seotud elukutsetest ning kasutab keemias omandatud teadmisi ja oskusi karjääri planeerides.



KEEMIA I kursus. Keemia alused.

Teema	Õppesisu / Põhimõisted / Praktilised tööd ja IKT rakendamine	Õpitulemused	Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse / Õppetegevus ja metoodilised soovitused / Õppevahendid / Lõiming
Sissejuhatus (3 tundi)	<p>Õppesisu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Keemia kui teaduse kujunemine.2. Füüsikalised ja keemilised uurimismeetodid keemias.3. Keemiaga seotud karjäärivalikud. <p>Põhimõisted: keemiline analüüs, kvalitatiivne analüüs, kvantitatiivne analüüs, keemiline süntees.</p> <p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine</p> <p>Õppekäik keemiaga seotud ettevõttesse, õppeasutusse vms.</p>	<p>Õpitulemused:</p> <p>Kursuse lõpul õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none">1) omab ettekujutust keemia ajaloolisest arengust;2) eristab kvalitatiivset ja kvantitatiivset analüüsi,3) füüsikalisi ja keemilisi uurimismeetodeid.	<p>Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse:</p> <ul style="list-style-type: none">• Toetutakse põhikoolis omandatud ettekujutusele keemia uurimissuundadest ja rakendusvaldkondadest.• Ettekujutusele ainete füüsikalistest ja keemilistest omadustest, oskusele neid eristada. <p>Õppetegevus ja metoodilised soovitused:</p> <ul style="list-style-type: none">• Antakse ajalooline lühiülevaade keemia kui teaduse kujunemisest ning tähtsamatest arenguetappidest, nt ajateljena, sh alkeemia kui keskaegne kultuurinähtus, gaasidega seotud avastused 18. sajandil, tänapäeva keemia põhialuste kujunemine 18. sajandi lõpul, 19. sajandi alguses, keemia põhisuundade kujunemine 19. sajandil, (nt orgaaniline keemia, elektrinähtuste uurimine, perioodilisussüsteem, füüsikaline keemia). 20. sajandi avastused jätta siinkohal käsitlemata (seostada tänapäevase ettekujutuse tekkega aatomi ehitusest järgmises peatükis).• Tutvustatakse põhilisi ainete füüsikalisi ja keemilisi uurimismeetodeid (väga põgusalt võib tutvustada ka keerulisemaid tänapäevaseid uurimismeetodeid, nt massispektromeetriat; või spektraalanalüüsi, seostades seda elementide avastamisega).• Selle teemaga taotletakse, et õpilane mõistaks keemia tähtsust ühiskonna majanduslikus ja tehnoloogilises arengus ning omandaks üldistava ülevaate keemiaga seotud elukutsetest. <p>Õppevahendid: IKT vahendid</p> <p>Lõiming:</p> <p>Ajalugu: teaduslik-tehniline pööre ja tööstuse areng alates 17. -</p>



			18. sajandist; Füüsika: ainete füüsikalised omadused (tihedus, mass, elektrijuhtivus, sulamistemperatuur jt).
Aine ehitus (13 tundi)	Õppesisu: <ol style="list-style-type: none">1. Tänapäevane ettekujutus aatomi ehitusest.2. Informatsioon perioodilisustabelis ja selle tõlgendamine.3. Keemilise sideme liigid. Vesiniksido. Molekulidevahelised jõud.4. Ainete füüsikaliste omaduste sõltuvus aine ehitusest. <p>Põhimõisted: aatomorbitaal, mittepolaarne kovalentne side, polaarne kovalentne side, osalaeng, vesiniksido.</p> <p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine: Lihtsamate molekulide struktuuri uurimine ja võrdlemine molekulimudelite või arvutiprogrammide abil.</p>	Õpitulemused: Kursuse lõpul õpilane: <ol style="list-style-type: none">1) kirjeldab elektronide paiknemist aatomi välises elektronkihis (üksikud elektronid, elektronipaarid) sõltuvalt elemendi asukohast perioodilisustabelis (A-rühmade elementide korral);2) selgitab A-rühmade elementide metallilisuse ja mittemetallilisuse muutumist perioodilisustabelis seoses aatomi ehituse muutumisega;3) määrab A-rühmade keemiliste elementide maksimaalseid ja minimaalseid oksüdatsiooniastmeid elemendi asukoha järgi perioodilisustabelis ning koostab elementide tüüpühendite valemeid;4) selgitab tüüpiliste näidete varal kovalentse, ioonilise, metallilise ja vesiniksido olemust; hindab kovalentse sideme polaarsust, lähtudes sidet moodustavate elementide asukohast perioodilisustabelis;5) kirjeldab ja hindab keemiliste sidemete ja molekulide vastastiktoime (ka vesiniksido) mõju ainete omadustele.	Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse: <ul style="list-style-type: none">• Aatomiehituse ja elementide omaduste seoste õppimisel toetutakse eelkõige põhikooli keemias aatomiehituse ja perioodilisussüsteemi kohta õpitule.• Õpilased peaksid oskama selgitada ja kasutada järgmisi mõisteid: aatomi väliskihi elektronide arv, elektronkihtide arv, perioodilisustabel, metalliline ja mittemetalliline element, metallilised ja mittemetallilised omadused. <p>Õppetegevus ja metoodilised soovitusd:</p> <ul style="list-style-type: none">• Selle temaga süvendatakse õpilaste arusaamist keemiliste elementide ning nende lihtainete omaduste seostest elemendi asukohaga perioodilisustabelis. Käsitlus põhineb elementide aatomite tuumalaengu ja aatomiraadiuse seaduspärasel muutumisel perioodilisustabeli rühmades ja perioodides.• Süvendatakse õpilaste arusaamu keemiliste elementide metallilisuse/mittemetallilisuse muutumise kohta perioodilisustabelis.• Suurt tähelepanu pööratakse A-rühmade elementide minimaalse ja maksimaalse oksüdatsiooniastme ning elemendi rühmanumbri vahelisele seosele ja elemendi tüüpühendite (eelkõige oksiidide) valemitte koostamisele.• Selgitatakse keemilise sideme teket ühise elektronipaari abil (polaarse ja mittepolaarse kovalentse sideme teke).• Suurt tähelepanu pööratakse osalaengute tekkele molekulis ning selgitatakse vesiniksidoemete ja molekulidevaheliste füüsikaliste jõudude mõju ainete omadustele.• Ainete füüsikaliste omaduste ja aine ehituse vahelise seose mõistmisel on oluline kasutada IKT vahendeid (nt



			<p>PhET simulatsioone).</p> <ul style="list-style-type: none">Selle temaga seotud õpitegevus toimub peamiselt aruteludena, tuginedes varasemates keemiakursustes ja teistes loodusainetes omandatule, kinnistades varemõpitud. Seejuures on väga tähtis õpilaste aktiivsus aruteludes osalemisel. <p>Õppevahendid: keemiliste elementide perioodilisustabel, IKT vahendid</p> <p>Lõiming:</p> <p>füüsika: aatomiehitus, ainete füüsikalised omadused;</p> <p>bioloogia: olulised keemilised elemendid eluslooduses; vesiniksidemete mõju ainete omadustele;</p> <p>geograafia: levinumad keemilised elemendid looduses.</p>
<p>Miks ja kuidas toimuvad keemilised reaktsioonid (7 tundi)</p>	<p>Õppesisu:</p> <ol style="list-style-type: none">Keemilise reaktsiooni aktiveerimisenergia, aktiivsed põrked.Ekso- ja endotermilised reaktsioonid.Keemilise reaktsiooni kiirus, seda mõjutavad tegurid.Keemiline tasakaal ja selle nihkumine (Le Chatelier' printsiibist tutvustavalt). <p>Põhimõisted: reaktsiooni aktiveerimisenergia, reaktsiooni soojusefekt, reaktsiooni kiirus, katalüsaator, katalüüs, pöörduv reaktsioon, pöördumatu reaktsioon, keemiline tasakaal</p> <p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine</p> <ol style="list-style-type: none">Keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toime uurimine	<p>Õpitulemused</p> <p>Kursuse lõpul õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none">seostab keemilist reaktsiooni aineosakeste üleminekuga püsivamasse olekusse;selgitab keemiliste reaktsioonide soojusefekte, lähtudes keemiliste sidemete tekkimisel ja lagunemisel esinevatest energiamuutustest;analüüsib keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toimet ning selgitab keemiliste protsesside kiiruse muutmist argielus;mõistab, et pöörduvate reaktsioonide puhul tekib vastassuunas kulgevate protsesside vahel tasakaal, ning toob vastavaid näiteid argielust ja tehnoloogiast.	<p>Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse:</p> <ul style="list-style-type: none">Selle teema käsitlemisel toetutakse põhikoolis omandatud ekso- ja endotermiliste reaktsioonide mõistetele <p>Õppetegevus ja meetoodilised soovitused:</p> <ul style="list-style-type: none">Reaktsioonide soojusefektide selgitamine, seostades neid keemiliste sidemete tekkimisel ja/või katkemisel esinevate energiamuutustega; reaktsioonide soojusefektide põhjal järelduste tegemine reaktsiooni saaduste püsivuse kohta (mida energiarikkamad, seda ebapüsivamad on tekkinud saadused ja vastupidi).Eksotermiliste reaktsioonide tähtsuse selgitamine eluslooduse ja igapäeva elu seisukohalt.Aktiveerimisenergia kui olulise reaktsiooni kiirust määrava suuruse selgitamine: aktiveerimisenergia on minimaalne energia, mis peab aineosakestel olema, et nad saaksid reageerida (ehk reaktsiooni energiabarjääri kõrgus). Mida kõrgem on aktiveerimisenergia, seda aeglasem on reaktsioon ja vastupidi (piltlik võrdlus – mida kõrgem on mägi, seda rohkem energiat on vaja selle ületamiseks ja seda kauem aega selleks kulub).Toetudes praktilistele töödele selgitatakse erinevate



	<ol style="list-style-type: none">2. Keemilise reaktsiooni soojusefekti uurimine3. Auto heitgaaside katalüsaatori tööpõhimõtte selgitamine internetimaterjalide põhjal4. Keemilise tasakaalu nihkumise uurimine (katseliselt või arvutisimulatsiooni abil)		<p>tegurite (temperatuur, ainete kontsentratsioon jt) mõju keemilise reaktsiooni kiirusele, viiakse läbi arutelud keemiliste protsesside kiiruse muutmise eesmärkide ja võimaluste kohta igapäevaelus.</p> <ul style="list-style-type: none">• Keemilise tasakaalu uurimine ja selle nihutamise võimalustega tutvumine toimub põhiliselt arvutisimulatsioonide abil või katseliselt. <p>Õppevahendid: vajalikud reaktiivid, katsevahendid</p> <p>Lõiming:</p> <p>füüsika: energia, selle üleminek ühest vormist teise;</p> <p>bioloogia: keemilised reaktsioonid elusorganismides, ensüümid kui bioloogilised katalüsaatorid.</p>
<p>Lahustumisprotsess, keemilised reaktsioonid lahustes (12 tundi)</p>	<p>Õppesisu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Ainete lahustumisprotsess.2. Elektrolüüdid ja mitteelektrolüüdid; tugevad ja nõrgad elektrolüüdid.3. Hapete ja aluste protolüütiline teooria.4. Molaarne kontsentratsioon (tutvustavalt).5. Ioonidevahelised reaktsioonid lahustes, nende kulgemise tingimused.6. Keskkond hüdrolüüsiva soola lahuses, pH <p>Põhimõisted: hüdraatumine, elektrolüüt, mitteelektrolüüt, tugev elektrolüüt, nõrk elektrolüüt, hape, alus, molaarne kontsentratsioon, soola hüdrolüüs</p> <p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Lahustumise soojusefektide uurimine.2. Erinevate lahuste elektrijuhtivuse	<p>Õpitulemused:</p> <p>Kursuse lõpetaja</p> <ol style="list-style-type: none">1) kirjeldab lahuste teket (iooniliste ja kovalentsete ainete korral);2) eristab elektrolüüte ja mitteelektrolüüte, tugevaid ja nõrku elektrolüüte3) selgitab happe ja aluse mõistet protolüütilise teooria põhjal4) oskab arvutada molaarset kontsentratsiooni5) koostab ioonidevaheliste reaktsioonide võrrandeid (molekulaarsel ja ioonsel kujul)6) hindab ja põhjendab ainete vees lahustumisel lahuses tekkivat keskkonda	<p>Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lahustes kulgevate keemiliste reaktsioonide teema õppimisel toetutakse eelkõige põhikooli keemias nii ainete põhiklasside kui ka lahustumisprotsessi ja lahustuvuse kohta õpitule. Toetuda saab ka füüsikas elektrijuhtivuse kohta õpitule.• Õpilased peaksid oskama selgitada ja kasutada järgmisi mõisteid: lahustuvus, elektrijuhtivus, happed, alused, lahuse pH. <p>Õppetegevus ja metoodilised soovitusd:</p> <ul style="list-style-type: none">• Selle teema käsitlemisel on oluline roll arvutisimulatsioonide kasutamisel ja/või laboratoorsetel töödel, mida saab lõimida teiste loodusainetega.• Ioonide tekkimist hapete lahustes seostatakse happe ja vee molekulide vahelise keemilise reaktsiooniga, mille käigus happe molekul loovutab vesinikiooni (protoni) vee molekulile, seega happe dissotsiatsioon ioonideks on keemilise reaktsiooni tulemus, happe molekul iseenesest ei lagune. Selgitatakse, et happe tugevus on määratud happe molekuli ja vee (kui aluse) vahelise reaktsiooni ulatusega. Selline käsitus võimaldab paremini mõista tasakaalu ioone sisaldavates lahustes ning vältida



	<p>võrdlemine (pirni heleduse või Vernier anduri abil);</p> <ol style="list-style-type: none">3. nõrkade ja tugevate hapete ning aluste pH ja elektrijuhtivuse võrdlemine.4. Ionidevaheliste reaktsioonide toimumise uurimine.5. Erinevate ainete vesilahuste keskkonna (lahuste pH) uurimine.6. Lahuse kontsentratsiooni määramine tiitrimisel (nt vee mööduva kareduse määramine, leelise kontsentratsiooni määramine puhastusvahendis või happe kontsentratsiooni määramine akuhappes vms).	<p>mitmete väärarusaamade teket.</p> <ul style="list-style-type: none">• Tutvutakse lihtsamate molaarse kontsentratsiooni arvutustega (põhiseosed $c=n/V$ ning $n=m/M$ ning nendest avaldamine).• Lahustes kulgevate keemiliste reaktsioonide teema korral pööratakse põhitähelepanu ioone sisaldavate lahuste tekkimisele ja ionidevahelistele reaktsioonidele lahustes. Selle teemaga omandatakse anorgaaniliste ainete põhiklasside vahel vesilahustes kulgevate reaktsioonide üldised põhimõtted, millele toetudes on võimalik teha järeldusi konkreetsete reaktsioonide toimumise kohta. Pööratakse tähelepanu kaioonvõrrandite koostamise põhimõtetele, arvestades, etioonvõrrandis märgitakse ioonsel kujul (ioonidena) ainult vees hästi lahustuvad tugevad elektrolüüdid (soolad, tugevad happed ja leelised). <p>Õppevahendid: uuritavad lahused, vajalikud reaktiivid ja katsevahendid ionidevaheliste reaktsioonide toimumise tingimuste ja lahuste keskkonna (pH) uurimiseks ning tiitrimiseks, universaalindikaatori värvuste pH-skaala, Vernier andurid, lahustuvustabel.</p> <p>Lõiming:</p> <p>füüsika: elektrijuhtivus;</p> <p>bioloogia: ionide tähtsus elusorganismides, loodusliku vee koostis ja pH;</p> <p>geograafia: muldade happelisus/aluselisis.</p>
--	---	--



Keemia II kursus „Anorgaanilised ained”

Teema	Õppesisu / Põhimõisted / Praktilised tööd ja IKT rakendamine	Õpitulemused	Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse / Õppetegevus ja meetodilised soovitused / Õppevahendid / Lõiming
Metallid (20 tundi)	<p>Õppesisu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Ülevaade metallide iseloomulikest füüsikalistest ja keemilistest omadustest2. Metallide keemilise aktiivsuse võrdlus; metallide pingerida3. Metallid ja nende ühendid igapäevaelus ja looduses4. seotud redoksprotsessid: metallide saamine maagist, elektrolüüs, korrosioon, keemilised vooluallikad (reaktsioonivõrrandeid nõudmata)5. Saagise ja lisandite arvestamine moolarvutustes reaktsioonivõrrandi järgi <p>Põhimõisted</p> <ol style="list-style-type: none">1. sulam2. maak3. elektrolüüs4. korrosioon5. keemiline vooluallikas6. saagis <p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine</p> <ol style="list-style-type: none">1. Metallide füüsikaliste omaduste ja keemilise aktiivsuse võrdlemine2. Metallide korrosiooni mõjutavate	<p>Õpitulemused</p> <p>Kursuse lõpul õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none">1) seostab õpitud metallide keemilisi omadusi vastava elemendi asukohaga perioodilisustabelis ja pingeriis, koostab vastavaid reaktsioonivõrrandeid (metalli reageerimine mittemetalliga, veega, lahjendatud happe ja soolalahusega);2) kirjeldab õpitud metallide ja nende sulamite rakendamise võimalusi praktikas;3) teab levinumaid metallide looduslikke ühendeid ja nende rakendusi;4) selgitab metallide saamise põhimõtet metalliühendite redutseerimisel ja korrosiooni metallide oksüdeerumisel;5) põhjendab korrosiooni ja metallide tootmise vastassuunalist energeetilist efekti, analüüsib korrosioonitõrje võimalusi;6) analüüsib metallidega seotud redoksprotsesside toimumise üldisi põhimõtteid (nt elektrolüüsi, korrosiooni ja keemilise vooluallika korral);	<p>Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse:</p> <ul style="list-style-type: none">• Toetutakse põhikoolis õpitud metallide omadustele ning nende kasutamisele igapäevaelus, samuti redoksreaktsioonide põhimõistetele.• Toetutakse keemia aluste kursuses õpitud metalliliste elementide omadustele, lähtudes elementide asukohast perioodilisustabelis. <p>Õppetegevus ja meetodilised soovitused:</p> <ul style="list-style-type: none">• Metallide omaduste õpetamisel valib õpetaja ise, milliseid metalle ta soovib õpetada, lähtudes kooli võimalustest (millised metallid on koolis olemas ning milliseid praktilisi töid saab läbi viia) ning õpetaja/õpilaste huvidest. Otstarbekas on kasutada peamiselt levinud tarbemetalle: Mg, Al, Zn, Fe ja Cu. Metallide ühendite tutvustamisel keskenduda meid ümbritsevale: soovitatav on käsitleda kaltsiumvesinikkarbonaati ja kaltsiumkarbonaati (vee karedus, karstumine) ning alumiiniumi ja raua oksiide (metallide tootmise juures). Metallide ühendite õppimise sihiks pole mitte ühendite, nende omaduste ja kasutusvaldkondade äraõppimine, vaid nendega tutvumine ülesannete vahendusel, mis eeldavad pigem üldisi teadmisi keemiast (ainete valemid, reaktsioonitüübid ja -võrrandid, reaktsioonid lahustes jne).• Metallide rakenduste õpetamisel ei ole vaja



	<p>tegurite ning korrosioonitõrje võimaluste uurimine ja võrdlemine</p> <p>3. Metallide tootmise, elektrolüüsi ja keemilise vooluallika uurimine animatsioonide abil</p> <p>4. Ülevaate (referaadi) koostamine ühe metalli tootmisest ja tema sulamite valmistamisest/kasutamisest</p>	<p>7) lahendab arvutusülesandeid reaktsioonivõrrandite järgi, arvestades saagise ja lisanditega.</p>	<p>õpetada redoksprotsesse (näiteks konkreetsed reaktsioonid keemilistes vooluallikates ja elektrolüüsi protsessis) süvitsi, piisab sellest, kui õpilasel on arusaam üldisest töö põhimõttest. Sellist lähenemist aitab saavutada redoksreaktsioonide põhimõistete (redutseerija, oksüdeerija, oksüdeerumine, redutseerumine) kasutamine ning metallide pingereast lähtumine (mida rohkem vasakul on metall, seda tugevamate redutseerivate omadustega ta on). Nii metallide keemiliste omaduste tundmaõppimisel kui metallidega seotud redoksprotsesside käsitlemisel olgu kesksel kohal pingerea kasutamine ja selles oleva info tõlgendamine.</p> <ul style="list-style-type: none">• Õpitav materjal esitatakse võimalikult probleemipõhiselt, õpilasekeskselt ja igapäevaeluga seostatult. Kasutatakse aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, arutelu jne. Suurt tähelepanu pööratakse õpilaste iseseisva töö oskuste arendamisele, oskusele kasutada erinevaid teabeallikaid, eristada olulist ebaolulisest ning rakendada oma teadmisi probleeme lahendades.• Õppetegevus valmistab õpilast ette elukestvaks õppeks, suunates õpilast lahti mõtestama senitundmata reaktsioone anorgaanilise keemia valdkonnas. <p>Õppevahendid: vajalikud reaktiivid ja katsevahendid metallide ja nende ühendite omaduste uurimiseks ning võrdlemiseks, perioodilisustabel, metallide pingerida, kristallivõre mudelite ja mineraalide näidised.</p> <p>Lõiming: füüsika: ainete füüsilised omadused, metallide</p>
--	--	--	---



			elektrijuhtivus; bioloogia: metalliühendid looduses, sh organismides, keskkonna saastumisega seotud probleemid; geograafia: metalliliste elementide levik looduses, tuntumate mineraalide leiukohad, karstinähtused.
Mittemetallid (15 tundi)	Õppesisu 1. Ülevaade mittemetallide füüsikalistest ja keemilistest omadustest (olenevalt elemendi asukohast perioodilisustabelis). 2. Mittemetallide keemilise aktiivsuse võrdlus. 3. Mõne mittemetalli ja tema ühendite käsitlus (vabal valikul, looduses ja/või tööstuses kulgevate protsesside näitel). Põhimõisted: 1. allotroopia. Praktilised tööd ja IKT rakendamine 1. Mittemetallide ja/või nende iseloomulike ühendite saamine, omaduste uurimine ning võrdlemine.	Õpitulemused Kursuse lõpul õpilane: 1) seostab tuntumate mittemetallide ning nende tüüpühendite keemilisi omadusi vastava elemendi asukohaga perioodilisustabelis; 2) koostab õpitud mittemetallide ja nende ühendite iseloomulike reaktsioonide võrrandeid; 3) kirjeldab õpitud mittemetallide ja nende ühendite tähtsust looduses ja/või rakendamise võimalusi praktikas.	Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse: <ul style="list-style-type: none">• Toetutakse põhikoolis õpitud mittemetallide (süsinik, vesinik, hapnik) omadustele ning kasutusviisidele igapäevaelus.• Toetutakse keemia aluste kursuses õpitud mittemetalliliste elementide omadustele lähtudes elementide asukohast perioodilisustabelis. Õppetegevus ja metoodilised soovitused: <ul style="list-style-type: none">• Õpetaja/õpilaste valikul valitakse mittemetallid, mida soovitakse õpetada ning seostatakse neid igapäevaeluga. Soovituslikult käsitleda halogeene ja lämmastikku ja/või väävlit, pöörates tähelepanu nende vesinikühenditele, N ja S korral oksiididele ning vastavatele hapetele ja nende sooladele.• Õpitav materjal esitatakse võimalikult probleemipõhiselt, õpilasekeskselt ja igapäevaeluga seostatult. Kasutatakse aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, arutelu jne. Suurt tähelepanu pööratakse õpilaste iseseisva töö oskuste arendamisele, oskusele kasutada erinevaid teabeallikaid, eristada olulist ebaolulisest ning rakendada oma teadmisi probleeme lahendades. Mittemetallide teema võimaldab oluliselt toetuda keemia aluste kursuse materjalile ning seda kinnistada (aatomi ehitus, keemiline side molekulides, tüüpühendite valemid, nende



			<p>happelis-aluselised omadused, keemiline tasakaal, reaktsioonid lahustes).</p> <ul style="list-style-type: none">• Õppetegevus valmistab õpilast ette elukestvaks õppeks, suunates õpilast mõtestama senitundmata reaktsioone anorgaanilise keemia valdkonnas.• Kuigi süsinik lihtainena, metaan ja süsiniku oksiidid on põhikoolist tuttavad, võib aineõpetaja vastavat teemat soovi korral kursuse lõpus (pisut sügavamalt) siiski käsitleda. Nõnda kujuneb sobiv üleminek anorgaaniliste ainete keemialt orgaaniliste ühendite keemiale (III kursus). <p>Õppevahendid: molekulmudelid, vajalikud reaktiivid ja katsevahendid mittemetallide ja nende ühendite omaduste uurimiseks ning võrdlemiseks, perioodilisustabel.</p> <p>Lõiming: füüsika: ainete füüsikalised omadused, osakestevahelised füüsikalised jõud; bioloogia: mittemetallid ja nende ühendid looduses, sh elusorganismides, keskkonna saastumisega seotud probleemid; geograafia: mittemetalliliste elementide levik looduses, elementide ringkäik looduses</p>
--	--	--	--





Keemia III kursus „Orgaanilised ained”

Teema	Õppesisu / Põhimõisted / Praktilised tööd ja IKT rakendamine	Õpitulemused	Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse / Õppetegevus ja meetodilised soovitusused / Õppevahendid / Lõiming
Süsivesinikud ja nende derivaadid (15 tundi)	<p>Õppesisu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Süsinikuühendite struktuur ja selle kujutamise viisid.2. Alkaanid, nomenklatuuri põhimõtted, isomeeria.3. Asendatud alkaanide (halogeeniühendite, alkoholide, primaarsete amiinide) füüsikaliste omaduste sõltuvus struktuurist.4. Küllastumata ja aromaatsete süsivesinike ning alkaanide keemiliste omaduste võrdlus.5. Liitumispolümerisatsioon.6. Süsivesinikud ja nende derivaadid looduses ja tööstuses (tutvustavalt). <p>Põhimõisted</p> <ol style="list-style-type: none">1. isomeeria,2. asendatud süsivesinik,3. alkaan e küllastunud süsivesinik,4. küllastumata süsivesinik,5. aromaatsne ühend,6. liitumispolümerisatsioon. <p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine</p>	<p>Õpitulemused</p> <p>Kursuse lõpul õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none">1) kasutab erinevaid molekuli kujutamise viise (lihtsustatud struktuurivalem, tasapinnaline ehk klassikaline struktuurivalem, molekuli graafiline kujutis);2) kasutab süstemaatilise nomenklatuuri põhimõtteid alkaanide näitel; seostab süstemaatiliste nimetuste ees- või lõppliiteid õpitud aineklassidega, määrab molekuli struktuuri või nimetuse põhjal aineklassi;3) hindab molekuli struktuuri (vesiniksideme moodustamise võime) põhjal aine füüsikalisi omadusi (lahustuvust erinevates lahustites ja keemistemperatuuri);4) võrdleb küllastunud, küllastumata ja aromaatsete süsivesinike keemilisi omadusi, koostab lihtsamaid reaktsioonivõrrandeid alkaanide ja areenide halogeenimise ning alkeenide hüdrogeenimise ja hüdraatimise reaktsioonide kohta;5) kirjeldab olulisemate süsivesinike ja nende derivaatide omadusi, rakendusi argielus ja kasutamisega	<p>Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse:</p> <ul style="list-style-type: none">• Toetutakse põhikoolis õpitud teemale „Süsiniik ja süsinikuühendid“. See hõlmab süsiniku võimet moodustada erineva kujuga ahelaid ning kordseid sidemeid. Õpilased on tuttavad molekulimudelite ja struktuurivalemitega, teavad süsivesinike ning alkoholide mõistet ning oskavad koostada süsivesinike täieliku põlemise reaktsioonivõrrandeid. Õpilased teavad ka etanooli kui alkoholide esindaja tähtsust, samuti teatakse süsivesinike esinemisvormi looduses (maagaas, nafta) ja nende kasutamist. Teema „Süsinikuühendid materjalidena“ raames on õpilased tutvunud plastidega.• Toetutakse keemia aluste kursuses omandatud teadmistele kovalentselt sidemest ning vesiniksidemest. Oluline on, et õpilased mõistaksid juba keemia aluste kursuse lõpuks, et aine keemistemperatuur sõltub nii molekulaahela pikkusest kui polaarsusest (sh võimest luua vesiniksidemeid). <p>Õppetegevus ja meetodilised soovitusused:</p> <ul style="list-style-type: none">• Oluline on liikuda aineklassikeskselt õpetuselt üldistavale käsitlusele. Niisiis õpitakse orgaanilisi aineid eelkõige võrdlevalt, juhtides orgaanilise keemia sõlmküsimuste (nomenklatuur, füüsikalised omadused,



	<ol style="list-style-type: none">1. Süsivesinike ja nende derivaatide molekulide struktuuri uurimine ning võrdlemine molekulimudelite ja/või arvutiprogrammiga.2. Molekulidevaheliste jõudude tugevuse uurimine aurustumissoojuse võrdlemise teel.3. Hüdrofiilsete ja hüdrofoobsete ainete vastastoime veega.	<p>kaasnevaid ohtusid;</p> <p>6) kujutab alkeenist tekkivat polümeeri lõiku.</p>	<p>keemilised omadused) tähelepanu erinevate aineklasside kaudu.</p> <ul style="list-style-type: none">• Oluline on, et õpilased tunneksid erinevate argielus ja looduses tähtsust omavate molekulide koostises ära õpitavate aineklasside funktsionaalrühmad.• Nomenklatuurireeglistiku põhimõtetega tutvutakse alkaanide näitel. Teiste aineklasside puhul on oluline teada nimetamisel kasutatavaid tunnuseid (ja ühtlasi tunda aine nimetuse järgi ära aineklass) ning tutvustada lihtsamate (ja levinumate) ühendite nimetusi, ent vältida tähelepanu koondamist nomenklatuuriharjutustele.• Asendatud alkaanide teema põhjendus:<ol style="list-style-type: none">1) õpitakse võrdlema orgaaniliste ainete füüsikalisi omadusi (alkaanid kui mittepolaarsed ühendid; halogeeniühendid kui polaarsed ühendid; alkoholid ja amiinid kui vesiniksidet moodustavad polaarsed ühendid);2) tutvutakse argielust tuntud ühenditega (metanool, etaandiool, glütserool, freoonid, anesteetikumid või pestitsiidid või dioksiinid...);3) antakse vajalik ettevalmistus, et edaspidi õppida tundma organismide jaoks tarvilikke orgaanilisi aineid (eelkõige aminorühm, mis on oluline amiidide tekkel).• Küllastumata ja aromaatsete ühendite teema põhjendus:<ol style="list-style-type: none">1) õpitakse võrdlema orgaaniliste ainete keemilisi omadusi (analoogiline põlemisreaktsioon; alkaanid kui raskesti
--	--	--	--



			<p>reaktsiooni astuvad ühendid, asendusreaktsioon halogeenidega; küllastumata ühendite liitumisreaktsioon vesiniku ja veega; aromaatsete ühendite asendusreaktsioon halogeenidega);</p> <p>2) tutvutakse argielust ja tööstusest tuntud ühenditega (eteen, benseen...);</p> <p>3) antakse vajalik ettevalmistus, et kohe edasi tundma õppida liitumispolümeerisatsiooni (plastikmaterjalide valmistamine).</p> <ul style="list-style-type: none">• Õpilaste tähelepanu tuleb kindlasti juhtida keemiatööstuse tooraineks sobivatele maavaradele: nafta, maagaas, põlevkivi.• Alkaanide struktuuri ja isomeeria tundmaõppimisel on soovitatav kasutada ka arvutipõhiseid programme, nt vabavarana kättesaadavat ChemSketchi, mille kohta on ka eestikeelsed juhendid.• Õpitav materjal esitatakse igapäevaelu, looduse ja keemiatööstusega seostatult. Eelistatakse aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, arutelu jne. Suurt tähelepanu pööratakse õpilaste iseseisva töö oskuste arendamisele, oskusele kasutada erinevaid teabeallikaid, eristada olulist ebaolulisest ning rakendada oma teadmisi probleeme lahendades. <p>Õppevahendid: molekulimudelid, vajalikud reaktiivid ja katsevahendid molekulidevaheliste jõudude ning hüdrofoobsuse ja hüdrofiilsuse uurimiseks .</p> <p>Lõiming:</p> <p>füüsika: ainete vastastiktoime, keemistemperatuur;</p> <p>bioloogia: meditsiin (anesteetikumid), süsivesinike</p>
--	--	--	---



			mürgisus, toksilised ained olmes ja keskkonnas, metaani jt süsivesinike moodustumine; geograafia: nafta, maagaas ja põlevkivi, nende leiukohad ja nendega seotud tööstus, freoonidega seotud muutused atmosfääris.
Orgaanilised ained meie ümber (15 tundi)	<p>Õppesisu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Aldehüüdid kui alkoholide oksüdeerumissaadused.2. Asendatud karboksüülhapped (aminohapped, hüdroksühapped) ja karboksüülhapete funktsionaalderivaadid (estrid, amiidid).3. Polükondensatsioon.4. Orgaanilised ühendid elusorganismides: rasvad, sahhariidid, valgud. <p>Põhimõisted:</p> <ol style="list-style-type: none">1. asendatud karboksüülhappe,2. karboksüülhappe funktsionaalderivaat,3. hüdroolüüs,4. polükondensatsioon. <p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine</p> <ol style="list-style-type: none">1. Alkoholi ja aldehüüdi oksüdeeruvuse uurimine ning võrdlemine.2. Karboksüülhapete tugevuse uurimine ja võrdlemine teiste hapetega.3. Estrite saamine ja hüdroolüüs.4. Sahhariidide (nt tärklise)	<p>Õpitulemused</p> <p>Kursuse lõpul õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none">1) määrab molekuli struktuuri põhjal aine kuuluvuse aineklassi;2) kirjeldab olulisemate karboksüülhapete omadusi ja tähtsust argielus ja looduses;3) selgitab seost alkoholide, aldehüüdide ja karboksüülhapete vahel;4) võrdleb karboksüülhapete ja anorgaaniliste hapete keemilisi omadusi, koostab vastavaid reaktsioonivõrrandeid;5) selgitab alkoholijooobega seotud keemilisi protsesse organismis ning sellest põhjustatud sotsiaalseid probleeme;6) võrdleb estrite tekke- ja hüdroolüüsireaktsioone ning koostab vastavaid võrrandeid;7) kujutab lähteühenditest tekkiva kondensatsioonipolümeeri lõiku;8) selgitab põhimõtteliselt biomolekulide (polüsahhariidide, valkude ja rasvade) ehitust.	<p>Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse:</p> <ul style="list-style-type: none">• Toetutakse põhikoolis õpitud teemadele „Süsinik ja süsinikuühendid“ ning „Süsinikuühendite roll looduses, süsinikuühendid materjalidena“. Õpilased on tuttavad karboksüülhapete mõiste ja põhiomadustega. Samuti teatakse eluks olulisi süsinikuühendeid (sahhariidid, rasvad, valgud) ja nende rolli organismis ning tervisliku toitumise põhimõtteid. Põhikoolis on käsitletud ka etanooli füsioloogilist toimet, samuti polümeeride mõistet. Põhikoolis on õpitud ka etaanhappele iseloomulikke reaktsioone (ning hapete reaktsioone tervikuna).• Toetutakse keemia aluste kursuses omandatud teadmistele kovalentsest sidemest ning vesiniksidemest, samuti pöörduvatele protsessidele ja keemilisele tasakaalule (estri teke ja hüdroolüüs).• Toetutakse põhikoolis omandatud ning anorgaaniliste ainete kursuse jooksul korratud redoksreaktsioonide põhimõistetele. <p>Õppetegevus ja meetodilised soovitusused:</p> <ul style="list-style-type: none">• Kursuse jooksul pööratakse tähelepanu sellele, et õpilased tunneksid struktuurivalemite ära õpitud aineklasside funktsionaalrühmad, kuid erinevatele struktuuridele vastavate nimetuste koostamine ei ole (nt eriti estrite, amiidide,



	<p>hüdrolüüsi ja selle saaduste uurimine.</p> <p>5. Valkude (nt munavalge vesilahuse) käitumise uurimine hapete, aluste, soolalahuste ja kuumutamise suhtes.</p> <p>6. Seebi ning sünteetiliste pesemisvahendite käitumise uurimine ja võrdlemine erineva happelisusega vees ning soolade lisandite korral.</p>		<p>karboksüülhapete soolade puhul) oluline. Karboksüülhapete (ja nende asendusderivaatide) puhul on siiski vajalik lihtsamate esindajate puhul struktuuri ja nimetust seostada (varasematest õpingutest on tuttavad nii lõppliide –hape kui ka süsiniku aatomite arvu väljendav tunnus).</p> <ul style="list-style-type: none">• Aldehüüde käsitletakse kui alkoholide (mürgiseid) oksüdeerumissaadusi, mis omakorda oksüdeeruvad edasi karboksüülhapeteks. Teiste omaduste käsitlemine ei ole oluline.• Karboksüülhapete ja nende derivaatide teema põhjendus:<ol style="list-style-type: none">1) kujuneb selgem arusaam happelisuse mõistest;2) õpitakse eristama asendus- ja funktsionaalderivaate, toetudes amino- ja hüdroksühapetele, amiididele ja estritele;3) tutvutakse looduses leiduvate ja argielus tähtsust omavate ühenditega (aminohapped valkude koostises; hüdroksühapped viljades, ka piimhape; estrid lõhna ja maitset andvate ainetena...);4) antakse vajalik ettevalmistus polüestrite ja polüamiidide (sh valkude) õppimiseks.• Organismide jaoks olulisi orgaanilisi ühendeid käsitletakse pigem struktuuri seisukohalt (rasvad kui estrid, valgud kui polüamiidid, paljusid hüdroksüülrühmi sisaldavad sahhariidid), kui võrd nende ainete rolli käsitleb eelkõige bioloogiakursus. Tähelepanu tuleb pöörata sellele, et bioloogiakursuses omandatud info biomolekulidest täienuks selge arusaamaga
--	---	--	--



			<p>nende molekulide ehitusest.</p> <p>Õppevahendid: molekulimudelid, vajalikud reaktiivid ja katsevahendid praktiliste tööde loetelus esitatud katsete läbiviimiseks.</p> <p>Lõiming:</p> <p>füüsika: materjalide füüsikalised omadused;</p> <p>bioloogia: rasvad, valgud, sahhariidid, nende hüdrolüüs;</p> <p>ühiskonanõpetus: alkoholismiga seotud ühiskondlikud probleemid.</p>
--	--	--	--



Füüsiline õpikeskkond

- 1) Praktiliste tööde läbiviimiseks korraldab kool vajaduse korral õppe rühmades.
- 2) Kool korraldab valdava osa õpet klassis, kus on tõmbekapp, soe ja külm vesi, valamud, elektripistikud, spetsiaalse kattega töölauad ning vajalikud IKT vahendid.
- 3) Kool võimaldab ainekavas nimetatud praktiliste tööde tegemiseks vajalikud katsevahendid ja -materjalid ning demonstratsioonivahendid.
- 4) Kool võimaldab sobivad hoiutingimused praktiliste tööde ja demonstratsioonide korraldamiseks vajalike reaktiivide jm materjalide hoidmiseks.
- 5) Kool võimaldab kooli õppekava järgi vähemalt kaks korda õppeaastas õpet väljaspool kooli territooriumi (looduskeskkonnas, keemialaboris vm).
- 6) Kool võimaldab ainekava järgi õppida arvutiklassis, kus saab teha ainekavas nimetatud töid.

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.

Kui õpilane puudub hindelise töö tunnist (kontrolltöö, tunnikontroll või tervet klassi hõlmav suuline vastamine), tuleb järgmisel tunnil antud materjal vastata.

Gümnaasiumi keemias jagunevad õpitulemused kahte valdkonda: 1) mõtlemistasandite arendamine keemia kontekstis ning 2) uurimuslikud ja otsuste langetamise oskused. Nende suhe hinde moodustumisel on ligikaudu 80% ja 20%. Madalamat ning kõrgemat järku mõtlemistasandite arengu vahetõrge õpitulemuste hindamisel on ligikaudu 40% ja 60%. Probleemide lahendamisel hinnatavad üldised etapid on probleemi kindlaksmääramine ja selle sisu avamine, lahendusstrateegia leidmine ja rakendamine ning tulemuste hindamine.

Teadmiste ja oskuste hindamine

1. Hindega “5” (väga hea) hinnatakse suulist vastust, kirjalikku või praktilist tööd, praktilist tegevust või selle tulemust (õpitulemust), kui see on täiel määral õppekava nõuetele vastav. Punktiarvestuse korral hinnatakse õpitulemust hindega “5”, kui õpilane on saanud 90 – 100% võimalikust punktide arvust.



2. Hindega “4” (hea) hinnatakse õpitulemust, kui see on üldiselt õppekava nõuetele vastav, kuid pole täielik või esineb väiksemaid eksimusi. Kui õpitulemuste hindamisel kasutatakse punktiarvestust, hinnatakse õpitulemust hindega “4”, kui õpilane on saanud 70 – 89% maksimaalselt võimalikust punktide arvust.

3. Hindega “3” (rahuldav) hinnatakse õpitulemust, kui see on üldiselt õppekava nõuetele vastav, kuid esineb puudusi ja vigu. Kui õpitulemuste hindamisel kasutatakse punktiarvestust, hinnatakse õpitulemust hindega “3”, kui õpilane on saanud 50 - 69 % maksimaalselt võimalikust punktide arvust.

4. Hindega “2” (puudulik) hinnatakse õpitulemust, kui see on osaliselt õppekava nõuetele vastav, kuid esineb olulisi puudusi ja vigu. Kui õpitulemuste hindamisel kasutatakse punktiarvestust, hinnatakse õpitulemust hindega “2”, kui õpilane on saanud 20 - 49 % maksimaalselt võimalikust punktide arvust.

5. Hindega “1” (nõrk) hinnatakse õpitulemust, kui see ei vasta õppekava nõuetele. Kui õpitulemuste hindamisel kasutatakse punktiarvestust, hinnatakse õpitulemust hindega “1”, kui õpilane on saanud 0 - 19 % maksimaalselt võimalikust punktide arvust.

6. Punktis 1., 2. ja 3. esitatud skaalast 5 % üles- ja allapoole moodustab piiritsooni, mille puhul õpetaja võib panna kas madalama või kõrgema hinde, arvestades töö mahtu, ülesande keerukust, vigade arvu ja liiki ning hinne on õpilase töö peal sõnaliselt lahti seletatud.

Kujundav hindamine

1. Kujundava hindamisena mõistetakse õppe kestel toimuvat hindamist, mille käigus analüüsitakse õpilase teadmisi, oskusi, hoiakuid, väärtushinnanguid ja käitumist, antakse tagasisidet õpilase seniste tulemuste ning vajakajäämist kohta, innustatakse ja suunatakse õpilast edasisele õppimisele ning kavandatakse edasise õppimise eesmärgid ja teed. Kujundav hindamine keskendub eelkõige õpilase arengu võrdlemisele tema varasemate saavutustega. Tagasiside kirjeldab õigel ajal ja võimalikult täpselt õpilase tugevaid külgi.

Kokkuvõttev hindamine gümnaasiumiastmes

1. Gümnaasiumiastmes hinnatakse õpilase õpitulemusi kokkuvõtvalt kursuse- ja kooliastmehindega. Kursusehinne pannakse välja kursuse jooksul saadud hinnete alusel ja nende arvestamise kursusehinde panemisel otsustab aineõpetaja.

Kokkuvõttev hinne ei ole aritmeetiline keskmine. Kui hinded jagunevad võrdselt, on määravaks kontrolltööde hinded.



FÜÜSIKA

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.

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 üldprintsüübid ning konkreetsete loodusnähtuste hilisemal käsitlemisel juhitakse pidevalt õpilaste tähelepanu nimetatud printsüüpide 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 analüüsi- ja arvutuskõpetuse kujunemist.

Gümnaasiumi füüsikaõppes kujundatavad üldoskused erinevad põhikooli füüsikaõppes saavutatavatest deduktiivse käsitlusviisi ulatuslikuma rakendamise ning tehtavate üldistuste laiema kehtivuse poolest. Füüsikaõpe muutub gümnaasiumis spetsiifilisemaks, kuid samas seostatakse füüsikateadmised tihedalt ja kõrgemal tasemel ülejäänud õppeainete teadmistega ning varasemates kooliastmetes õpituga.

Gümnaasiumi füüsikaõpe koosneb viiest kohustuslikust kursusest ning kahest soovituslikust 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**” vaatleb keskkonda energeetilisest aspektist. Käsitletakse alalis- ja vahelduvvoolu ning soojusnähtusi, entka mehaanilise energia, soojusenergia, elektrienergia, valgusenergia ja tuumaenergia omavahelisi muundumisi. Viendas 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, igaüks 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.

Õpitulemused

Gümnaasiumi füüsikaõpetusega taotletakse, et õpilane:

- 1) kasutab füüsikalisi suurusid 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.



I kursus „Füüsikalise looduskäsitluse alused” (35.tundi)

1. Sissejuhatus füüsikasse

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) seletab sõnade *maailm*, *loodus* ja *füüsika* tähendust;
- 2) mõistab paratamatut erinevust looduse ning vaadleja 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.

Õppesisu (1. Sissejuhatus füüsikasse)

Jõudmine füüsikasse, tuginedes isiklikule kogemusele. Inimene kui vaadleja. Sündmus, signaal, aisting ja kujutlus. Vaadleja kujutlused ja füüsika. Füüsika kui loodusteadus. Füüsika kui inimkonna nähtavushorisonte edasi nihutav teadus. Mikro-, makro- ja megamaailm.

Põhimõisted: loodus, loodusteadus, füüsika, vaadleja, nähtavushorison, makro-, mikro- ja megamaailm.

2. Füüsika uurimismeetod

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 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 tulemusi;
- 4) teab, et mudeli järgeldusi tuleb alati kontrollida ning mudeli järgelduste erinevus katsetulemustest tingib vajaduse uuteks eksperimentideks ja seeläbi uuteks mudeliteks;



- 5) teab, et üldaktsepteeritava mõõtmistulemuse saamiseks tuleb mõõtmisi teha mõõteseaduse järgi;
- 6) mõistab mõõtesuuruse ja mõõdetava suuruse väärtuse erinevust ning saab aru mõistetest *mõõtevahend ja taatlemine*;
- 7) teab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ja nende mõõtühikuid ning seda, et teiste füüsikaliste suuruste ühikud on väljendatavad põhisuuruste ühikute kaudu;
- 8) teab standardhälbe mõistet (see mõiste kujundatakse graafiliselt) ning oskab seda kasutada mõõtmisega kaasneva mõõtemääramatuse hindamisel;
- 9) kasutades mõõtesuurust, esitab korrektselt mõõdetava suuruse väärtuse kui arvvaartuse ja mõõtühiku korrutise;
- 10) mõõdab õpetaja valitud keha joonmõõtmed ning esitab korrektse mõõtetulemuse;
- 11) esitab katseandmeid tabelina ja graafikuna;
- 12) loob mõõtetulemuste töötlemise tulemusena mudeli, mis kirjeldab eksperimendis toimuvat.

Õppesisu (2. Füüsika uurimismeetod)

Loodusteaduslik meetod ning füüsikateaduse osa selle väljaarendamises. Üldine ja sihipärane vaatlus, eksperiment. Vajadus mudelite järele. Mudeli järeltulemuste kontroll ja mudeli areng.

Mõõtmine ja mõõtetulemus. 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.

Põhimõisted: vaatlus, hüpotees, eksperiment, mõõtmine, mõõtühik, mõõtühikute süsteem, mõõtemääramatus, etalon, mõõtesuurus, mõõdetava suuruse väärtus, mõõtetulemus, mõõtevahend, mudel, taatlemine.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Õpetaja valitud keha joonmõõtmete mõõtmine ja korrektse mõõtetulemuse esitamine (**kohustuslik praktiline töö**).
2. Mõõtmised ja andmetöötlus õpetaja valitud näitel, võrdelise sõltuvuse kui mudelini jõudmine (**kohustuslik praktiline töö**).

3. Füüsika üldmudelid

Õpitulemused



Kursuse lõpul õpilane:

- 1) eristab füüsikalisi objekte, nähtusi ja suurusi;
- 2) teab skalaarsete ja vektoriaalsete suuruste erinevust ning oskab tuua nende kohta näiteid;
- 3) seletab füüsika valemites esineva miinusemärgi tähendust (suuna muutumine esialgsele vastupidiseks);
- 4) rakendab skalaarsete suuruste algebralise liitmise/lahutamise ning vektorsuuruste vektoriaalse liitmise/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), *ajavahe* (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 – kulgumine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine ja laine; oskab nimetada iga liikumisliigi olulisi erisusi;
- 9) teab, et looduse kaks oluliselt erinevate omadustega põhivormi on aine ja väli, nimetab peamisi erinevusi;
- 10) nimetab mõistete *avatud süsteem* ja *suletud süsteem* olulisi tunnuseid;
- 11) seletab Newtoni III seaduse olemust – mõjuga kaasneb alati vastumõju;
- 12) tunneb mõistet *kiirendus* ja teab, et see iseloomustab keha liikumisoleku muutumist;
- 13) seletab ja rakendab Newtoni II seadust – liikumisoleku muutumise põhjustab jõud;
- 14) teab, milles seisneb kehade inertsusomadus; teab, et seda omadust iseloomustab mass;
- 15) seletab ja rakendab Newtoni I seadust – liikumisolek saab olla püsiv vaid siis, kui kehale mõjuvad jõud on tasakaalus;
- 16) avab tavakeele sõnadega järgmiste mõistete sisu: töö, energia, kinetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasulik energia, kasutegur;
- 17) sõnastab mõõtühikute *njuuton*, *džaul* ja *vatt* definitsioone ning oskab neid probleemide lahendamisel rakendada.

Õppesisu (3. Füüsika üldmudelid)

Füüsikalised objektid, nähtused ja suurused. Füüsikaline suurus kui mudel. Füüsika sõnavara, kasutatavad lühendid. Skalaarid ja vektorid. Tehted vektoritega. Füüsika võrdlus matemaatikaga. Kehad, nende mõõtmised ja liikumine. Füüsikaliste suuruste *pikkus*, *kiirus* ja *aeg* tulenevus vaatleja kujutlustest. Aja mõõtmine. Aja ja pikkuse mõõtühikud *sekund* ja *meeter*. Liikumise suhtelisus. Liikumise üldmudelid – kulgumine, 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. Võimsus kui töö tegemise kiirus. Töö ja energia mõõtühik *džaul* ning võimsuse mõõtühik *vatt*. Kasuteguri mõiste.

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, energia, kineetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasutegur. Ühikud: meeter, sekund, meeter sekundis, meeter sekundis sekundi kohta, kilogramm, njuuton, džaul ja vatt.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Tutvumine Newtoni seaduste olemusega (jõu ja massi varieerimine kindla keha korral) demokatse või arvutisimulatsiooni teel.
2. Tutvumine välja mõistega elektromagnetvälja näitel, kasutades elektripendlit või püsimagneteid.
3. Tutvumine erinevate liikumise üldmudelitega demokatse või arvutisimulatsiooni teel.

4. Füüsika üldprintsiihid

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) toob iga loodusteaduse uurimisvaldkonnast vähemalt ühe näite põhjusliku seose kohta;
- 2) toob vähemalt 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 printsiipt;
- 5) sõnastab atomistliku printsiiibi, energia miinimumi printsiiibi, tõrjutuse printsiiibi ja absoluutkiiruse printsiiibi ning oskab tuua näiteid nende printsiiipide kehtivuse kohta;
- 6) teab relativistliku füüsika peamist erinevust klassikalisest füüsikast;
- 7) oskab seletada ruumi ja aja relatiivsust, lähtudes vaatleja kujutlustest kehade ja liikumiste võrdlemisel;



8) teab valemist $E = mc^2$ tulenevat massi ja energia samaväärsust.

Õppesisu (4. Füüsika üldprintsiibid)

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 (aksioomid). 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 liikumine aine suhtes toimub alati 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, printsiip, atomistlik printsiip, algosake, kvant, energia miinimumi printsiip, tõrjutuse printsiip, superpositsiooniprintsiip, absoluutkiirus ja absoluutkiiruse printsiip, relativistlik füüsika.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Tutvumine relativistliku füüsika olemusega, kasutades vastavat arvutisimulatsiooni.

Soovitus õpetajale. Tutvustada kursuse lõpul omal valikul füüsika siirdeteadusi (biofüüsika, füüsikaline keemia, tehniline füüsika, tugevusõpetus vms).



II kursus „Mehaanika” (35 tundi)

1. Kinemaatika

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

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

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{ja} \quad a = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

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 $x = x_0 + vt$ või $x = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$
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 $v = v_0 + at$, $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$ ja $v^2 = v_0^2 + 2as$
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.

Õppesisu (1. Kinemaatika)

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.

Põhimõisted: mehaanika põhiülesanne, punktmass, taustsüsteem, teepikkus, nihe, kinemaatika, keskmine kiirus, hetkkiirus, kiirendus, vaba langemise kiirendus.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Ühtlaselt kiirenevalt liikuva keha koordinaadi, kiiruse ja kiirenduse määramine, uurides kuulikese veeremist rennis ja kasutades fotovärvavaid ning andmehõiveseadet (**kohustuslik praktiline töö**).
2. Tutvumine visatud keha liikumisega demokatse või arvutisimulatsiooni abil.

2. Dünaamika

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) nimetab nähtuste *vastastikmõju*, *gravitatsioon*, *hõõrdumine* ja *deformatsioon* olulisi tunnuseid ning selgitab seost teiste nähtustega;
- 2) näitab kehale mõjuvaid jõudusid nii liikumisoleku püsimisel ($v = \text{const}$, $a = 0$) kui muutumisel ($a \neq 0$);
- 3) oskab leida resultantjõudu;
- 4) kasutab Newtoni seadusi mehaanika põhiülesannet lahendades;
- 5) seletab füüsilise suuruse *impulss* tähendust, teab impulsi definitsiooni ning impulsi mõõtühikut;
- 6) sõnastab impulsi jäävuse seaduse ja oskab praktikas kasutada seost $\Delta(m_1 v_1 + m_2 v_2) = 0$
- 7) seletab jõu seost impulsi muutumise kiirusega keskkonna takistusjõu tekkimise näitel;
- 8) nimetab mõistete *raskusjõud*, *keha kaal*, *toereaktsioon*, *rõhumisjõud* ja *rõhk* olulisi
- 9) tunnuseid ning rakendab seoseid $\mathbf{F} = m\mathbf{g}$, $\mathbf{P} = m(\mathbf{g} \pm \mathbf{a})$, $\mathbf{p} = \frac{F}{S}$
- 10) nimetab mõistete *hõõrdejõud* ja *elastsusjõud* olulisi tunnuseid ning toob näiteid nende esinemise kohta looduses ja tehnikas;
- 11) rakendab hõõrdejõu ja elastsusjõu arvutamise eeskirju $\mathbf{F}_h = \mu \mathbf{N}$ ja $\mathbf{F}_e = -k \Delta \mathbf{l}$; toob loodusest ja tehnikast näiteid ühtlase ja mitteühtlase tiirlemise ning pöörlemise kohta,
- 12) kasutab liikumise kirjeldamisel õigesti füüsikalisi suurusi *pöördenurk*, *period*, *sagedus*, *nurkkiirus*, *joonkiirus* ja *kesktõmbekiirendus* ning teab nende suuruste mõõtühikuid;
- 13) kasutab probleemide lahendamisel seoseid



$$\omega = \frac{\varphi}{t}, v = \omega r, \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f, a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r};$$

14. rakendab gravitatsiooniseadust

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

15. teab mõistete *raskes mass* ja *inertne mass* erinevust;

16. seletab orbitaalliikumist kui inertsia ja kesktõmbejõu koostoime tagajärge.

Õppesisu (2. Dünaamika)

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. Orbitaalliikumise tekkimine inertsia ja kesktõmbejõu koostoime tagajärjena.

Põhimõisted: resultantjõud, keha impulss, impulsi jäävuse seadus, raskusjõud, keha kaal, kaalutus, toereaktsioon, rõhumisjõud, rõhk, elastsusjõud, jäikustegur, hõõrdejõud, hõõrdetegur, pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus, kesktõmbekiirendus.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Liugehõõrdeteguri määramine, kasutades dünamomeetrit või kaldpinda (**kohustuslik praktiline töö**).
2. Keha kesktõmbekiirenduse määramine kas praktiliselt või siis kasutades vastavat arvutisimulatsiooni.
3. Tutvumine planeetide liikumise seaduspärasustega, kasutades vastavat arvutisimulatsiooni.

3. Võnkumised ja lained

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 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;

$$\varphi = \omega t \text{ ja } \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

3) kasutab probleeme lahendades seoseid kontekstis; võnkumiste

4) seletab energia muundumisi pendli võnkumisel;

5) teab, et võnkumiste korral sõltub hälve ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinusfunktsioon;

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*

9) tähendust, mõõtühikuid ning mõõtmisviisi; kasutab probleeme lahendades seoseid

$$v = \frac{\lambda}{T}, T = \frac{1}{f} \text{ ja } v = \lambda f$$

10) nimetab lainenähtuste *peegeldumine*, *murdamine*, *interferents* ja *difraktsioon* olulisi tunnuseid;

11) toob näiteid lainenähtuste kohta looduses ja tehnikas.

Õppesisu (3. Võnkumised ja lained)

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.

Põhimõisted: võnkumine, hälve, amplituud, periood, sagedus, faas, vabavõnkumine, sundvõnkumine, pendel, resonants, laine, pikilaine, ristlaine, lainepikkus, peegeldumine, murdamine, interferents, difraktsioon.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Matemaatilise pendli ja vedrupendli võnkumiste uurimine demokatse ja arvutisimulatsiooni abil.
2. Tutvumine lainenähtustega demokatse või interaktiivse õppevideo vahendusel.



4. Jäävusseedused mehaanikas

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) seletab reaktiivliikumise nähtust, seostades seda impulsi jäävuse seadusega, toob näiteid reaktiivliikumisest looduses ja selle rakendustest tehnikas;
- 2) seletab füüsilise suuruse *mehaaniline energia* tähendust ning kasutab probleemide lahendamisel seoseid

$$E_k = \frac{mv^2}{2}, E_p = mgh \text{ ja } E_{meh} = E_k + E_p;$$

- 3) rakendab mehaanilise energia jäävuse seadust ning mõistab selle erinevust üldisest energia jäävuse seadusest.

Õppesisu (4. Jäävusseedused mehaanikas)

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.

Põhimõisted: reaktiivliikumine, mehaanilise energia jäävuse seadus, energia muundumine.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Tutvumine reaktiivliikumise ning jäävusseedustega mehaanikas demokatsse või arvutisimulatsiooni abil.



III kursus „Elektromagnetism” (35 tundi)

1. Elektriväli ja magnetväli

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) eristab sõna *laeng* kolme tähendust: a) keha omadus osaleda mingis vastastikmõjus, b) seda omadust kirjeldav füüsikaline suurus ning c) osakeste kogum, millel on kõnealune omadus;
- 2) teab elektrivoolu kokkuleppelist suunda, seletab voolu suuna sõltumatust laengukandjate märgist ning kasutab probleemide lahendamisel valemit $I = \frac{q}{t}$;
- 3) teab, et magnetväljal on kaks põhimõtteliselt erinevat võimalikku tekitajat – püsिमagnet ja vooluga juhe, elektrostaatilisel väljal aga ainult üks – laetud keha, seletab nimetatud asjaolu ilmumist väljade geometrias; $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
- 4) kasutab probleeme lahendades Coulomb'i ja Ampere'i seadust

$$F = K \frac{I_1 I_2}{r} l;$$

- 5) teab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni definitsioone ning oskab rakendada $E = \frac{F}{q}$ ja $B = \frac{F}{I l}$ definitsioonivalemeid
- 6) kasutab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni vektorite suundade määramise eeskirju;
- 7) tunneb Oersted'i katsest tulenevaid sirgjuhtme magnetvälja geometrilisi omadusi, kasutab Ampere'i seadust kujul $\mathbf{F} = \mathbf{B} I \sin \alpha$ ja rakendab vastava jõu suuna määramise $U = \frac{A}{q}$, $\varphi = \frac{E_{pot}}{q}$ ja $E = \frac{U}{d}$; eeskirja;
- 8) kasutab probleeme lahendades valemeid
- 9) seletab erinevusi mõistete *pinge* ja *potentsiaal* kasutamises;
- 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 ekvipotentsiaalpinde;
- 11) teab, et kahe erinimeliselt laetud plaadi vahel tekib homogeenne elektriväli ning solenoidis tekib homogeenne magnetväli; oskab joonistada nende väljade jõujooni.

Õppesisu (1. Elektriväli ja magnetväli)

Elektrilaeng. Positiivsed ja negatiivsed laengud. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus.



Elektrivool. Coulomb'i seadus. Punktlaeng. Ampere'i seadus. Püsimagnet ja vooluga juhe. Elektri ja magnetvälja kirjeldavad vektorsuurused *elektrivälja tugevus* ja *magnetinduktsioon*. Punktlaengu väljatugevus ja sirgvoolu magnetinduktsioon. Elektrivälja potentsiaal ja pinge. Pinge ja väljatugevuse seos. Välja visualiseerimine: välja jõujoon ja ekvipotentsiaalpind. Homogeenne elektriväli kahe erinimeliselt laetud plaadi vahel, homogeenne magnetväli solenoidis.

Põhimõisted: elektrilaeng, elementaarlaeng, voolutugevus, punktlaeng, püsimagnet, aine magneetumine, magnetnõel, elektriväli, magnetväli, elektrivälja tugevus, magnetinduktsioon, potentsiaal, pinge, jõujoon, ekvipotentsiaalpind, homogeenne väli. Mõõtühikud: amper, kulon, volt, elektronvolt, volt meetri kohta, tesla.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Elektrostaatika seaduspärasuste praktiline uurimine kahe elektripendli (niidi otsas rippuva elektriseeritud fooliumsilindri) abil või sama uuringu arvutisimulatsioon.
2. Kahe juhtme magnetilise vastastikmõju uurimine demokatse või arvutisimulatsiooni abil.

2. Elektromagnetväli

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) rakendab probleemide lahendamisel Lorentzi jõu valemit $\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B} \sin \alpha$ ning oskab määrata Lorentzi jõu suunda;
- 2) rakendab magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritava pinge valemit $\mathbf{U} = \mathbf{v} \times \mathbf{B} \sin \alpha$;
- 3) kasutab elektromotoorjõu mõistet ja teab, et induktsiooni elektromotoorjõud on kõigi indutseeritavate pingete summa;
- 4) seletab füüsikalise suuruse *magnetvoog* tähendust, teab magnetvoo definitsiooni ja kasutab probleemide lahendamisel magnetvoo definitsioonivalemit $\Phi = \int \mathbf{B} \cdot \mathbf{dS} \cos \theta$;
- 5) seletab näite varal Faraday induktsiooniseaduse kehtivust ja kasutab probleemide lahendamisel valemit $\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$;
- 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

$$E_e = \frac{CU^2}{2} \text{ ja } E_m = \frac{LI^2}{2}.$$

Õppesisu (2. Elektromagnetväli)

Liikuvale laetud osakesele mõjuv magnetjõud. Magnetväljas liikuva juhtmehõõgu otstele indutseeritav pinge. Faraday katsed. Induktsiooni elektromotoorjõud. Magnetvoo mõiste. Faraday induktsiooniseadus. Lenzi reegel. Kondensaator ja induktiivpool. Mahtuvus ja induktiivsus. Elektromagnetvälja energia.

Põhimõisted: Lorentzi jõud, elektromagnetilise induktsiooni nähtus, pööriselektriväli, induktsiooni elektromotoorjõud, magnetvoog, kondensaator, mahtuvus, eneseinduktsioon, induktiivsus, elektromagnetväli. Mõõtühikud: veeber, farad ja henri.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Poolis tekkivat induktsiooni elektromotoorjõudu mõjutavate tegurite uurimine (**kohustuslik praktiline töö**). Praktiline töö kahe raudsüdamikuga juhtmepooli, vooluallika, püsimagneti ja galvanomeetriga töötava mõõteriista abil.
2. Tutvumine kondensaatorite ja induktiivpoolide talitluse ning rakendustega demokatsete või arvutisimulatsioonide abil.

3. Elektromagnetlained

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 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, osakese-omadused aga valguse tekkimisel (kiirgumisel) ning kadumisel (neeldumisel);
- 4) kirjeldab elektromagnetlainete skaalat, määrab 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.

Õppesisu (3. Elektromagnetlained)

Elektromagnetlainete skaala. Lainepikkus ja sagedus. Optika – õpetus valguse tekkimisest, levimisest ja kadumisest. Valguse dualism ja dualismiprintsiip looduses. Footoni energia. Nähtava valguse värvuse seos valguse lainepikkusega vaakumis. Elektromagnetlainete amplituud ja intensiivsus. Difraktsioon ja interferents, nende rakendusnäited. Polariseeritud valgus, selle saamine, omadused ja rakendused.

Põhimõisted: elektromagnetlaine, elektromagnetlainete skaala, lainepikkus, sagedus, kvandi (footoni) energia, dualismiprintsiip, amplituud, intensiivsus, difraktsioon, interferents, polarisatsioon.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Ühelt pilult, kaksikpilult ja juuksekarvalt saadava difraktsioonipildi uurimine laseriga, pilu laiuse ja difraktsioonipildi laiuse pöördvõrdelisuse kindlakstegemine kas praktilise töö käigus või arvutimudeli abil.

4. Valguse ja aine vastastikmõju

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) tunneb valguse murdumise seadust;
- 2) kasutab seoseid $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$ ja $n = \frac{c}{v}$;
- 3) konstrueerib kiirte käiku kumer- ja nõgusläätsel korral;
- 4) kasutab läätsel valemil kumer- ja nõgusläätsel korral $\frac{1}{a} \pm \frac{1}{k} = \frac{1}{f}$;
- 5) teab nähtava valguse lainepikkuste piires ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust;
- 6) kirjeldab valge valguse lahutumist spektriks prisma ja difraktsioonivõre näitel;



- 7) tunneb spektrite põhiliike ja teab, mis tingimustel nad esinevad;
- 8) eristab soojuskiirgust ja luminesentsi, toob näiteid vastavatest valgusallikatest.

Õppesisu (4. Valguse ja aine vastastikmõju)

Valguse peegeldumine ja murdumine. Murdumisseadus. Murdumisnäitaja seos valguse kiirusega. Kujutise tekitamine läätse abil ja läätse valem. Valguse dispersioon. Spektroskoobi töö põhimõte. spektraalanalüüs. Valguse kiirgumine. Soojuskiirgus ja luminesents.

Põhimõisted: peegeldumine, murdumine, absoluutne ja suhteline murdumisnäitaja, koondav ja ajutav lääts, fookus, fookuskaugus, aine dispersioon, prisma, spektraalriist, soojuskiirgus, luminesents.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Läbipaistva aine murdumisnäitaja määramine (kohustuslik praktiline töö).
2. Tutvumine eritüübiliste valgusallikatega.



IV kursus „Energia” (35 tundi)

1. Elektrivool

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

1) seletab elektrivoolu tekkemehhanismi mikrotasemel, rakendades seost $\mathbf{I} = \mathbf{q} \mathbf{n} \mathbf{v} \mathbf{S}$;

2) kasutab probleemide lahendamisel seost

$$R = \rho \frac{l}{S};$$

3) rakendab probleemide lahendamisel Ohmi seadust vooluringi osa ja kogu vooluringi kohta

$$I = \frac{U}{R}, I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$$

ning elektrivoolu töö ja võimsuse avaldisi

$$A = IU \cdot \Delta t, N = IU;$$

4) kasutab rakenduslike probleemide lahendamisel jada- ning rööpühenduse kohta kehtivaid pinget, voolutugevuse ja takistuse arvutamise eeskirju;

5) arvutab elektrienergia maksumust ning planeerib selle järgi uute elektriseadmete kasutuselevõttu;

6) teab, et metallkeha takistus sõltub lineaarselt temperatuurist, ning teab, kuidas takistuse temperatuurisõltuvus annab infot takistuse tekkemehhanismi kohta;

7) kirjeldab pooljuhi oma- ja lisandjuhtivust, sh elektron- ja aukjuhtivust;

8) teab, et pooljuhtelektronika aluseks on pn-siire kui erinevate juhtivustüüpidega pooljuhtide ühendus; seletab jooniste abil pn-siirde käitumist päri- ja vastupingestamisel;

9) kirjeldab pn-siirde toimimist valgusdiodis ja ventiil-fotoelemendis (fotorakus);

10) tunneb juhtme, vooluallika, lüliti, hõõglambi, takisti, diodi, reostaadi, kondensaatori, induktiivpooli, ampermeetri ja voltmeetri tingmärke ning kasutab neid lihtsamaid elektriskeeme lugedes ja konstrueerides;

11) kasutab multimeetrit voolutugevuse, pinget ja takistuse mõõtmiseks.

Õppesisu (1. Elektrivool)

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. Pooljuhtelektronika alused. Valgusdiodid ja ventiil-fotoelement (fotorakk). Voltmeetri, ampermeetri ja multimeetri kasutamine.



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.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Voolutugevuse, pinge ja takistuse mõõtmine multimeetriga (kohustuslik praktiline töö).
2. Tutvumine demokatses lihtsamate pooljuhtelektronika seadmetega (diod, valgusdiod, fotorakk).
3. Vooluringide talitluse uurimine vastavate arvutisimulatsioonide abil.

2. Elektromagnetismi rakendused

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

1. kirjeldab vahelduvvoolu kui laengukandjate sundvõnkumist;
2. teab, et vahelduvvoolu korral sõltuvad pinge ja voolutugevus perioodiliselt ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinusfunktsioon;
3. kirjeldab generaatori ja elektrimootori tööpõhimõtet;
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;
5. arvutab vahelduvvoolu võimsust aktiivtarviti korral ning seletab graafiliselt voolutugevuse ja pinge 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-, bimetall- 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).

Õppesisu (2. Elektromagnetismi rakendused)

Vahelduvvool kui laengukandjate sundvõnkumine. Vahelduvvoolu saamine ja kasutamine.



Generaator ja elektrimootor. Elektrienergia ülekanne. Trafod ja kõrgepingeliinid. Vahelduvvooluvõrk.

Faas ja neutraal. Elektriõhutus. Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel. Voolutugevuse ja pinge 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 pinge efektiiv- ja hetkväärtused.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Tutvumine trafode ja võnkeringide talitluse ning rakendustega demokatses või arvutimudeli abil.
2. Tutvumine elektromagnetismi rakendustega interaktiivse õppevideo abil.

3. Soojusnähtused

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 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 temperatuuriskaalasid 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 minna Celsiuse skaalalt Kelvini skaalale ning vastupidi, kasutades seost $T = t (^{\circ}\text{C}) + 273 \text{ K}$;
- 5) nimetab mudeli *ideaalgaas* olulisi tunnuseid;
- 6) kasutab probleemide lahendamisel seoseid $E_k = \frac{3}{2} k T$; $p = n k T$; $p V = \frac{m}{M} R T$;
- 7) määrab graafikutelt isoprotsesside parameetreid.

Õppesisu (3. Soojusnähtused)

Siseenergia ja soojusenergia. Temperatuur kui soojusaste. Celsiuse, Kelvini ja Fahrenheiti temperatuuriskaalad. Ideaalgaas ja reaalkaas. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Isoprotsessid. Gaasi olekuvõrrandiga seletatavad nähtused looduses ja tehnikas. Mikro- ja makroparameetrid, nendevahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. Temperatuuri seos molekulide keskmise kineetilise energiaga.



Põhimõisted: siseenergia, soojusenergia, temperatuur, temperatuuriskaala, makroparameeter, mikroparameeter, gaasi rõhk, ideaalgaas, olekuvõrrand, molaarmass, molekulide kontsentratsioon, isotermiline, isobaariline ja isohooriline protsess.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Tutvumine soojusnähtustega arvutimudeli abil.

4. Termodünaamika ja energeetika alused

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) seletab soojusenergia muutumist mehaanilise töö või soojusülekande vahendusel ning toob selle kohta näiteid loodusest, eristades soojusülekande liike;
- 2) sõnastab termodünaamika I printsiibi ja seostab seda valemiga $Q = \Delta U + p\Delta V$;
- 3) sõnastab termodünaamika II printsiibi ja seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet;
- 4) seostab termodünaamika printsiipe soojusmasinatega;
- 5) võrdleb ideaalse ja reaalse soojusmasina

$$\eta_{id} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \text{ ja } \eta_{re} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}; \quad \text{kasutegureid, rakendades valemiteid}$$

- 6) teab, et energeetika ülesanne on muundada üks energialiik teiseks;
- 7) teab, et termodünaamika printsiipide põhjal kaasneb energiakasutusega vältimatult saastumine;
- 8) kirjeldab olulisemaid taastumatuid ja taastuvaid energiaallikaid, tuues esile nende osatähtsuse Eestis ja maailmas;
- 9) kirjeldab Eesti ja ülemaailmse energeetika tähtsamaid arengusuundi.

Õppesisu 4. Termodünaamika ja energeetika alused

Soojusenergia muutmise viisid: mehaaniline töö ja soojusülekanne. Soojusülekande 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 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, energeetikaprobleemid ja nende lahendamise võimalused.



Põhimõisted: soojushulk, soojusenergia, soojusülekanne, konvektsioon, adiabaatiline protsess, pööratav ja pöördumatu protsess, soojusmasin, entroopia, energetika.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Erinevate ainete soojusjuhtivuse uurimine (osaluskatse).
2. Tutvumine termodünaamika printsiipidega arvutimudeli abil.
3. Tutvumine energetika alustega interaktiivse õppevideo abil.



V kursus „Mikro- ja megamaailma füüsika” (35 tundi)

1. Aine ehituse alused

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 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.

Õppesisu (1. Aine ehituse alused)

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.

Põhimõisted: aine olek, gaas, vedelik, kondensaine, tahkis, reaalgaas, küllastunud aur, absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt, hügromeeter, märgamine, kapillaarsus, faas ja faasisiire.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Õhuniiskuse mõõtmine (**kohustuslik praktiline töö**).
2. Tutvumine aine faaside ja faasisiiretega arvutimudeli abil.

2. Mikromaailma füüsika

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

1. nimetab välis- ja sisefotoefekti olulisi tunnuseid, kirjeldab fotoefekti kui footonite olemasolu eksperimentaalset tõestust;
2. nimetab kvantmehaanika erinevusi klassikalisest mehaanikast, seletab dualismiprintsiibi abil osakeste leiulaineid;



3. tunneb mõistet *seisulaine*; teab, et elektronorbitaalidele aatomis vastavad elektroni leiulaine kui seisulaine kindlad kujud;
4. kirjeldab elektronide difraktsiooni kui kvantmehaanika aluskatset;
5. nimetab selliste füüsikaliste suuruste paare, mille vahel valitseb määramatusseos;
6. kirjeldab nüüdisaegset aatomimudelit nelja kvantarvu abil;
7. seletab eriseoseenergia mõistet ja eriseoseenergia sõltuvust massiarvust;
8. kirjeldab tähtsamaid tuumareaktsioone (lõhustumine ja süntees), rõhutades massiarvu ja laenguarvu jäävuse seaduste kehtivust tuumareaktsioonides;
9. kasutab õigesti mõisteid *radioaktiivsus* ja *poolestusaeg*;
10. kasutab radioaktiivse lagunemise seadust, et seletada radioaktiivse dateerimise meetodi olemust, toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta;
11. seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning tuumaenergeetika eeliseid, aga ka tuumatehnoloogiaga seonduvaid ohte (radioaktiivsed jäätmed, avariid jaamades ja hoidlates);
12. nimetab ioniseeriva kiirguse liike ja allikaid, kirjeldab ioniseeriva kiirguse erinevat mõju elusorganismidele ja võimalusi kiirgusohu vähendamiseks.

Õppesisu (2. Mikromaailma füüsika)

Välis- ja sisefotoefekt. Aatomimudelid. Osakeste leiulained. Kvantmehaanika. Elektronide difraktsioon. Määramatusseos. Nüüdisaegne aatomimudel. Aatomi kvantarvud. Aatomituuma ehitus. Massidefekt. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Tuumareaktsioonid. Tuumaenergeetika ja tuumarelv. Radioaktiivsus. Poolestusaeg. Radioaktiivne dateerimine. Ioniseerivad kiirgused ja nende toimed. Kiirguskaitse.

Põhimõisted: välis- ja sisefotoefekt, kvantarv, energiatase, kvantmehaanika, määramatusseos, tuumajõud, massidefekt, seoseenergia, eriseoseenergia, tuumaenergeetika, tuumarelv, radioaktiivsus, poolestusaeg, radioaktiivne dateerimine, ioniseeriv kiirgus, kiirguskaitse.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Tutvumine aatomimudelite ja kvantmehaanika alustega arvutisimulatsioonide abil.
2. Tutvumine radioaktiivsuse, ioniseerivate kiirguste ja kiirguskaitse temaatikaga arvutisimulatsioonide abil.
3. Tutvumine tuumatehnoloogiatega, tuumarelva toime ja tuumaohutusega õppevideo vahendusel.



3. Megamaailma füüsika

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) nimetab astronoomia vaatlusvahendeid;
- 2) seletab taevakaardi füüsikalise tõlgenduse aluseid ja füüsikalisi hinnanguid peamistele astraalmütoloogilistele kujutelmadele;
- 3) kirjeldab mõõtmete ja liikumisviisi aspektis Päikesesüsteemi põhilisi koostisosi: Päike, planeedid, kaaslased, asteroidid, komeedid, meteorkehad;
- 4) seletab kvalitatiivselt süsteemiga Päike-Maa-Kuu seotud nähtusi: aastaegade vaheldumist, Kuu faase, varjutusi, taevakehade näivat liikumist;
- 5) kirjeldab Päikese ja teiste tähtede keemilist koostist ja ehitust, nimetab kiiratava energia allika;
- 6) kirjeldab kvalitatiivselt Päikesesüsteemi tekkimist, tähtede evolutsiooni, Linnutee koostist ja ehitust ning universumi tekkimist Suure Pauku teooria põhjal.

Õppesisu (3. Megamaailma füüsika)

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.

Põhimõisted: observatoorium, teleskoop, kosmoseteleskoop, taevakaart, tähtkuju, Päikesesüsteem, planeet, planeedikaaslane, tehiskaaslane, asteroid, komeet, meteorkeha, täht, galaktika, Linnutee, kosmoloogia, Suur Pauk.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Tutvumine Päikesesüsteemi ja universumi ehitusega arvutisimulatsioonide vahendusel.

6. 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, kooliümbus, 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.

8. Füüsiline õpikeskkond

1. Praktiliste tööde läbiviimiseks korraldab kool vajaduse korral õppe rühmades.
2. Kool korraldab valdava osa õpet klassis, kus on soe ja külm vesi, valamud, elektripistikud ning IKT vahendid.
3. Kool võimaldab ainekavas nimetatud praktiliste tööde tegemiseks katsevahendid ja –materjalid ning demonstratsioonivahendid.
4. Kool võimaldab sobivad hoiutingimused praktiliste tööde ja demonstratsioonide tegemiseks ning vajalike materjalide kogumiseks ja säilitamiseks.
3. Kool võimaldab kooli õppekava järgi vähemalt kaks korda õppeaastas õpet väljaspool kooli territooriumi (looduskeskkonnas, muuseumis ja/või laboris).
4. Kool võimaldab ainekava järgi õppida arvutiklassis, kus saab teha ainekavas loetletud töid.

9. 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 suhe hinde 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.



Valikkursus „Füüsika ja tehnika”

1. Õppe- ja kasvatusesmärgid

Valikkursusega taotletakse, et kursuse läbinud õpilane omandaks:

- 1) oma tõenäolises tulevases tehnilis-tehnoloogilises ametis kasulikke teadmisi;
- 2) oskuse tuvastada füüsikalisi-tehnilisi probleeme tavaelus;
- 3) oskuse leida asjakohast ning usaldusväärset teavet meid ümbritsevas tehnoloogilises keskkonnas ilmnevate probleemide lahendamise kohta;
- 4) loodusteadusliku meetodi, sh uurimusliku käsitlusviisi kasutamise üldnimetatud probleemide lahendamisel;
- 5) oskuse teha põhjendatud tehnilis-tehnoloogilisi otsuseid lihtsamates situatsioonides;
- 6) loomingulise ja kriitilisel mõtlemisel baseeruva vaate tehnoloogilistele probleemidele;
- 7) suulise ja kirjaliku tehnoloogilise kommunikatsiooni oskusi;
- 8) loodusteaduslikke ja tehnoloogilisi teadmisi väärtustava hoiaku ning valmiduse elukestvaks õppeks;
- 9) oskuse hinnata tehnoloogilisi riske ning prognoosida uute tehnoloogiliste lahenduste mõju keskkonnale.

2. Kursuse lühikirjeldus

Kursus on üles ehitatud õpilasele jõukohaste füüsikalisi-tehnoloogiliste 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, ent ka teiste loodusainete kohustuslikes kursustes omandatud teadmiste rakendamine uutes kontekstides ning uute tehnoloogiliste teadmiste ja oskuste omandamine lähtuvalt nüüdisaja kõrgtehnoloogia väljatöötlaste füüsikalisest sisust.

Kursuse struktuur põhineb üldjuhul kolmeastmelisel mudelil: a) probleemi tuvastamine (nt teravikmikroskoopias ilmnev vajadus teha kontrollitavaid nanoskoopilisi manipulatsioone), b) probleeme lahendav ja sageli uurimuslikul käsitlusviisil põhinev uute teadmiste omandamine (piesoelektrikud ja nende omadused) ning c) sobiva tehnoloogilise lahenduseni jõudmine (piesoelektrilised andurid ja täiturid). Laialdaselt kasutatakse praktilisi töid, millega määratakse peamiselt uuritava materjali või tehnilise seadme omadusi, kuid need võivad anda ka uusi füüsikalisi teadmisi.

Kursuse õppesisu loetelus esitatakse **15 moodulit**, igaüks 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 uuendatakse pidevalt kooskõlas teaduse ja tehnoloogia arenguga ning teadmiste põhise ühiskonna vajadustega.

Kui kohustusliku kursuse ja valikkursuse õppesisus on samad teemad, lisandub kohustusliku kursuse kvalitatiivkäsitlusele valikkursuses kvantitatiivkäsitlus.

3. Kursuse õppesisu

1. **Aero- ja hüdrodünaamika.** Keskkonna takistusjõud. Teised õhusõidukile mõjuvad jõud.

Vedelike voolamine torudes. Inimese ja looma vereringe, diastoolne ja süstoolne vererõhk.

Hüdroturbiin.

2. **Elastsuslained.** Elastse deformatsiooni energia. Võnkumiste ja lainete energia. Võnkumiste liitumine. Võnkumiste spekter. Doppleri efekt helilainete korral. Helitugevus. Detsibell. Müra ja mürakaitse.

3. **Ebatavalised faasid ja faasisiirded.** Gaaside veeldamine. Madalate temperatuuride saamine. Krüovedelikud ja krüogeenika. Allajahutatud ja ülekuumendatud vedelikud. Härmatumine (sublimatsioon), aine sulamistemperatuuri sõltuvus rõhust. Süsihappelumi ja teised mitte-H₂O jääd. Lahused ja faasisiirded.

4. **Soojusmasinad ja energiamajandus.** Termodünaamika I printsiibi ilmumine isoprotsessides. Adiabaatiline protsess. Ideaalne soojusmasin. Soojusmasina kasutegur.

Ringprotsess. Pööratavad ja mittepööratavad protsessid. Reaalsed soojusmasinad (auruturbiin, ottomootor, diiselmootor, stirlingmootor) ja nende kasutegurid. Energiaallikad, energia muundamine, transport ja salvestamine.

5. **Entroopia ja negentroopia.** Entroopia mõiste käsitlused. Info, energia ja aine entroopiliselt seisukohalt. Maa ja universumi entroopia ning negentroopia. Mittetasakaalulised protsessid. Rakendused: külmuti ja soojuspump.

6. **Kondensaator ja induktiivpool.** Plaatkondensaatori mahtuvus. Kondensaatorite ehitus ja liigid. Laetud kondensaatori energia. Kondensaatorite kasutusnäited. Pika ja peenikese pooli induktiivsus. Vooluga induktiivpooli energia. Ülijuhtiva mähisega elektromagnetid ja nende kasutamine.

7. **Juhid ja dielektrikud.** Dielektrikute polarisatsioon. Varjestamine. Aine dielektriline läbitavus. Piesoelektrikud ja ferroelektrikud. Rakendused: piesoelektrilised andurid ja täiturid, elektronkaal, kvartskell.

8. **Ainete magnetilised omadused.** Aine magnetiline läbitavus. Dia- ja paramagneetikud. Kõvad ja pehmed ferromagneetikud. Ferromagneetiku domeenstruktuur ja hüsteres. Rakendused: elektromagnetid ja magnetiline infosalvestus.

9. **Elektrivool vedelikes ja gaasides.** Elektrolüüs. Faraday I seadus elektrolüüsi kohta.



Elektrolüüsi rakendusnäiteid. Sõltuv ja sõltumatu gaaslahendus. Kasutusnäited.

10. **Pooljuhtelektronika.** Juhi, pooljuhi ja mittejuhi erinevused tsooniteoorias. Pooljuhtide omajuhtivus ja selle rakendused: termotakisti, fototakisti, pooljuht-kiirgusdetektor.

Pooljuhtide legerimine. Elektronjuhtivus ja aukjuhtivus. pn-siire. Alaldi, fotodiod, valgusdiod, diodmaatriks, CCD-maatriks, pooljuhtlaser. Päikesepaneelid. Bipolaar- ja väljatransistor. Kiip, selle kasutamine analoog- ja digitaallülitustes.

11. **Vahelduvvoolu kasutamine.** Vahelduvvoolu iseloomustavad suurused. Elektriõhutus. Kaitsemaandus. Kaitsmed. Aktiiv-, induktiiv- ja mahtuvustakistus vahelduvvooluahelas. Näivtakistus. Kogutakistus. Ohmi seadus vahelduvvooluahela kohta.

12. **Vahelduvvoolumasinad.** Alalisvoolumootor ja -generaator. Trafo talitus, trafode kasutamine. Vahelduvvoolugeneraator ja asünkroonmootor. Vahelduvvoolu võimsustegur.

Kolmefaasiline vool. Elektrienergia tootmine, ülekanne ja jaotamine Eesti näitel.

13. **Elektromagnetvõnkumised ja -lained.** Võnkering. Elektromagnetlainete tekitamine. Elektromagnetlainete skaala. Raadiolained ja nende levimine. Raadioside põhialused. Raadiolokatsioon ja GPS. Nüüdisaegsed sidevahendid.

14. **Optilised seadmed.** Valguskiir. Valguse sirgjooneline levimine. Valguse täielik peegeldumine. Valgusjuhid ja nende kasutamine. Optilised süsteemid (objektiiv, teleskoop, mikroskoop), nende lahutusvõime. Polariseeritud valgus ja selle saamine. Rakendused: polaroidprillid ja vedelkristallekraan.

15. **Fotomeetria.** Inimsilma valgustundlikkus. Valgustugevus ja valgusvoog. Valgustatus. Ruuminurk. Ühikud: kandela, lumen ja luks. Luksmeeter. Erinevate valgusallikate valgusviljakused.

4. Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) oskab leida füüsikalisi-tehnoloogilisi probleeme ja nende lahendusteid argielu situatsioonidest;
- 2) analüüsib ja teeb põhjendatud otsuseid valitud füüsikalisi-tehnoloogilisi näidisprobleeme lahendades;
- 3) integreerib uued tehnoloogilised teadmised varem omandatud loodusteaduslike baasteadmistega ühtseks tervikuks;
- 4) kirjeldab mingi füüsikalisi-tehnoloogilise probleemi parajasti kasutuses olevat lahendust ning analüüsib selle eeliseid ja puudusi;
- 5) analüüsib füüsikalisi-tehnoloogiliste lahendustega kaasnevaid keskkonna- või personaalriske ja nende riskide minimeerimise võimalusi;



- 6) mõistab füüsikaliste loodusteaduste ning vastavate tehnoloogiate olemust ja kohta ühiskonnas ning suhestatust kooli loodusteaduslike õppeainetega;
- 7) on seesmiselt motiveeritud oma füüsikalise-tehnoloogilise teadmiste elukestvaks täiendamiseks.

5. Õppetegevus

Kasutatakse järgmisi õppemeetodeid:

- 1) konkreetsetes kontekstis vajaliku füüsikalise-tehnoloogilise info leidmine õppetekstidest ja veebist;
- 2) teadmiste kinnistamine interaktiivsete õppevideote ja arvutisimulatsioonide abil;
- 3) kas reaalsuses praktiliselt või katsevahendite puudumise korral virtuaalselt tehtavad uurimuslikud tööd eelkõige vaatlusaluse materjali või tehnilise seadme omaduste määramisel;
- 4) rühmatöö füüsikalise-tehnoloogiliste probleemide leidmisel, analüüsimisel ja nende lahenduste otsimisel;
- 5) mingi tehnoloogilise lahenduse või selle alternatiivide olemust kirjeldava ning analüüsiva essee kirjutamine, essee vastastikune hindamine;
- 6) loovust arendavad tegevused: plakati koostamine, arvutipresentatsioonide koostamine, debatid ja rollimängud, ajurünnak;
- 7) Cmap'i meetodi kasutamine vaadeldava temaatika sisemiste olemuslike seoste teadvustamisel ja kinnistamisel;
- 8) uuenduslike projektide kavandamine.

6. Füüsiline õpikeskkond

Praktiliste uurimuslike tööde tegemiseks on vaja uuritavaid materjalinäidiseid või tehnilisi seadmeid ning vajalikke mõõteriistu (üks komplekt iga nelja õpilase kohta, kes tüüpiliselt moodustavad rühma). Kui neid ei ole, peab õpilastel olema vähemasti võimalus kasutada veebi lülitatud ja vastava tarkvaraga varustatud arvuteid, et teha uurimuslikku tööd virtuaalselt. Arvuteid on samuti vaja, et otsida kursusega seonduvat infot veebist. Uuritav materjalinäidis või tehnoseade koos vajalike demomõõteriistadega peab realselt eksisteerima vähemalt ühes eksemplaris, millega õpetaja saab teha demo- ja osaluskatseid.

Kursuse efektiivsuse suurendamiseks on kindlasti vaja koolisest loodusteaduslike ainete õpetajate koostööd ning täienduskoolitust. Kursuse eduka korraldamise võimaldamiseks koostatakse uued õppematerjalid.



7. Hindamine

Hindamisel lähtutakse vastavatest gümnaasiumi riikliku õppekava üldosa sätetest.

Õppe tulemuslikkust koolisisese hinnates kasutatakse otseselt õpitulemustest lähtuvaid hindamismeetodeid (infootsingu hindamine, esseede või mõistekaartide hindamine jms).



Valikkursus „Teistsugune füüsika”

1. Õppe- ja kasvatusesmärgid

Valikkursusega taotletakse, et kursuse läbinud õpilane omandaks:

1. oma tõenäolises tulevases loodusteadusliku uurimistöoga 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;
7. loomingu- ja füüsikalistel teadmistel ja kriitilisel mõtlemisel baseeruva vaate Maa ja universumi senist arengut käsitlevatele kontseptsioonidele;
8. suulise ja kirjaliku kommunikatsiooni oskusi aatomi-, tuuma- ja kiirgusfüüsikas ning kosmoloogias;
9. aatomi-, tuuma- ja kiirgusfüüsika- ning kosmoloogiaalaseid teadmisi väärtustava hoiaku ning valmiduse elukestvaks õppeks;
10. oskuse hinnata tuuma-, kiirgus- ja/või kosmosetehnoloogiatega kaasnevaid keskkonna ja/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, igaüks 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



teadmistepõhise ühiskonna vajadustega. Konkreetse kooli õpilaskonna soovil võib kursuse korraldada ka puhtalt mikromaailma füüsika või puhtalt kosmoloogia kursusena, valides käsitlemiseks ainult vastavad moodulid.

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

3. Kursuse õppesisu

1. **Relatiivsusteooria.** 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.** Planetaarne aatomimudel, Bohri mudel ja nüüdisaegne aatomimudel. Valikureglid kui jäävusseadused. Kvantarvude lubatud väärtused. Keemiliste elementide perioodilisuse süsteem. s-, p-, d- ja f-orbitaalid füüsikas ning keemias. Elektronmikroskoop, tunnelmikroskoop ning aatomjõumikroskoop.

3. **Kvantmehaanika.** Elektronide difraktsioon, leiulained ja määramatusseos. Lainefunktsioon kvantmehaanikas. Osakeste tunnelleerumine. Kvantmehaanika tõlgendused. Kvantteleportatsioon.

4. **Kiirgused ja spektrid.** 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 kasutamine.

5. **Soojuskiirgus.** Mustkiirguri kiirgusspektri omadused. Stefani-Boltzmanni seadus ja Wieneri nihkeseadus. Mustkiirguri spektri lühilainelise osa seletamine Plancki kvantühüpoteesi abil. Soojuskiirguse rakendused.

6. **Fotoefekt.** Punapiir. Einsteini võrrand fotoefekti kohta. Footoni parameetrid. Välis- ja sisefotoefekt. Fotoefekti rakendused: päikesepatarei, fotoelement, CCD element. Valguse rõhk. Fotokeemilised reaktsioonid.

7. **Tuumafüüsika.** 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. **Radioaktiivsusega kaasnevad kiirgused.** Ioniseeriva kiirguse liigid, nende omadused. Radioaktiivse lagunemise seadus. Poolestusaeg. Allika aktiivsus. Kiirguse intensiivsuse sõltuvus kaugusest. Looduslikud ja tehislikud 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 edsinihutamisel.

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 atmosfääris. Tähtede siseehitus. Tähesuurus. Tähtede põhikarakteristikud: temperatuur, heledus, raadius ja mass. Hertzsprungi-Russelli diagramm. Muutlikud tähed ja noovad. Valged kääbused, neutrontähed, mustad augud. Tähtede areng.

14. **Galaktikad.** Linnutee koostisosad ja struktuur. Täheparved. Galaktikad. Galaktikate parved. Universumi kargstruktuur. Tume aine ja varjatud energia.

15. **Kosmoloogilised mudelid.** Kosmoloogiline printsiip. Universumi evolutsioon. Suure Paugu teooria ning selle füüsikalised alused – kosmoloogiline punanihe ja reliktkiirgus.

Antroopsusprintsiiip.

4. Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) oskab etteantud tekstidest leida mikromaailma füüsika või kosmoloogia probleeme;
- 2) analüüsib näidisprobleeme ja teeb põhjendatud otsuseid neid lahendades;
- 3) integreerib uued teadmised varem omandatud loodusteaduslike baasteadmistega ühtseks tervikuks;
- 4) kirjeldab mingi probleemi parajasti kasutatavat lahendust ning analüüsib selle eeliseid ja puudusi;
- 5) nimetab mingi tuuma-, kiirgus- ja/või kosmosetehnoloogilise probleemi lahendusega kaasnevat keskkonna- ja/või personaalriski ning selle minimeerimise võimalusi;



- 6) mõistab osakestefüüsika ja/või kosmoloogia heuristilist tähtsust inimkonnale ning nende suhestatust kooli loodusteaduslike õppeainetega;
- 7) on seesmiselt motiveeritud täiendama oma maailmapilti kogu elu jooksul.

5. 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 essee kirjutamine ning essee vastastikune hindamine;
- 5) loovust arendavad tegevused: plakati koostamine, arvutipresentatsioonide koostamine, debatid ja rollimängud, ajurünnak;
- 6) Cmap'i meetodi kasutamine vaadeldava temaatika sisemiste olemuslike seoste teadvustamisel ja kinnistamisel.

6. Füüsiline õpikeskkond

Virtuaalsete uurimuslike tööde tegemiseks peab õpilastel olema võimalus kasutada veebi lülitatud ja vastava tarkvaraga arvuteid. Uuritav materjalinäidis (nt radioaktiivne preparaat) või tehnoseade (valgustajur) koos vajalike mõõteriistadega peab realselt eksisteerima vähemalt ühes eksemplaris, mille abil õpetaja saab teha demo- ja osaluskatseid.

Kursuse efektiivsuse suurendamiseks on kindlasti vaja loodusteaduslike ainete õpetajate koostööd ning täienduskoolitust. Kursuse eduka korraldamise võimaldamiseks koostatakse uued õppematerjalid.

7. Hindamine

Hindamisel lähtutakse vastavatest gümnaasiumi riikliku õppekava üldosa sätetest.

Õppe tulemuslikkust koolisisese hinnates kasutatakse otseselt õpitulemustest lähtuvaid hindamismeetodeid (infootsingu hindamine, essee või mõistekaartide hindamine jms).