

1. Ainevaldkond „Loodusained“ ainekava

1.1. Ainevaldkonna kirjeldus

Loodusainete õpetamise eesmärk gümnaasiumis on kujundada õpilaste loodusteaduslikku pädevust, et kujuneks vastutustundlik ja enastjuhtiv õpilane.

Loodusainete omavahelise lõimingu kujuneb õpilastel arusaam loodus- ja tehiskeskkonnast kui terviksüsteemist ning iga loodusaine osast selles tervikus. Loodusaineid lõimitakse kolmel tasandil: loodusteadusliku pädevuse kujundamise, kattuva õppesisu ehk temaatilise lõimumise ning kooli õppekava ja loodusainete õpetajate koostöö kaudu. Ainevaldkonna õppeainete või valdkonnaülesete ainete lõiming saavutatakse metoodilise ühisosa järgimisel, õppeainete kattuvate teemade, ühiste rõhuasetuste, õppeülesannete ning -viiside abil, sh ainevaldkonnasisesed või-ülesed uurimistööd, loovtööd, projektid, ainekuu korraldamine või õpetades ajalist kooskõla järgides. Teadlik pädevuste kujundamine on lõimingu aluseks.

Üldpädevuste arendamine loodusainetes:

Kultuuri- ja väärtuspädevus – õpilased õpivad mõistma, arutlema, põhjendama või õigustama looduse ja keskkonna väärtust, lähtudes nii õpilase isiklikust kui ka teiste vaatenurgast ning õppides arvestama eri seisukohti; kujundavad vastutustundlikku suhtumist elurikkusesse ja jätkusuutlikku eluviisi, võimalusel osaletakse looduskaitseprojektides või kooli rohetegevustes (maailmakoristuspäev, projekt Vanast uus jne);

Sotsiaalne ja kodanikupädevus – arendatakse koostööoskust läbi rühmatööde, ühiste katsete ja arutelude; väärtustatakse erinevaid seisukohti ja õpitakse konflikte lahendama;

Enesemääratluspädevus – õpilane õpib tundma oma tugevaid ja nõrku külgi loodusteadustes, seades endale eesmärgi ning kujundades õpioskusi ja karjäärivalikuid; kujundatakse arusaama, et ühiskond saab jätkusuutlikult areneda ainult siis, kui kõik me panustame elurikkuse säilimisesse ja elamisväärsesse elukeskkonda;

Õpipädevus – rõhk on probleemilahendusel, kriitilisel mõtlemisel, loogilisel järeldamisel ning infoallikate hindamisel; arendatakse loodusteadusliku info otsimise, sellest arusaamise ning tõlgendamise oskuseid ning suutlikkust eristada usaldusväärset ning tõenduspõhist infot arvamusest; otseselt tajutava maailma kirjeldamise kõrval õpitakse objekte ja nähtusi järk-järgult kirjeldama mikro- ja megatasandil; õpilane õpib planeerima oma tegevust ja analüüsima tulemusi;

Suhtluspädevus – õpilaste eneseväljendusoskused arenevad uurimistulemuste, projektitööde jne suulise esitlemise ja kirjaliku teksti loomise kaudu; samuti areneb oskus arutleda probleemide üle ning põhjendada oma pakutud lahendusi, lähtudes loodusteaduslikest, sotsiaalsetest, majanduslikest, eetilistest vaatenurkadest; harjutatakse teadusliku terminoloogia kasutamist;

Matemaatika-, loodusteadus- ja tehnoloogiaalane pädevus – kujundatakse oskus rakendada loodusteaduslikke meetodeid ja mudeleid (füüsilisi objekte, jooniseid, kaarte, mõistekaarte, matemaatilisi kujutusviise, analoogiaid ning arvutisimulatsioone), loodusteaduslikke objekte ja nähtusi mõista, uurida ja selgitada ning teha objektide ja süsteemide käitumise kohta järeldusi ning ennustusi, kasutada mõõtevahendeid, seostada teadmisi igapäevaeluga ning mõista tehnoloogia ja teaduse arengut; loodusvaldkonna ainete õppimine aitab õpilastel tajuda teaduse ning teaduslike teadmiste olemust; õpilastes kujundatakse mõistmist, et teaduslikud seisukohad muutuvad ajas ning arenevad maailma järjest täpsema ja objektiivsema kirjeldamise poole ning et tehtud järeldused kehtivad üksnes korraldatud uurimuse kohta;

Ettevõtlikkuspädevus – arendatakse loovust ja algatusvõimet probleemide lahendamisel, projektide kavandamisel ja elluviimisel; õpitakse vastutustundlikku ja keskkonnasäästlikku majandamist;

Digipädevus – kasutatakse digitaalseid õppevahendeid katsete andmete kogumiseks ja töötlemiseks, otsitakse ning hinnatakse digiallikatest pärit infot, luuakse esitlusi ja mudeleid.

Läbivate teemade käsitlemine loodusainetes:

Elukestev õpe ja karjääri kujundamine – tutvustatakse loodusteaduste ja tehnoloogia erialade mitmekesisust ja eripära; õpilased tutvuvad teadlaste, inseneride ja teiste spetsialistide töömeetoditega;

Keskkond ja jätkusuutlik areng – õpitakse mõistma inimtegevuse mõju loodusele ja kliimale, viiakse läbi säästva eluviisiga seotud projekte, nt jäätmete sorteerimine, energia säästmine, elurikkuse uurimine;

Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus – loodusprojektide korraldamine koolis (nt ainekuu), arutelud keskkonnaküsimuste üle;

Kultuuriline identiteet – tutvutakse Eesti looduse eripärade ja rahvapäraste loodusvaadetega, õpitakse väärtustama oma kodukoha looduspärandit ja seostama seda maailmapärandiga;

Teabekeskond ja meediakasutus – õpilased harjuvad kriitiliselt hindama loodusteaduslikku infot erinevatest allikatest (meedia, teadusuuringud, internet), õpivad eristama fakti ja arvamust; oluline on arusaamise kujundamine nähtuste põhjuse-tagajärje seostest ning õpitu üldistamine ja ülekandmine uude konteksti, õpitakse kasutama loodusteaduslikke sümbboleid;

Tehnoloogia ja innovatsioon – õpitakse tundma loodusteaduste ja tehnoloogia seoseid, näiteks katsete tegemisel digitaalsete andmekoguritega, robotite ja andurite kasutamisel, või uute lahenduste otsimisel igapäevaprobleemidele; arendatakse õpilaste uurimisoskusi, mis hõlmavad objektide ning nähtuste vaatlemist, probleemide määratlemist, taustinfo kogumist ja analüüsimist, uurimisküsimuste ja hüpoteeside sõnastamist, katsete kavandamist ning korraldamist, usaldusväärsete andmete kogumist, nende analüüsi, tõlgendamist ja kehtivate järelduste tegemist. Uurimisoskuste omandamise üldisem eesmärk on kasutada neid igapäevaelus, aidates õpilastel teha isiklikus elus arukaid ning kaalutletud otsuseid;

Tervis ja ohutus – pööratakse tähelepanu tervislikele eluviisidele, keskkonna ja toitumise seostele tervisega ning ohutule käitumisele looduses ja laboritöös (nt erinevate katsete tegemine);

Väärtused ja kõlblus – arendatakse arusaama eetilistest dilemmaadest loodusteadustes ja tehnoloogia arengus (nt geneetika, kliimamuutused, loomkatsete kasutamine, taastumatute ressursside tarbimine). Õpilased õpivad arvestama erinevate väärtushinnangutega, arutlema ausalt ja austavalt ning kujundama isiklikku vastutustundlikku hoiakut looduse ja ühiskonna suhtes.

1.2. Vaimne ja sotsiaalne õpikeskkond

Õpetaja tagab innustava, koostööle suunatud ning turvalise õppekeskkonna, kus märgatakse ja tunnustatakse õpilase pingutusi ning edasiminekut. Sõbralik õhkkond ja üksteise aitamine loovad tingimused, et õpilased saavad pühenduda õppimisele ning tekkinud raskuste ületamisele. Oluline on demokraatlikule ühiskonnale omaste väärtuste kujundamine. Aktsepsitakse eri seisukohtade

olemasolu, arutletakse nende üle ning hinnatakse neid, lähtudes tõenduspõhistest faktidest ning demokraatliku ühiskonna aluspõhimõtetest. Õpilased kaasatakse õppe kavandamisse ning õppele hinnangu andmisse.

Õpitakse võimalikult mitmekesistes keskkondades, sh looduskeskkonnas, muuseumides, looduskoolides, teadushuvihariduskeskustes, ettevõtetes jm. Kasutatakse kõrgkoolide pakutavaid võimalusi, näiteks laborid, kursused jms. Õppes rakendatakse nüüdisaegseid õppematerjale ja digivahendeid ning e-õppe keskkondi, mis toetavad ühtlasi õpilaste digipädevuse arengut.

Praktiliste tööde tegemiseks on vaja katsevahendeid ja -materjale ning nende säilitamise tingimusi, samuti klassiruumi spetsiaalsete laudadega. Õpilased peavad saama kasutada sooja vett, valamuid ja elektripistikuid. Õpetajal on vaja näitvahendeid ja tehnilisi võimalusi nende kasutamiseks.

Praktiliste tööde korraldamiseks jagatakse suured klassid võimaluse korral väiksemateks rühmadeks. Tuleb tagada laboritööde tegemise ohutus ja tulemuslikkus.

1.3. Hindamise korraldus

Hindamine on õppe osa, mille kaudu toetatakse õpilase õppimist ja arengut. Hindamisel saadakse ülevaade õpitulemuste saavutatusest ja õpilase isikupärasest arengust ning toetatakse selle kaudu õpilase kujunemist positiivse minapildi ja adekvaatse enesehinnanguga ennastjuhtivaks õppijaks. Hindamise tulemusega saab õppija tagasisidet oma edenemise kohta õppimisel ja õpistrateegiate valikuteks. Õpetaja saab teavet oma õpetamise tulemuslikkuse kohta ning sisendit nii õppe kui ka iseenda pädevuste arendamiseks.

Õpilast hinnatakse õppimise kestel kujundavalt, teemade lõpul kokkuvõtlikult ning kursuste ja kooliastme lõpus kokkuvõtvalt. Hindamine peab olema kooskõlas taotletavate õpitulemustega. Seda aitavad tagada mitmekesised hindamismeetodid, et toetada õpilase teadmiste ning eri oskuste ja hoiakute arengut.

Diagnostiliselt hinnates selgitab õpetaja kursuse või teema alguses õpilase tugevad ja nõrgad küljed, sh loodusteaduslikud väärarusaamad ning spetsiifilised õpiraskused, et kavandada edasist õpetamist. Õppe ajal saab õpilane suulist või kirjalikku sõnalist tagasisidet oma õppimise edenemise kohta. Kirjaliku tagasiside annab õpetaja jooksvalt suuremahulise töö, näiteks õpimapi, essee, uurimistöö jne edasiarendamiseks.

Hindamist kasutatakse õppimise osana, kui õpilased enda või kaaslaste tehtud tööd kokkulepitud kriteeriumide põhjal hindavad. Selle käigus õpivad õpilased oma vigu märkama ja neid analüüsima. Õpilased arutlevad iseseisvalt, rühmas või koos õpetajaga õppimise üle – mis läks töös hästi ja mida saaks järgmisel korral paremini teha. E-keskkondade, klassiarutelu vms kaudu annavad õpilased tagasisidet õpetajale selle kohta, kuidas neil läheb ning kuidas oleks parem õppida.

Hindamise muudavad läbipaistvaks hindamiskriteeriumid ehk hindamismudelid. Need on eriti vajalikud avatud ja/või loovat mõtlemist nõudvate õppeülesannete edukaks sooritamiseks (uurimistööd, ettekanded, esseed, vaatmikud, õpilaste koostatud loodusteaduslikud mudelid jms). Hindamismudelid muudavad õpilasele arusaadavamaks õpetaja ootused, võimaldavad tal enda õppimist juhtida ning anda edasiviivat tagasisidet kaaslastele. Lisaks aitavad need õpetajal panna kokkuvõtvat hinnet, kui töö on valmis, ning õpilane saab paremini aru, kuidas hinne kujunes.

Hindamisviiside ja -vormide valikul arvestatakse seda, et gümnaasiumis suureneb keerukamate ning suuremat pingutust nõudvate teadmiste ja oskuste osakaal. Hinnatakse probleemide lahendamise, analüüsimise, järelduste, üldistuste ja otsuste tegemise ning põhjendamise oskust jms.

Lisaks testidele ja kontrolltöödele hinnatakse esitlust, vaatmikku, uurimistöö aruannet, esseed,

koostatud loodusteaduslikku mudelit, sh mõistekaarti, kollektiooni, videot, õpimappi, projektitöö käigus väljatöötatud disaini või lahendust vm. Uurimisotsuse hinnatakse ka osaoskustena, milleks on uurimisküsimuse esitamine või katse kavandamine etteantud situatsiooni või katsevahendite põhjal, järelduste tegemine etteantud andmete alusel, korraldatud katse kvaliteedi ja tulemuste kriitiline hindamine, ettepanekute tegemine katsetulemuste usaldusväärsuse tõhustamiseks ning kehtivate järelduste saamiseks.

Hoiakute ning väärtushinnangute kujundamisel on tähtsal kohal õpilase enesehindamine. Õpilase hoiakud ja väärtushinnangud ei ole otseselt kokkuvõtva hindamise objektiks. Neid hinnatakse õpilase oskuse kaudu väärtusi mõtestada, st nende üle arutleda, neid põhjendada ning õigustada isiklikust või teiste vaatenurgast lähtudes.

Probleemülesannete korral on hindamise kriteeriumid lahenduse otstarbekohasus ja põhjenduste arv ning sotsiaalsete, eetiliste, majanduslike jm aspektide esiletoomine, originaalsus, loogilisus ja korrektse loodusteadusliku sõnavara kasutamise määr. Loodusteadusesse puhul on hindamise kriteeriumid probleemiseade selgus, näidete ja põhjenduste arv ning loogilisus, korrektsete loodusteaduslike mõistete kasutamise määr, järelduste kehtivus, teksti osade üldine sidusus ning autori mõtete originaalsus.

1.4. Bioloogia

1.4.1. Õppeaine kirjeldus

Gümnaasiumi bioloogia tugineb põhikooli bioloogia õppimise ajal omandatud teadmistele, oskustele ja hoiakutele ning seostub gümnaasiumi keemias, geograafias, füüsikas, matemaatikas ja teistes õppeainetes õpitavaga. Selle kaudu omandab õpilane positiivse hoiaku kõige elava ja ümbritseva suhtes ning õpib väärtustama vastutustundlikku ja säästvat eluviisi. Bioloogias omandatud teadmised, oskused ja hoiakud lõimitult teistes õppeainetes omandatuga

on alus sisemiselt motiveeritud elukestvaks õppeks. Bioloogiat õppides saab õpilane tervikülevaate elu mitmekesisuse, organismide ehituse ja talitluse, pärilikkuse, evolutsiooni, ökoloogia ning keskkonnakaitse ja rakendusbioloogia alustest. Seejuures saab õpilane ülevaate ka bioloogiateaduse peamistest seaduspärasustest, teooriatest ja tulevikusuundumustest ning nende kasutusalaadest ja erialadest, mis aitab tal valida elukutset.

Bioloogiateadmised ja -oskused omandatakse loodusteaduslikule meetodile tuginevate uurimis- ja probleemülesannete või praktiliste tööde kaudu, õpetaja esitlusele ja videotele järgnevate arutelude või rühmatööde ning töölehtede kaudu. Olulisel kohal on uurimistulemuste suuline ja kirjalik esitamine, kaasates info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) võimalusi: esitluse, mõistekaardi, plakati, veebitahvli, veebipõhise õppemängu jms koostamine peamiselt ühistööd võimaldavates programmides, heli- või videofaili loomine. Selle käigus saavutab õpilane erinevate, sh elektroonsete teabeallikate rakendamise ning neis leiduva teabe tõepärasuse hindamise oskuse. Võimalusel kasutatakse õuesõpet ja õppekäike. Seejuures omandab õpilane igapäevaeluga seonduvate probleemide lahendamise ja pädevate otsuste langetamise oskused, mis suurendavad tema toimetulekut loodus- ja sotsiaalkeskkonnas. Igapäevaprobleemide lahendamiseks pööratakse tundes tähelepanu ja arutletakse nende teaduslike, majanduslike, sotsiaalsete ja eetilismoraalsete aspektide ning õigusaktides sätestatu üle. Kõige selle tulemusel kujuneb õpilasest aktiivne kodanikuühiskonna liige, kes oskab ja tahab keskkonnaprobleeme märgata ning nende lahendamisele adekvaatselt kaasa aidata.

1.4.2. Bioloogia I kursus „Rakud ja organismid“ õpitulemused ja õppesisu

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) seostab eluslooduse organiseerituse tasemeid elu tunnustega ning kirjeldab neid uurivaid bioloogia haruteadusi ja elukutseid; 2) kavandab ja teeb eksperimente lähtuvalt loodusteaduslikust meetodist; 3) analüüsib loodusteadusliku meetodi rakendamise seotud tekste ning annab neile põhjendatud hinnanguid.	Bioloogia uurimisvaldkonnad Elu tunnused, elus- ja eluta looduse võrdlus. Eluslooduse organiseerituse tasemed ning nendega seotud bioloogia haruteadused ja vastavad elukutsed. Eluslooduse molekulaarset, rakulist, organismilist, populatsioonilist ja ökosüsteemilist organiseerituse taset iseloomustavad elu tunnused. Loodusteadusliku uuringu kavandamine ja läbiviimine ning tulemuste analüüsimine ja esitamine. Loodusteadusliku meetodi rakendamine, lahendades bioloogiaalaseid ja igapäevaeluga seotud probleemülesandeid. Põhimõisted: biomolekulid, organell, kude, rakk, organ, organism, populatsioon, kooslus, ökosüsteem, biosfäär, hüpotees, molekulaarbioloogia, histoloogia, tsütoloogia, anatoomia, füsioloogia. Praktilised tööd: 1) väikesemahulise uurimistöö tegemine, et saada ülevaadet loodusteaduslikust meetodist. Lõiming: Loodusteaduslikud uurimismeetodid (vaatlus, katse) on kõikides loodusainetes (sh füüsika, keemia ja geograafia) rakendatavad ja seega on need olulisteks lõimingu toetamise viisideks. Seos geograafia ja keemiaga: loodusteadustega seotud elukutsed ja haruteadused. Lisaks saab bioloogia tunde lõimida keele ja kirjanduse, sh võõrkeeltega. Bioloogiaalaste artiklitega töötamine arendab õpilaste teksti mõistmise ja analüüsimise oskusi. Erinevaid esitlusi ning ettekandeid (poster, PowerPoint ettekanne vms) luues kujundatakse oskust end selgelt ja asjakohaselt väljendada nii suuliselt kui ka kirjalikult. Õpilastes arendatakse oskust hankida teavet erinevatest allikatest (sh võõrkeelsed allikad) ning kasutades erinevaid võõrkeelseid tööriistu (nt <i>Google Scholars</i>) ning allikate usaldusväärsust kriitiliselt hinnata. Bioloogia tundides uurimusliku õppe või ka probleemipõhise õppe rakendamisel saab luua mitmeid lõimingu kohti matemaatikaga. Siia kuuluvad andmete analüüsimine ning tõlgendamine ning tulemuste esitamine tabelite ja graafikutena. Loodusteaduste seoseid uurides rakendatakse matemaatilisi mudeleid. Lisaks ka graafikute koostamine, sagedustabelite koostamine ning kirjeldav statistika (sh keskmine, mood, mediaan, standardhälve jne).

	Kunstiained toetavad uurimistulemuste vormistamist ja esitlust. Lisaks ka tundides tehtavate postrite illustreerimisel arendavad õpilased oma kunstipädevusi.
Õpilane: 1) seostab vee omadusi organismide talitlusega; 2) selgitab peamiste katioonide ja anioonide tähtsust organismide ehituses ning talitluses; 3) seostab süsivesikute, lipiidide ja valkude ehitust nende ülesannetega; 4) võrdleb DNA ja RNA ehitust ning ülesandeid.	Organismide koostis Elus- ja eluta looduse keemilise koostise võrdlus. Vee omaduste seos organismide elutalitlusega. Peamiste katioonide ja anioonide esinemine ning tähtsus rakkudes ja organismides. Biomolekulide üldine ehitus ja ülesanded. Organismides esinevate põhiliste biomolekulide – süsivesikute, lipiidide, valkude ja nukleiinhapete – ehituse ning talitluse seosed. DNA ja RNA ehituse ja ülesannete võrdlus. Vee, mineraalainete ja biomolekulide osa tervislikus toitumises. Põhimõisted: mikroelemendid, makroelemendid, sahhariidid, lipiidid, küllastunud ja küllastumata rasvhapped, proteiinid, aminohapped, denaturatsioon, renaturatsioon, ensüüm, nukleiinhapped, nukleotiid, komplementaarsus, DNA, RNA, geen, kromosoom. Praktilised tööd: 1) eri organismide keemilise koostise võrdlemine, kasutades infoallikana internetimaterjale; 2) uurimistöö temperatuuri mõjust ensüümreaktsioonile; 3) praktiline töö DNA eraldamiseks ja selle omadustega tutvumiseks. Lõiming: Bioloogia erinevate teemade (näiteks ainete transport) mõistmisel on oluline omandada teadmised lahustest ja segudest ning nende tekkimisest ja iseloomustamisest. Keemiaga lõimub organismide keemilise koostise teema, vee molekuli ehitus ja omadused, vee füüsikalised ja keemilised omadused ning vesinikside. Enam levinud katioonid ja anioonid rakus – soolade elektrolüütiline dissotsiatsioon, seda mõjutavad tegurid leiavad käsitlust nii gümnaasiumi bioloogias kui ka keemias. Oluline lõiming on orgaanilise keemia osas: sahhariidid, lipiidid, valgud, DNA ja RNA ning bioaktiivsed ained; nende ehitus ja keemilised omadused. Kunstiained toetavad uurimistulemuste vormistamist ja esitlust. Lisaks ka tundides tehtavate postrite illustreerimisel arendavad õpilased oma kunstipädevusi. Kehaline kasvatus - arutelu, kuidas tervislik toitumine ja õige toitainete tasakaal mõjutab sportlase sooritust ja taastumist

Õpilane: 1) seostab inimese epiteel-, lihas-, side- ja närvikoe rakkude ehitust nende talitlusega ning eristab vastavaid kudesid mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel; 2) võrdleb ainete aktiivset ja passiivset transporti läbi rakumembraani; 3) eristab loomaraku peamisi koostisosi mikrofotodel ja joonistel ning selgitab loomaraku osade ülesandeid raku bioloogilistes protsessides; 4) võrdleb looma-, taime- ja seeneraku ehitust ning eristab neid nähtuna mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel.	Eukarüootsed rakud Rakuteooria põhiseisukohad, selle olulisus eluslooduse ühtsuse mõistmisel. Rakkude ehituse ja talitluse omavaheline vastavus peamiste inimese kudede näitel. Päristuumse raku ehituse seos bioloogiliste protsessidega loomaraku põhjal. Rakutuuma ja selles sisalduvate kromosoomide tähtsus. Rakumembraani peamised ülesanded, ainete passiivne ja aktiivne transport. Ribosoomide, lüsoosoomide, Golgi kompleksi ja mitokondrite osa bioloogilistes protsessides. Tsütoplasma võrgustiku ja tsütoskeleti talitus. Raku ehituse ja talitluse terviklikkus, organellide omavaheline koostöö. Taime-, looma- ja seeneraku ehituse ja talitluse eripära. Põhimõisted: rakuteooria, ainurakne, hulkrakne, prokarüoot, eukarüoot, organell, rakubioloogia, kude, aktiivne transport, passiivne transport, ribosoom, lüsoosoom, mitokondr, Golgi kompleks, tsütoplasma võrgustik, tsütoplasma, tsütoskelett, rakutuum, tuumake, kromosoom, kromatiid, rakukest, vakuool, kloroplast, kromoplast, leukoplast. Praktilised tööd: 1) loomaraku osade ehituse ja talitluse seoste uurimine, sh arvutimudeli abil; 2) epiteel-, lihas-, side- ja närvikoe rakkude eristamine mikroskoobis ning nendel esinevate peamiste rakuosade kirjeldamine; 3) plastiidide mitmekesisuse kirjeldamine valgusmikroskoobiga vaatluse tulemusena. Lõiming: Füüsikaga saab lõimida osmoosi ja difusiooni, raku liikumist ja energia muundumist. Informaatikaga saab tutvustada bioinformaatika mõisteid ja selgitada, kuidas arvutid aitavad analüüsida rakubioloogilisi andmeid, näiteks genoomi järjestusi. Uurides ajaloolisi avastusi rakuteaduses, näiteks Robert Hooke'i või Anton van Leeuwenhoeke töid, mis olid olulised raku mõistmiseks (lõiming ajalooaga).
Õpilane: 1) toob näiteid mittedugulise paljunemise vormide kohta eri organismirühmadel; 2) selgitab fotode ja jooniste põhjal mitoosi- ja meioosifaasides toimuvaid muutusi ning põhjendab nende vajalikkust;	Organismi areng Suguline ja mitteduguline paljunemine eri organismirühmadel, nende erinevus. Raku muutused rakutsükli eri faasides. Kromosoomistiku muutused mitoosis ja meioosis ning nende tähtsus. Mehe ja naise sugurakkude areng ja arengut mõjutavad tegurid. Menstruaaltsükkel ja ovulatsioon. Munaraku

3) võrdleb inimese spermatogeneesi ja ovogeneesi ning analüüsib erinevuste põhjusi; 4) võrdleb ja toob näiteid otsese ja moondelise arengu kohta eri organismirühmadel; 5) selgitab olulisemaid etappe inimese embrüogeneesis; 6) analüüsib inimese vananemisega kaasnevaid muutusi raku ja organismi tasandil ning hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju elueale	viljastumine naise organismis. Erinevate rasestumisvastaste vahendite toime ja tulemuslikkus. Sugulisel teel levivad nakkused ning haiguste vältimine. Otsese ja moondelise arengu võrdlus ja näited. Inimese sünnieelses arengus (embrüogeneesis) toimuvad muutused, sünnitus. Organismide eluiga mõjutavad tegurid. Inimese vananemisega kaasnevad muutused ja surm. Põhimõisted: vegetatiivne ja generatiivne paljunemine, ontogenees, fülogenees, otsene areng, moondega areng, täismoone, vaegmoone, partenogenees, viljastumine, menstruatsioon, menopaus, menstuaaltsükkel, embrüogenees, embrüo, sügoot, moorula, blastula, blastotsüst, gastrula, platsenta, lootekestad, lootelehed, kliiniline surm, bioloogiline surm. Praktilised tööd: 1) uurimistöö keskkonnategurite mõjust pärmseente kasvule; 2) kanamuna ehituse vaatlus. Lõiming: Füüsika - füüsikalised protsessid, mis mõjutavad arengut Kehaline kasvatus - füüsiline aktiivsus ja treening arenguprotsesside mõjutajad
--	---

1.4.3. Bioloogia II kursus „Molekulaarsed protsessid“ õpitulemused ja õppesisu

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) analüüsib energiavajadust ja energia saamist autotroofidel ja heterotroofidel ning toob sellekohaseid näiteid; 2) selgitab ja väärtustab fotosünteesi eesmärgi, tulemust ja tähtsust taimedele, protsessi olulisust teistele organismidele ning kogu biosfäärile; 3) selgitab keskkonnategurite osa hingamisetaappide toimumises ning energia salvestamises; 4) toob käärimise rakendusbioloogilisi näiteid.	Organismide energiavajadus Organismide energiavajadus, energia saamise viisid autotroofsetel ja heterotroofsetel organismidel. Organismi üldine aine- ja energiavahetus. ATP universaalsus energia salvestamises ja ülekandes. Fotosünteesi eesmärk ja tulemus. Fotosünteesi valgus- ja pimedusstaadium ning neid mõjutavad tegurid. Fotosünteesi tähtsus taimedele, teistele organismidele ning biosfäärile. Rakuhingamine kui organismi varustamine energiaga. Hingamise etappideks vajalikud tingimused ja tulemused. Käärimine kui anaeroobne energia saamise protsess, selle rakenduslik tähtsus biotehnoloogias. Põhimõisted: energia, makroergiline ühend, ATP, autotroof, heterotroof, metabolism, ainevahetus, energiavahetus,

	assimilatsioon, dissimilatsioon, fotosüntees, käärimine, aeroobne hingamine, anaeroobne hingamine. Praktilised tööd: 1) fotosünteesi mõjutavate tegurite uurimine, sh arvutimudeli abil; 2) hingamise tulemuslikkust mõjutavate tegurite uurimine, sh arvutimudeli abil.
	Lõiming: Bioloogia. 8. klass: taimede tunnused ja eluprotsessid. 9. klass: mikroorganismide ehitus ja eluprotsessid. I kursus: rakuõpetus. Keemia: mõisted oksüdeerumine ja redutseerumine, molekulide struktuur, keemilised reaktsioonid (fotosüntees, hingamine, käärimine, tsitraaditsükkel, glükolüüs) ja orgaanilised ühendid. Seetõttu tuleks antud bioloogia kursus läbida alles pärast orgaanilise keemia kursuse õppimist. Füüsika: energia liigid ja energia jäävuse seadus, UV-kiirgus. Teema sobib hästi õppekava läbivate teemade "tehnoloogia ja innovatsioon" ja "keskkond ja jätkusuutlik areng" käsitlemiseks.

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite osa organismi tunnuste kujunemisel; 2) analüüsib DNA, RNA ja valkude osa päriliku info avaldumises; 3) selgitab geneetilise koodi omadusi ning nende avaldumist valgusünteesis; 4) hindab geeniregulatsiooni osa inimese ontogeneesi eri etappidel ning väärtustab elukeskkonna mõju geeniregulatsioonile; 5) toob näiteid inimese haiguste kohta, mis seostuvad geeniregulatsiooni häiretega.	Molekulaargeneetilised põhiprotsessid Organismi tunnuste kujunemist mõjutavad tegurid. Molekulaargeneetiliste põhiprotsesside (replikatsiooni, transkriptsiooni ja translatsiooni) osa päriliku info realiseerumisel. DNA ja RNA sünteesi võrdlus. Geenide avaldumine ja selle regulatsioon, geeniregulatsiooni häiretest tulenevad muutused. Geneetilise koodi omadused. Geneetilise koodi lahtimõtestamine valgusünteesis. Valgusünteesis osalevate molekulide ülesanded ning protsessi üldine kulg. Põhimõisted: nukleotiid, komplementaarsusprintsip, kromosoom, geen, genoom, genotüüp, aluspaar, replikatsioon, ensüüm, transkriptsioon, translatsioon, terminaator, promootor, valk, aminohape, peptiidside, koodon, antikoodon, geneetiline kood, mutatsioon, Downi sündroom. Praktilised tööd: 1) molekulaargeneetiliste põhiprotsesside uurimine, sh arvutimudeli abil;

	2) geneetilise koodi omaduste uurimine, sh arvutimudeli abil Lõiming: Bioloogia. Teema põhineb varasematel gümnaasiumi bioloogia tundides käsitletud teemadel: biomolekulid ja nende ehitus. Oluline on meenutada varasemalt õpitut ning seostada seda uute teadmistega ning sellega toetada õpilaste tähenduslikku õppimist. Keemia. Õpilased võiksid olla eelnevalt läbinud orgaanilise keemia kursuse, et mõista paremini nukleiinhapete ehitust. Keel ja kirjandus, sh võõrkeeled. Bioloogiaalaste artiklitega töötamine arendab õpilaste teksti mõistmise ja analüüsimise oskusi. Esitlusi ning ettekandeid (poster, referaat, PowerPoint ettekanne vms) luues kujundatakse oskust end selgelt ja asjakohaselt väljendada nii suuliselt kui ka kirjalikult. Ingliskeelsete videote vaatamine või töölehtede täitmine laiendab õpilase sõnavara ning õpetab erialast terminoloogiat. Kunst. DNA mudeli voltimisel arendavad õpilased käelisi ja kunstilisi oskusi. Teema sobib hästi õppekava läbivate teemade "tehnoloogia ja innovatsioon" ja "keskkond ja jätkusuutlik areng" käsitlemiseks.
--	--

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) iseloomustab viiruste levikut ja paljunemist ning nende organismisest toimet; 2) võrdleb bakteriraku ehitust ja talitlust päristuumsete rakkudega; 3) seostab inimesel levinumaid viirus- ja bakterhaigusi nende vältimise võimalustega ning väärtustab tervislikke eluviise ja vaktsineerimise tähtsust; 4) lahendab geenitehnoloogiliste rakenduste dilemmaprobleeme, arvestades teaduslikke, majanduslikke, eetilisi ja seadusandlikke seisukohti; 5) toob näiteid bakterite ja viiruste geenitehnoloogiliste kasutusvõimaluste, sellega seotud teadusharude ning elukutsete kohta.	Viirused ja bakterid DNA ja RNA viiruste ehituse ja talitluse mitmekesisus ning tähtsus looduses. Viiruste levik ja paljunemine. HIVi organismisest toime ning haigestumine AIDSi. Inimesel levinumad viirushaigused ning haigestumise vältimine. Eeltuumse raku ehituse ja talitluse erinevus võrreldes päristuumse rakuga. Bakterite elutegevusega kaasnev mõju loodusele ja inimtegevusele. Bakterite levik ja paljunemine. Inimese nakatumine bakterhaigustesse, selle vältimine. Viiruste ja bakterite geenitehnoloogilised kasutusvõimalused. Geenitehnoloogia rakendamise dilemmaprobleemidega kaasnevad teaduslikud, majanduslikud, eetilised ja seadusandlikud probleemid. Geneetika ja geenitehnoloogiaga seotud teadusharud ning elukutsed. Põhimõisted: viirus, viroloogia, viirusosake, virion, kapsiid, DNA-viirus, RNA-viirus, bakteriofaag, vaktsineerimine, vaktsiin, antigeen, antikeha, immuunsus, lüütiline tsükel,

	lüsogeenne tsükkel, kondüloomid, antibiootikumid, antibiootikumiresistentsus, geeniteraapia, geenitehnoloogia, biotehnoloogia, geneetiliselt muundatud organism, funktsionaalsed toiduained, bioinformaatika. Praktilised tööd: 1) bakterite kasvu mõjutavate tegurite uurimine praktilise töö või arvutimudeliga. Lõiming: Teema sobib hästi õppekava läbivate teemade "tervis ja ohutus", "tehnoloogia ja innovatsioon" ja "keskkond ja jätkusuutlik areng" käsitlemiseks.
--	---

1.4.4. Bioloogia III kursus „Pärilikkus ja evolutsioon“ õpitulemused ja õppesisu

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) toob näiteid pärilikkuse ja muutlikkuse avaldumise kohta eri organismirühmadel; 2) võrdleb mutatsioonilise ja kombinatiivse muutlikkuse tekkepõhjusi ning tulemusi;	Pärilikkus ja muutlikkus Pärilikkus ja muutlikkus kui elu tunnused. Päriliku muutlikkuse osa organismi tunnuste kujunemisel. Mutatsioonilise ja kombinatiivse muutlikkuse roll looduses (ka evolutsioonis) ning inimtegevuses.

3) analüüsib modifikatsioonilise muutlikkuse graafikuid; 4) seosta Mendeli katsetes ilmnenu fenotüübilisi suhteid genotüüpide rekombineerumisega; 5) lahendab geneetikaülesandeid Mendeli seadustest, AB0- ja reesusüsteemi vererühmadest ning suguliitelisest pärandumisest; 6) suhtub vastutustundlikult keskkonnategurite rolli inimese puuete ja haiguste tekkes.	Mittepäriliku muutlikkuse tekkemehhanismid ja tähtsus. Päriliku ja mittepäriliku muutlikkuse omavaheline seos inimese näitel. Mendeli hübriidiseerimiskatsetes ilmnenu seaduspärasused ja nende rakenduslik väärtus. Soo määramine inimesel ning suguliiteline pärandumine. Geneetikaülesanded Mendeli seadustest, AB0- ja reesusüsteemi vererühmadest ning suguliitelisest pärandumisest. Pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju inimese tervises seisundile. Geeniuuringud päriklike haiguste tuvastamisel. Põhimõisted: pärilikkus, mutatsioon, mutatsiooniline muutlikkus, kombinatiivne muutlikkus, Mendeli seadused, alleel, homosügoot, heterosügoot, dominantne alleel, retsessiivne alleel, genotüüp, fenotüüp, vererühm, intermediaarsus, polügeensus, polüalleelsus, reesuskonflikt, ristiire, aheldunud geenid, mutatsioonid, onkogeen, mutageen, kantserogeen, reaktsiooninorm, kaksikute meetod, eugeenika, epigeneetika, suguliitelised geenid, suguliitelised tunnused, suguliiteline pärandumine, autosoom. Praktilised tööd: 1) praktiline töö keskkonnategurite mõjust reaktsiooninormi avaldumisele; 2) päriliku muutlikkuse tekkemehhanismide ja avaldumise uurimine, sh arvutimudeliga Lõiming: Teema põhineb varasematel bioloogia ning teiste loodusainete tundides käsitletud teemadel. 9. klassi bioloogia pärilikkuse osa, gümnaasiumi I kursus organismide koostis (DNA ja RNA) ning II kursus (molekulaarbioloogilised protsessid). Oluline on meenutada varasemalt õpitut ning seostada seda uute teadmistega ning sellega toetada õpilaste tähenduslikku õppimist. Matemaatikaga, tõenäosus on oluline osa pärilikkuse realiseerumisel, eriti Mendeli seaduste kontekstis. Õpilased võivad kasutada tõenäosusteooria mõisteid, et ennustada järglaste fenotüüpe ja genotüüpe. Ajaloo kaudu võib õpilastele tutvustada geneetikaalaseid suuri avastusi teaduse ajaloos, nagu Mendeli katsed, DNA struktuuri avastamine jne. Teema sobib hästi õppekava läbivate teemade "elukestev õpe ja karjääri planeerimine" ja "tehnoloogia ja innovatsioon" käsitlemiseks.
---	---

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) selgitab Darwini evolutsioonikäsitlust; 2) toob näiteid loodusteaduste uuringute kohta, mis tõestavad bioevolutsiooni; 3) analüüsib ja hindab erinevaid seisukohti elu päritolu kohta Maal; 4) võrdleb loodusliku valiku vorme, nende toimumise tingimusi ja tulemusi ning toob nende kohta näiteid; 5) analüüsib ning hindab eri tegurite osa uute liikide tekkes, toob selle kohta näiteid; 6) selgitab evolutsioonilise mitmekesistumise, täiustumise ja väljasuremise tekkemehhanisme ning avaldumisvorme ja toob nende kohta näiteid; 7) võrdleb inimese eripära inimahvidega ning hindab bioloogiliste ja sotsiaalsete tegurite osa nüüdisinimese evolutsioonis; 8) suhtub kriitiliselt bioevolutsiooni pseudoteaduslikesse käsitlustesse.	Bioevolutsioon Darwini evolutsiooniteooria põhiseisukohad. Loodusteaduste uuringutest tulenevad evolutsioonitõendid. Eri seisukohad elu päritolu kohta Maal. Bioevolutsiooni varased etapid ja nüüdisaegsete eluvormide kujunemine. Olelusvõitlus, selle vormid. Loodusliku valiku vormid ja tulemused. Kohastumuste eri vormide kujunemine. Mutatsioonilise muutlikkuse, kombinatiivse muutlikkuse, geneetilise triivi ja isolatsiooni osa liigitekk. Makroevolutsiooniliste protsesside – evolutsioonilise mitmekesistumise, täiustumise ja väljasuremise – tekkemehhanismid ning avaldumisvormid. Bioevolutsioon ja süstemaatika. Evolutsiooni uurimisega seotud teadusharud ning elukutsed. Inimlaste lahknemine inimahvidest ning uute tunnuste kujunemine. Inimese perekond, selle eripära võrreldes inimahvidega. Teaduslikud seisukohad nüüdisinimese päritolu kohta. Inimese evolutsiooni mõjutavad tegurid, bioloogiline ja sotsiaalne evolutsioon. Bioevolutsiooni pseudoteaduslikud käsitlused. Põhimõisted: evolutsioon, lamarkism, muutlikkus, fossiilid, homoloogilised elundid, analoogilised elundid, mandunud elundid, olelusvõitlus, stabiliseeriv valik, suunav valik, lõhestav valik, kohanemine, kohastumine, mikroevolutsioon, makroevolutsioon, kombinatiivne muutlikkus, geenivool, geneetiline triiv, mutatsioon, mutageen, pudelikaelaefekt, rajaja- ehk asutajaefekt, geograafiline isolatsioon, bioloogiline isolatsioon, ajaline isolatsioon, käitumuslik isolatsioon, mehhaaniline isolatsioon, takson, taksonoomia, primaat, nüüdisinimene, fülogeneesipuu, paleontoloogia, kreatsioonism. Praktilised tööd: 1) olelusvõitluse tulemuste uurimine arvutimudeliga; Lõiming: Teema põhineb varasemal evolutsiooni käsitlemisel bioloogias ning teiste loodusainete tundides. Näiteks 7. klassi bioloogia temaga organismide põlvnemine ja selgroogsete evolutsioon. Lisaks ka 8. klassi bioloogia temadega evolutsioon ja liikide tekkimine ning taimeriigi evolutsioon. Töö tekstidega (sh loodusteadusliku teksti koostamine) toetavad emakeelset eneseväljendust.

	Uurimistulemuste vormistamine ja esitluste (sh postrite), skeemide koostamine ja õpitava visualiseerimine haakub gümnaasiumi kursusega "Kunst ja visuaalkultuur". Teemakohaste materjalide otsimine, ingliskeelsete videote vaatamine ja analüüs toetavad inglise keele (jt võõrkeelte) õppimist. Evolutsiooniteooria õppimine ja inimarengu teemade üle arutamine aitab kaasa kultuurilise identiteedi ja sallivuse kujundamisele ning on seotud õppekava läbiva teemaga "kultuuriline identiteet". Digivahendite kasutamine õppeprotsessis toetab digipädevute arendamist. Evolutsiooni tõendamisel ja organismide põlvnemise selgitamisel kasutatakse tänapäevaseid kõrgtehnoloogilisi meetodeid, mille tundmaõppimine seostub läbiva teemaga "tehnoloogia ja innovatsioon".
--	---

1.4.5. Bioloogia IV kursus „Inimene ja keskkond“

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) seostab inimese närvisüsteemi osi nende talitlusega; 2) selgitab ja analüüsib eri tegurite mõju närviimpulsi tekkes ja levikus; 3) seostab närvisüsteemiga seotud levinumaid puudeid ja haigusi nende põhjustega ning väliste ilmingutega; 4) seostab siseseretsiooninäärmete ja nende eritavate hormoonide rolli inimese talitluste regulatsioonis ning selgitab selle seost neuraalse regulatsiooniga; 5) selgitab inimorganismi kaitseüsteeme ja vaktsineerimise tähtsust; 6) selgitab vere püsiva koostise tagamise mehhanisme ja selle tähtsust; 7) analüüsib inimese energiavajadust ning termoregulatsiooni mehhanisme	Inimese talitluse regulatsioon Inimese närvisüsteemi üldine ehitus ja talitus. Närviimpulsi moodustumist ja levikut mõjutavad tegurid. Keemilise sünapsi ehitus ning närviimpulsi ülekanne. Refleksikaar ning erutuse ülekanne lihasesse. Närviimpulsside toime lihaskoele ja selle regulatsioon. Peaaju eri osade ülesanded. Kaasasündinud ja omandatud refleksid. Inimese närvisüsteemiga seotud levinumad puuded ja haigused ning närvisüsteemi kahjustavad tegurid. Elundkondade talitluse neuraalne ja humoraalne regulatsioon. Inimese sisekeskkonna stabiilsuse tagamise mehhanismid. Ülevaade inimorganismi kaitsemehhanismidest, immuunsüsteemist ja levinumatest häiretest. Seede-, eritus- ja hingamiseldukonna talitus vere püsiva koostise tagamisel. Inimese energiavajadus ning termoregulatsioon. Põhimõisted: neuraalne regulatsioon, humoraalne regulatsioon, hormoonid, insuliin, refleks, refleksikaar, sünap, neuron, akson, dendriit, mediaator, närviimpulss, kesknärvisüsteem, piirdenärvisüsteem, somaatilise närvisüsteem, autonoomne närvisüsteem, homöostaas,

	osmoregulatsioon, termoregulatsioon, positiivne tagasiside ja negatiivne tagasiside, immuunsüsteem. Praktilised tööd: 1) närviimpulsi teket ja levikut mõjutavate tegurite uurimine, sh arvutimudeli abil; 2) uurimistöö väliste ärritajate mõjust reaktsiooniajale; 3) uurimistöö füüsilise koormuse mõjust organismi energiavajadusele (südame ja kopsude talitlusele). Lõiming: Teema põhineb varasematel bioloogia ning teiste loodusainete tundides käsitletud teemadel. Oluline on meenutada varasemalt 9 klassis õpitut (seoses närvi-, immuunsüsteemiga, sisenõrenäärmetega) ning seostada seda uute teadmistega ning sellega toetada õpilaste tähenduslikku õppimist. Keemiaga, selgitades ensüümide (valgud) ja hormoonide (näiteks steroidhormoonid) keemilist ehitust. Kehaline kasvatus, arutledes füüsilise aktiivsuse mõju inimese energiavajadusele. Psühholoogiaga, uurides, kuidas stress ja emotsioonid mõjutavad närvisüsteemi ja vaimset tervist. Teema sobib hästi õppekava läbivate teemade " tervis ja ohutus" ja "elukestev õpe ja karjääri planeerimine" käsitlemiseks.
--	--

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) analüüsib abiootiliste ja biootiliste keskkonnategurite mõju graafikuid ning toob näiteid nende rakendusvõimaluste kohta; 2) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte toitumissuhete kohta ökosüsteemis; 3) selgitab iseregulatsiooni kujunemist ökosüsteemis ja seda ohustavaid tegureid; 4) toob näiteid organismide kooseluvormide kohta ja analüüsib nende toimimist; 5) koostab ja analüüsib ökosüsteemi (nt biosfääri jt) läbiva energiavoo skemaatilisi jooniseid ning lahendab ökopüramiidi reegli ülesandeid.	Ökoloogia Abiootiliste keskkonnategurite mõju organismide elutegevusele. Keskkonnateguri toime graafiline kujutamine ning selle põhjal järelduste tegemine. Ökosüsteemi struktuur ning selles esinevad vastastikused seosed. Toiduahela peamiste lülide – tootjate, tarbijate ja lagundajate – omavahelised toitumissuhted. Iseregulatsiooni kujunemine ökosüsteemis ning seda mõjutavad tegurid. Organismide kooseluvormid. Ökoloogiline püramiid ja selle vormid. Ökopüramiidi reegli ülesannete lahendamine. Biosfääri läbiv energiavoog kui Maal eksisteeriva elu alus. Põhimõisted: ökoloogia, ökosüsteem, kooslus, populatsioon, keskkond, abiootilised keskkonnategurid, biootilised keskkonnategurid, antropogeensed tegurid, ökonisš, mutualism, parasitism, konkurents, taimetoiduline (herbivoor), loomtoiduline (karnivoor), segatoiduline (omnivoor), koevolutsoon, tootja, tarbija, lagundaja,

	toiduahel, toiduvõrk, primaarproduktsoon e esmastoodang, brutoproduktsoon e kogutoodang, looduse iseväärtus. Praktilised tööd: 1) uuring abiootiliste tegurite mõjust populatsioonide arvule või arvukusele; 2) ökosüsteemi iseregulatsiooni uurimine, sh arvutimudeli abil. Lõiming: III kooliastmes on ökoloogiat käsitletud 8. klassi bioloogias. Põhiteadmised ökoloogiast on vajalikud keskkonnaprobleemide mõistmiseks, mida lisaks käesolevale kursusele õpitakse geograafia III kursusel. Teema sobib hästi õppekava läbivate teemade "keskkond ja jätkusuutlik areng" ja "elukestev õpe ja karjääri planeerimine" käsitlemiseks.
--	---

Õpitulemused:	Õppesisu
Õpilane: 1) analüüsib inimtegevuse osa liikide hävimises ning suhtub vastutustundlikult enda tegevusesse looduskeskkonnas; 2) selgitab elurikkuse kaitse olulisust ning väärtustab iga inimese vastutust selle eest, näitab üles ühiskondlikku aktiivsust, mis tugineb loodusteaduslikel teadmistel; 3) teadvustab looduse, tehnoloogia ja ühiskonna vastastikuseid seoseid ning põhjendab kestliku arengu tähtsust isiklikul, kohalikul, riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil, teadvustab rohepöörde olulisust; 4) selgitab Eesti looduskaitse seaduses esitatud kaitstavate loodusobjektide jaotust ning toob nende kohta näiteid; 5) lahendab kohalikele näidetele tuginevaid keskkonna dilemmaprobleeme, arvestades teaduslikke, majanduslikke, eetilisi ja seadusandlikke seisukohti.	Keskkonnakaitse Liikide hävimist põhjustavad antropogeensed tegurid ning liikide kaitse võimalused. Bioloogilise mitmekesisuse e elurikkuse kaitse vajadus ja meetmed. Loodus- ja keskkonnakaitse nüüdisaegsed suunad Eestis ning maailmas. Kliimanetraalsus, rohepööre, rohetehnoloogia. Kohanemine kliimamuutustega. Eesti keskkonnapoliitikat kujundavad rahvusvahelised kokkulepped ja riigisisised meetmed. Säästva arengu strateegia rakendamine isiklikul, kohalikul, riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil. Looduskaitse seadus ja looduskaitse korraldus Eestis. Teaduslike, majanduslike, eetilisi-moraalsete seisukohtade ning õigusaktide arvestamine, lahendades keskkonna dilemmaprobleeme ning langetades otsuseid. Kodanikuaktiivsusele tuginevad loodus- ja keskkonnakaitse suundumused ning meetmed. Põhimõisted: bioloogiline mitmekesisus ehk elurikkus, looduskaitse, pärandkooslus, loodusreservaat, sihtkaitsevöönd, keskkonnakaitse, kaitseala, säästev areng, punane raamat, kõrbestumine, eutrofeerumine, kasvuhoonegaasid, võõrliik, invasiivne liik, rohepööre, kliimanetraalsus, rohetehnoloogia. Praktilised tööd:

	1) väikesemahuline uuring säästva arengu strateegia rakendamises kohalikul tasandil; 2) isikliku igapäevase tegevuse analüüs seoses vastutustundliku ja säästva eluviisiga. Lõiming: III kooliastmes on keskkonnakaitset käsitletud 8. klassis. Gümnaasiumis lõimub valdkond otseselt geograafia III kursusega "Loodusvarade majandamine ja keskkonnaprobleemid", aga ka keemia III kursusega "Orgaanilised ained" ning I kursuse ("Keemia alused") teemaga "Keemia kui teadus ja selle areng" (nt põlevkivikeemia, puidukeemia jmt). Keskkonnaga seotud dilemmaprobleemide lahendamine haakub gümnaasiumi ühiskonnaõpetuse kursusega, kus käsitletakse ühiskonna toimimist ja jätkusuutlikku arengut. Teema sobib läbivate teemade "väärtused ja kõlblus", "keskkond ja jätkusuutlik areng" ja "kodanikualgatus ja ettevõtlikkus" käsitlemiseks.
--	--

1.5. Füüsika

1.5.1. Õppeaine kirjeldus

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

Gümnaasiumi füüsikaõppe eesmärk on jagada vajalikke füüsikateadmisi tulevasele kodanikule, kujundada temas keskkonna- ja ühiskonnahoidlikke ning jätkusuutlikule arengule orienteeritud hoiakuid. Gümnaasiumis käsitletakse füüsikalisi nähtusi süsteemselt, arendades terviklikku ettekujutust loodusest ning pidades tähtsaks olemuslikke seoseid tervikpildi osade vahel. Võrreldes põhikooliga tutvutakse sügavamalt erinevate vastastikmõjude ja nende põhjustatud liikumisvormidega ning otsitakse liikumisvormide vahel seoseid. Õpilaste kriitilise ja süsteemmõistelise mõtlemise arendamiseks lahendatakse füüsikaliselt eri aine- ja eluvaldkondades esinevaid probleeme, plaanitakse ning korraldatakse eksperimente, kasutades loodusteaduslikku uurimismeetodit. Ülesandeid lahendades on lubatud kasutada valemite lehti, pidades olulisemaks valemite füüsikalise sisu mõistmist ja õiges kontekstis rakendamist kui valemite pähe tuupimist.

Õppes kujundatakse väärtushinnangud, mis määravad õpilaste suhtumise füüsikasse kui kultuurifenomeni, avavad füüsika rolli tehnikas, tehnoloogias ja elukeskkonnas ning ühiskonna jätkusuutlikus arengus. Gümnaasiumi füüsikaõppes taotletakse koos teiste õppeainetega õpilastel nüüdisaegse tervikliku maailmapildi ja keskkonda säästva hoiaku ning analüüsisioskuse kujunemist.

Gümnaasiumi füüsikaõppes kujundatavad üldoskused erinevad põhikooli füüsikaõppes saavutatavaist deduktiivse käsitusviisi ulatuslikuma rakendamise ning tehtavate üldistuste laiemast kehtivuse poolest. Füüsikaõpe muutub gümnaasiumis spetsiifilisemaks, kuid samas seostatakse füüsikateadmised tihedalt ja kõrgemal tasemel ülejäänud õppeainete teadmistega ning põhikoolis õpituga.

Gümnaasiumi füüsikaõpe koosneb viiest kohustuslikust kursusest ning kahest valikkursusest. Esimeses kursuses „Füüsika meetod. Kinemaatika“ seletatakse, mis on füüsika, mida ta suudab, mille poolest eristub füüsika teistest loodusteadustest ning mil viisil ta nendega seotud on. Süvendatakse loodusteadusliku meetodi rakendamist, avardades teadmisi ja oskusi mõõtmisest kui eksperimentaalteaduste alusest.

Teises kursuses „Dünaamika“ avatakse mehaaniliste mudelite keskne roll loodusnähtuste kirjeldamisel ja seletamisel. Kuna kogu nüüdisaegses füüsikas domineerib vajadus arvestada aine ja välja erisusi, käsitletakse kolmandas kursuses „Elektromagnetism“ elektromagnetvälja näitel väljade kirjeldamise põhivõtteid ning olulisemaid elektrilisi ja optilisi nähtusi.

Neljandas kursuses „Energia“ vaadeldakse keskkonda energeetilisest aspektist. Käsitletakse alalis- ja vahelduvvoolu ning soojusnähtusi, ent ka mehaanilise energia, soojusenergia, elektrienergia, valgusenergia ja tuumaenergia omavahelisi muundumisi.

Viiendas kursuses „Mikro- ja megamaailma füüsika“ arutletakse füüsikaliste seaduspärasuste ning protsesside üle mastaapides, mis erinevad inimese karakteristikust mõõtmest (1 m) rohkem kui miljon korda. Kolme viimase kohustusliku kursuse läbimise järjestuse määrab õpetaja. Praktiliste tegevuste loetelus on esitatud üldisemad teemad, millest õpetaja kavandab kas praktilistel töödel, IKT-l, näit- või osaluskatsetel põhinevad tegevused.

Ainekavas kirjeldatud valikkursus võimaldavad omandada eelkõige „Dünaamika“, „Elektromagnetism“ ja „Energia“ kursuse õppesisu laiemalt ning sügavamalt. Kursus „Füüsika ja tehnika“ süvendab õpilaste teadmisi, tuues esile füüsika tehnilisi rakendusi.

Kooliastme teadmised, oskused ja hoiakud

Õpilane:

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

Hindamine

Hindamine on õppe osa, mille kaudu toetatakse õpilase õppimist ja arengut. Hindamine peaks muutma õppimise nähtavaks ehk see peaks andma ülevaate õpitulemuste saavutatusest ja õpilase isikupärasest arengust ning toetatama tema kujunemist positiivse minapildi ja adekvaatse õppijaks. Hindamise tulemusega saab õppija tagasisidet oma edenemise kohta õppimisel ja õpistrateegiate valikuteks. Õpetaja saab teavet oma õpetamise tulemuslikkuse kohta ning sisendit nii õppe kui ka iseenda pädevuste arendamiseks.

Õpilast hinnatakse õppimise eel diagnostiliselt ja kestel kujundavalt. Õppimise protsessi käigus kogutakse tõendeid õpilase õpitulemuste saavutamise kohta. Õpilast hinnatakse kokkuvõtvalt kursuse ning kooliastme lõpus. Hindamine peaks olema kooskõlas taotletavate õpitulemustega, mida aitavad tagada mitmekesised hindamismeetodid, et toetada õpilase loodusteadusliku pädevuse (teadmised, oskused, hoiakud), arengut.

Diagnostiliselt hinnates selgitab õpetaja kursuse või teema alguses välja õpilase teemakohased eelteadmised, sh loodusteaduslikud väärarusaamad ning spetsiifilised õpiraskused, et kavandada edasist õpetamist. Diagnostiliseks hindamiseks sobib nii õpilaste suuline kui kirjalik küsitlemine, õpilaste enesehindamise küsimustikud, mis aitavad neil välja selgitada oma eelteadmisi ja ootusi õppeaine suhtes.

Õppe ajal saab õpilane suulist või kirjalikku sõnalist tagasisidet oma õppimise edenemise kohta. Kirjaliku tagasiside annab õpetaja jooksvalt suuremahulise töö korral. Hindamismudeli kriteeriumid võivad hõlmata nii protsessi, õppimise saadust kui ka otseselt õpilase teadmisi, oskusi ja hoiakuid.

Hindamismudelid muudavad õpilasele arusaadavamaks õpetaja ootused, võimaldavad tal enda õppimist juhtida ning anda edasiviivat tagasisidet kaaslastele, mida tuleks vaadelda samuti õppimise osana, kuna selle käigus õpivad õpilased oma vigu märkama ja neid analüüsima. Lisaks aitavad need õpetajal panna kokkuvõtvalt hinnet, kui töö on valmis, ning õpilane saab paremini aru, kuidas hinne kujunes.

Hindamise osana võib käsitleda ka õpilaste enese- ning rühmarefleksiooni. Näiteks arutlevad õpilased iseseisvalt, rühmas või koos õpetajaga oma õppimise üle – mis läks töös hästi ja mida saaks järgmisel korral paremini teha.

Hindamisviiside ja -vormide valikul arvestatakse seda, et gümnaasiumis suureneb keerukamate ning suuremat pingutust nõudvate ning kõrgemat järku kognitiivset mõtlemist nõudvate teadmiste ja oskuste osakaal. Nii kujundavalt kui kokkuvõtvalt hinnatakse probleemide lahendamise, analüüsimise, järelduste, üldistuste ja otsuste tegemise ning põhjendamise oskust jms. Lisaks testidele ja kontrolltöödele hinnatakse kokkuvõtvalt esitlust, esseed, koostatud loodusteaduslikku mudelit, sh mõistekaarti, kollektsiooni, videot, projektitöö käigus väljatöötatud disaini või lahendust vm. Ka hinnatakse uurimisoskusi, milleks on uurimisküsimuse esitamine või katse kavandamine etteantud situatsiooni või katsevahendite põhjal, järelduste tegemine etteantud andmete alusel, korraldatud katse kvaliteedi ja tulemuste kriitiline hindamine, ettepanekute tegemine katsetulemuste usaldusväärsuse tõhustamiseks ning kehtivate järelduste saamiseks.

Hoiakute ning väärtushinnangute kujundamisel on tähtsal kohal õpilase enesehindamine. Õpilase hoiakud ja väärtushinnangud ei ole otseselt kokkuvõtva hindamise objektiks. Küll aga saab kokkuvõtvalt hinnata õpilase oskust väärtusi mõtestada, st nende üle arutleda, neid põhjendada ning õigustada isiklikust või teiste vaatenurgast lähtudes.

I kursus Füüsika meetod. Kinemaatika

Teema: Füüsika. Teadusmeetod. Mõõtmine	
Õpitulemused Õpilane: - selgitab loodusteadusliku meetodi olemust ja teab, et katsetulemusi üldistades jõutakse mudelini; - põhjendab mõõteseaduse vajalikkust üldaktseptitavate mõõtmistulemuste saamiseks; - mõistab mõõdetava suuruse ja mõõtmistulemuse suuruse väärtuse erinevust; - teab ja rakendab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ning nende mõõtühikuid; - teab, et korrektne mõõtetulemus sisaldab ka määramatust, ning kasutab mõõtmisega kaasnevat mõõtemääramatust hinnates standardhälvet.	Õppesisu: Füüsika kui loodusteadus. Teadusmeetod (loodusteaduslik meetod). Mudelid ja nende piiratus. Füüsikalise mudeli loomine. Mudeli järeltule kontroll ning mudeli areng. Loodusseadused ja üldprintsibid. Põhjuslikkus ja juhuslikkus füüsikas. Mõõtmine. Mõõtühikud. SI. Mõõtetulemus. Mõõtemääramatus ning selle hindamine. Mõõteseadus.
	Lõiming: Horisontaalne: mõõtmine, andmete esitus ja töötlus on aineteüleline oskus. Lõimub matemaatika, keemia, sotsiaalteadustega. Praktiliste või andmetöötlust nõudvate uurimistööde vormistamine. Vertikaalne: varem on õpilased õppinud mõõtmiste aluseid (otsene, kaudne mõõtmine, mõõtetulemus, ühiku olulisus) ja määramatuse mõistet 7. klassi loodusõpetuses. Järgmistes kursustes, teistes loodusainetes ja UPT sooritamisel on vaja praktiliste uurimuste sooritamisel rakendada suurt osa selles peatükis õpitust.

Teema: Kinemaatika, liikumise kirjeldamine. Vektorid.

Õpitulemused:

Õpilane:

- teab, et keha liikumist iseloomustab kiirus, ning toob näiteid liikumise suhtelisuse kohta;
 - analüüsib teepikkuse, kiiruse ja kiirenduse graafikuid;
 - eristab skalaarseid ja vektoriaalseid füüsikalisi suurusi ning toob nende kohta näiteid;
 - selgitab füüsikaliste suuruste (kiirus, kiirendus, teepikkus ja nihe) tähendusi ning nende suuruste mõõtmise viise;
- 5) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}; s = x - x_0; a = \frac{v - v_0}{t};$$

$$x = x_0 + vt; s = v_0 t + \frac{at^2}{2}; s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}.$$

Õppesisu:

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

Lõiming: Horisontaalne - liikluses toimuv, näiteks õige sõidukiiruse valimine, pikivahe hoidmine on aluseks ohutule sõidustiilile; spordis soorituse analüüs; geograafia - liustike liikumiskiiruste muutused seoses kliima soojenemisega.

Vertikaalne - Õpilased on lahendanud varasemas kooliastmes peamiselt ühtlase sirgjoonelise liikumise ülesandeid, mitteühtlase liikumise korral arvutanud keskmist kiirust. Liikumise kirjeldamisel on kasutatud taustkeha mõistet.

Kinemaatika teadmisi rakendatakse mehaanika ja elektromagnetismi kursustes ehk siis kehade ja aineosakeste liikumise kvantitatiivsel kirjeldamisel.

Teema: Ringliikumine.

Õpitulemused:

Õpilane:

Õppesisu:

- uurib ühtlast sirgjoonelist liikumist ja ühtlaselt muutuvat sirgjoonelist liikumist ning analüüsib saadud tulemusi; - analüüsib teepikkuse, kiiruse ja kiirenduse graafikuid; - uurib ringliikumist, mõõtes ja arvutades füüsikalisi suursi: pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus ja kesktõmbekiirendus; - rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $\omega = \frac{\varphi}{t}; v = \omega r; \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ $a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$	Tiirlemine ja pöörlemine. Ühtlase ringjoonelise liikumise kirjeldamine. Pöördenurk. Nurga ühikud. Joonkiirus ja nurkkiirus. Periood ja sagedus. Kesktõmbekiirendus. Orbitaalliikumine. Lõiming: : horisontaalne: sport, näiteks heite- või reketialades on oluline joonkiiruse ja raadiuse omavaheline seos, et sooritada vajaliku kiirusega heide või löök; sport ja liiklus, näiteks kurvis liikumiskiiruse valik. Majapidamises, näiteks akutrelli, pesumasina pöörete arv. Vertikaalne: ringliikumise kinemaatika teadmisi läheb hiljem vaja dünaamika kursuses kesktõmbejõu kirjeldamisel ja sellega seotud nähtuse, näiteks orbitaalliikumise seletamisel. Elektromagnetismis rakendatakse kesktõmbekiirenduse seost magnetväljas tiirleva laetud osakese trajektoori raadiuse, kiiruse või laengu leidmiseks.
--	--

II kursuse Dünaamika

Teema: Vastastikmõju ja jõud.	
Õpitulemused: Õpilane: - kasutab jõudu kui vektorsuurst kehavevahelist vastastikmõju analüüsid, oskab graafiliselt ja analüütiliselt leida kehale mõjuvat resultantjõudu; - rakendab Newtoni seaduseid probleemülesandeid lahendades ja igapäevaelu situatsioone analüüsid; - analüüsib orbitaalliikumist, kasutades inertsit ja kesktõmbejõu mõistet;	Õppesisu: Vastastikmõjud ja jõud. Newtoni seadused. Inerts. Resultantjõud. Gravitatsiooniseadus. Orbitaalliikumine. Raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon. Kaalutus. Hooke'i seadus. Jäikus. Hõõrdumine. Hõõrdetegur. Liugehõõre ja seisuhõõre.

- kasutab gravitatsiooneadust ja raskusjõu, keha kaalu ja toereaktsiooni mõistet probleemülesandeid lahendades; - kavandab ja teeb katsed jääkuse ja hõõrde teguri määramiseks ning analüüsib katsete tulemusi; - rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}; F = m a; P = m(g \pm a); F = \mu N; F = k \Delta l.$	Lõiming: horisontaalne - sport, näiteks jõutõstmine ja jõusaali rakendused põhinevad jõu ülekandel, raskus- ja elastsusjõu rakendamisel. Liiklus, näiteks sõidukitele mõjuvate takistusjõudude vähendamise võimalused kütuse- ja elektrikulude optimeerimiseks. Vertikaalne: eelnevalt on õpilased õppinud jõu mõistet, jõu liike, jõu mõõtmise võimalusi. Arvutusülesannetes on kasutatud ainult raskusjõu valemit; erinevad jõu liigid on lahti seletatud kvalitatiivselt. Vektori mõistet rakendatakse edaspidi ka elektromagnetismi kursuses väljatugevuste kirjeldamisel.
--	---

Teema: Jäävuseseadused mehaanikas.	
Õpitulemused: Õpilane: - rakendab impulsi jäävuse seadust probleemülesandeid lahendades ja igapäevaelu situatsioone analüüsides; - seostab reaktiivliikumist impulsi jäävuse seadusega; toob näiteid reaktiivliikumise kohta looduses ja rakenduste kohta tehnikas; - rakendab looduses ja tehnikas toimuvate nähtuste selgitamiseks mehaanilise energia jäävuse seadust ning mehaanilise töö, võimsuse ja kasuteguri mõistet; - uurib hälbe, kiiruse, kiirenduse, kineetilise ja potentsiaalse energia muutumist pendli võnkumisel nii graafiliselt kui ka analüütiliselt;	Õppesisu: Keha impulss. Impulsi jäävuse seadus. Reaktiivliikumine. Mehaaniline töö ja energia. Kineetiline ja potentsiaalne energia. Mehaanilise energia jäävuse seadus. Mehaanilise energia muundumine teisteks energia liikideks. Lõiming: horisontaalne - energia jäävuse seadus on olulisel kohal nii keemia kui ka bioloogia kursustes, aga laiemalt kogu meie energiamajandamises. Reaktiivliikumisel põhineb nii raketi lennutamise kui ka lõhkeainete rakendused. Bioloogia: osad selgrootud veeloomad liiguvad tänu vee

- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $E_k = \frac{mv^2}{2}, E_p = mgh, E_{meh} = E_k + E_p,$ $\Delta(m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2) = 0$	väljapaiskumisele edasi. Vertikaalne - energia jäävusega alustati põhjalikumalt juba 7. klassi loodusõpetuses, mehaanilise energia jäävust (ilma valemiteta) õpiti 8. klassis. Gümnaasiumis süvendatakse teadmisi “Energia” kursuses, näiteks mehaanilise energia muutumise soojuseks, mida nimetatakse ka energiakaoks.
---	--

Teema: Võnkumine ja lained.	
Õpitulemused: Õpilane: - uurib võnkumisi ja kasutab nende analüüsimiseks järgmisi füüsikalisi suurusi: hälve, amplituud, periood, sagedus ja faas; - uurib hälbe, kiiruse, kiirenduse, kineetilise ja potentsiaalse energia muutumist pendli võnkumisel nii graafiliselt kui ka analüütiliselt; - selgitab resonantsi nähtust ning toob näiteid selle esinemise kohta looduses ja tehnikas; - kasutab lainenähtuste selgitamisel füüsikalisi suurusi (lainepikkus, laine levimiskiirus, periood ja sagedus); - rakendab imitatsioone lainete peegeldumise, interferentsi ja difraktsiooni uurimiseks ning toob nende kohta näiteid loodusest ning tehnikast; - rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seost: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$	Õppesisu: Võnkumine. Pendli võnkumise kirjeldamine. Periood ja sagedus. Matemaatiline pendel. Resonants. Mehaanilised lained. Piki- ja ristlained. Lainete kirjeldamine. Lainepikkus, sagedus, kiirus. Lainete omadused. Peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon. Helilained. Müra. Lõiming: horisontaalne - geograafias: seismilised lained on nii rist- kui ka pikilained, merelaine toime kallastele. Muusikas on pillide kõlakasti ja ruumi akustika seotud helilainete peegeldumise ja resoneerimisega. Vertikaalne - 8 klassis on õpilased õppinud võnkumisi - sagedus, periood, amplituud ja lainete liike. “Elektromagnetnähtuste” kursuses tuleb rakendada neid samu mõisteid elektromagnetlainetega seotud nähtuste seletamisel või kirjeldamisel.

III kursus Elektromagnetism

Teema: Väljad. Elektriväli.

Õpitulemused:

Õpilane:

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

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

$$E = \frac{F}{q} \quad U = \frac{A}{q} \quad \varphi = \frac{E_p}{q} \quad E = \frac{U}{d}$$

Õppesisu:

Väljad. Punktleng. Väljatugevus. Elektrivälja pinge. Pinge ja väljatugevuse seos. Välja visualiseerimine. Väljade liitumine, superpositsiooni printsiip. Homogeenne elektriväli. Kondensaator. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus. Coulomb'i seadus.

Lõiming:

horisontaalne - keemias aatomi koostis, keemilise sideme olemus, ionidevahelised reaktsioonid, molekulide neutraalsus, laengu jäävuse seadus ja valemite indeksid on seotud elektrijõududega. Tehnikas elektriautode käivitamisel, sõidukite energia salvestamise süsteemides kasutatakse kondensatoreid. Geograafias erinevate tsüklonite kokkupuutel võivad tekkida äikesepilved.

Vertikaalne: 9. klassis õpiti elektrostaatika aluseid, näiteks elektrivälja ja Coulomb'i seadust ainult kvalitatiivselt, kirjeldavalt. 10. klassis õpitud gravitatsiooniseadust on oma olemuselt sarnane Coulomb'i seadusele. Superpositsiooniprintsiipi rakendatakse edaspidi ka magnet- ja elektromagnetväljade omaduste käsitlemisel.

Teema: Magnetväli.

Õpitulemused: Õpilane: - kasutab magnetinduktsiooni mõistet magnetvälja kirjeldamiseks; - visualiseerib magnetvälja jõujoonte toel magnetvälja ja määrab magnetväljas liikuvale laengule mõjuva Lorentzi jõu suuna; - rakendab Ampere'i seadust probleemülesandeid lahendades; - seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel, rakendades induktsiooni elektromotoorjõu mõistet; - selgitab elektri- ja magnetvälja energia salvestamise võimalusi; - rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $F_L = qvB \sin \alpha, F = BIl \sin \alpha,$ $\Phi = BS \cos \alpha, \mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	Õppesisu: Magnetinduktsioon. Lorentzi jõud. Ampere'i jõud. Elektriväli ja magnetväli, võrdlus ja seosed. Elektromagnetiline induktsioon. Pööriselektriväli. Induktsiooni elektromotoorjõud. Magnetvoog. Faraday induktsiooniseadus. Lenzi reegel. Elektri- ja magnetvälja energia. Lõiming: Horisontaalne - tehnikas ja elektroonikas on rakenduste hulk tohutu - elektromagnetilised releed, elektriarvestid, magnetribad kaartidel, metalliotsijad, generaatorid jne. Liikluses on kasutusel elektriautod ja muud elektrisõidukid. Meditsiinis kasutatakse ülijuhtmagneteid näiteks tomograafides. Teaduses kasutatakse magnetvälja laetud osakeste suunamisel, näiteks osakeste füüsikas kiirendid ja detektorid; keemias ja materjaliteaduses isotoopide, molekulide uurimiseks kasutatavad mass-spektromeetrid. Vertikaalne - 9. kassis on õpitud magnetvälja jõujooni ja võrreldud elektromagnetit püsिमagnetitega, õpilased on õppinud ka Maa magnetvälja ja selle sarnasust püsिमagnetiga. Mikro-mega-kursuses õpitakse radioaktiivseid isotoope ja kiirguse liike. Kiirguse liigid tuvastati vastavate osakeste liikumisel magnetväljas.
--	--

Teema: Elektromagnetlained. Optika.

Õpitulemused: Õpilane: - selgitab elektromagnetlainete levimist kasutades elektrivälja ja magnetvälja mõistet; - oskab liigitada elektromagnetlaineid ja paigutada neid elektromagnetlainete skaalale; - kirjeldab joonisel või arvutiimitatsiooniga interferentsi- ja difraktsiooninähtusi optikas ning toob nende rakendamise näiteid. - seostab polariseeritud valguse omadusi rakendustega looduses ja tehnikas; - kavandab ja teeb katse läbipaistva aine murdumisnäitaja määramiseks, kirjeldab valguse spektri lahutamise võimalusi; - selgitab joonspektri tekkimist ja valguse dualismiprintsiipi ning toob näiteid spektraalanalüüsi rakendamise kohta; - rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n, n = \frac{c}{v}, E = hf$	Õppesisu: Valgus kui elektromagnetlaine. Elektromagnetlainete skaala. Valguse lainelised omadused. Difraktsioon. Interferents. Difraktsioonivõre. Polariseeritud valgus. Polarisaatorid. Murdumisseadus. Murdumisnäitaja. Valguse dispersioon. Spektraalriistad ja spektraalanalüüs. Valguse dualism. Footoni energia. Valguse kiirgumine ja neeldumine. Kvantoptilised nähtused. Lõiming: horisontaalne - meditsiiniuuringutes kasutatakse UV- ja röntgenkiirgust, keskkonnakaitse - kasvuhooneefekti seos UV ning IP kiirgusega; tehnikas ei saa üle ega ümber raadio- ja mikrolainetest; astronoomias uuritakse universumi kõikvõimalikke objekte ja nähtusi erinevatel lainepikkustel töötavate teleskoopidega (raadio, UV, IP jne); lennundus ja toll - röntgeniga valgustatakse läbi pagasit ja konteinereid; geoinformaatika ja GPS. Vertikaalne - õpilased on varasemalt EML õppinud erinevates klassides ja ainetes, sellepärast ongi kasulik nopitud teadmised tervikuks liita. Edaspidi on Mikro-Megakursuses huvitavam õppida teleskoopide kohta, uurida pilte galaktikatest, mis on tehtud erinevates lainepikkustes. Korralikud teadmised ei lase tekkida väärarusaamisi EML osas ka edaspidises elus.
---	--

Teema: Elektrivool ja selle toimed. Vooluringid. Pooljuhid.

Õpitulemused:

Õpilane:

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

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

Õppesisu:

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

Lõiming:

Horisontaalne - tehnikas leedide rakendamise võimalused ja nende eelised/puudused, gaaside elektrijuhtivuse rakendused näiteks kiirgusmõõtlas või suitsuanduris; keskkond ja energiatarbimine - millised on päikesepaneelide eelised ja puudused taastuenergiaallikatena.

Vertikaalne - õpilased on elektrivoolu toimeid ja elektrolüütide lahuste juhtivust õppinud 9. klassis füüsikas ja 10. klassis keemias, seega on õpitud mõisteid, mis seotud elektrolüüsiga.

Teema: Vahelduvvool.

Õpitulemused:

Õpilane:

- võrdleb vahelduv- ja alalisvoolu ning analüüsib vahelduvvoolu pinget ja voolutugevuse ajast sõltuvuse graafikuid;

Õppesisu:

Vahelduvvool. Vahelduvvoolu generaator. Elektrienergia ülekanne. Trafod. Vahelduvvooluvõrk. Elektrivoolu töö.

- selgitab trafo ja generaatori toimimispõhimõtet ja rakendusi vahelduvvooluvõrgus ning elektrienergia ülekandes. - analüüsib taastuvenergiaallikate kasutuselevõttuga seotud probleeme; - rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $A = IU \Delta t, \quad N = IU = \frac{I_m U_m}{2} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \frac{U_m}{\sqrt{2}}$	Elektriseadmete võimus. Energeetika. Elektriõhutus. Lõiming: horisontaalne - tehnikas on teadmised faaside, maanduse, ohutuse kohta väga olulised; majanduses elektri jaotusvõrgu ülesehitus ning elektritarbimise ja -tootmise iseärasused aitavad aru saada elektriarvete eri komponentidest. Matemaatikas on õpitud koosinus- ja siinusfunktsioone, mis kirjeldavad ka vahelduvvoolu võnkumisi Vertikaalne - 9. klassis on õpitud teemas "Elekter kodus" vahelduvvoolu baasmõisteid, aga ainult kvalitatiivselt; mehaanika ja elektromagnetismi kursustes on õpitud mehaanilisi ja elektromagnetvõnkumisi ja -laineid ning nende graafilist kirjeldust. Elektromagnetismis on õpitud elektromagnetilist induksiooni ja generaatorite töö põhimõtet.
--	---

Teema: Molekulaarfüüsika.	
Õpitulemused: Õpilane: - nimetab ideaalgaasi mudeli tunnuseid ning seostab mikro- ja makroparameetreid; - rakendab ideaalgaasi olekuvõrrandit probleemülesandeid lahendades; - kasutab isoprotsesside graafikuid termodünaamiliste protsesside analüüsimiseks; - rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $E_k = \frac{3}{2} kT, \quad p = nkT, \quad pV = \frac{m}{M} RT$	Õppesisu: Siseenergia. Ideaalgaasi mudel. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Isoprotsessid. Ideaalse gaasi mikro- ja makroparameetrid, nendevahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. Siseenergia muutmise viisid. Termodünaamiline protsess. Lõiming: Horisontaalne - keemias kasutusel olev gaasi molaarruumala väärtus tuleneb ideaalgaasi olekuvõrrandist, kui aluseks võtta standardtingimused; võrrandit ennast keemia tavakursuses ei õpita, aga

	olümpiaadiülesannetes läheb sageli vaja; bioloogias on olulisteks mõisteteks “avatud ja suletud süsteemid”. Vertikaalne - põhikoolis on õpitud 8. klassis rõhku vedelikes ja gaasides, rõhuühiku paskali sisu; 9. klassis aine siseenergiat ja selle komponente - osakeste kineetilist ja potentsiaalset energiat. samuti siseenergia muutmise viise - mehaanilist tööd ja soojusülekannet. Mikro- ja megamaailma kursuses tegeletakse reaalgasiga ja selle erinevusega ideaalgasist, näiteks olekumuutuste võimalikkusega.
--	---

Teema: Termodünaamika seadused (printsipiibid). Soojusmasinad.	
Õpitulemused: Õpilane: 1) kasutab isoprotsesside graafikuid termodünaamiliste protsesside analüüsimiseks; 2) võrdleb avatud süsteemi ja suletud süsteemi mõistete; 3) rakendab termodünaamika I ja II seadust probleemülesannet lahendades ning seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet; 4) seostab termodünaamika seadusi soojusmasinate tööpõhimõttega; 5) analüüsib taastuvenergiaallikate kasutuselevõttuga seotud probleeme; 6) rakendab probleemülesannet lahendades järgmisi seoseid: $Q = \Delta U + A, \quad \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$	Õppesisu: Termodünaamika I seadus, selle seostamine isoprotsessidega. Avatud ja suletud süsteemid. Adiabaatiline protsess. Soojusmasina tööpõhimõte, soojusmasina kasutegur. Termodünaamika II seadus. Pööratavad ja pöördumatud protsessid looduses. Entroopia. Eesti energiavajadus. Energeetikaprobleemid maailmas ja nende lahendamise võimalused. Lõiming: horisontaalne - matemaatikas õpitud võrdeline ja pöördvõrdeline sõltuvus on aluseks isoprotsesside kvantitatiivsele kirjeldamisele. Geograafias gaaside paisumise ja õhurõhu seosed. Keemias on õpitud pöörduvaid ja pöördumatuid reaktsioone, põlemise olemust. Igapäevaelulised rakendused, näiteks, kuidas töötab süstal, gaaside soojuspaisumine ja kokkutõmbumine balloonides, jalgratta pump, gaaside paisumise ekstreemne töö -

	plahvatus, Tehnikas kõik, mis toimub sisepõlemismootorites; soojuselektrijaamad ja aurutöö; külmkapp ja konditsioneer, maaküte. Vertikaalne - mehaanikas õpitud positiivne ja negatiivne töö, energia ja töö omavahelised seosed. Varasemalt on tähelepanu pööratud rohkemmehaanilise energia jäävuse seadusele, siis nüüd on tegemist TD I seaduse näol gaasidele rakenduva jäävuse seadusega.
--	---

V kursus Mikro- ja megamaailma füüsika

Teema: Aine omadused.	
Õpitulemused: Õpilane: - võrdleb reaalgaasi ja ideaalgaasi mudeleid; - kasutab küllastunud auru, absoluutse niiskuse, suhtelise niiskuse ja kastepunkti mõistet ning seostab neid ilmastikunähtustega; - selgitab pindpinevust, märgamist ja kapillaarsust ning toob näiteid nende nähtuste esinemise kohta looduses ja tehnikas; - kirjeldab aine olekuid, kasutades faasi ja faasisiirde mõistet, ning analüüsib faasidiagrammi toel faasisiirdeid erinevatel rõhkudel ja temperatuuridel; - võrdleb aatomeid ja molekule nanoosakestega ning teab nanotehnoloogia rakendusi; - rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $\varphi = \frac{a}{A_p} 100\% \quad \sigma = \frac{F_p}{l} = \frac{E_p}{S}$	Õppesisu: Mikro-, makro- ja megamaailm. Nanoosakesed ja nanotehnoloogia. Molekulaarjõud ja reaalgaas. Õhuniiskus. Küllastunud ja küllastumata aur. Absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt. Ilmastikunähtused. Pindpinevus. Märgamine ja kapillaarsus, nende ilmumine looduses ja tehnikas. Faasisiirded ning siirdesoojused. Lõiming: Horisontaalne - tervise ja keskkonnaga on seotud õhu suhteline niiskus, millele on kehtestatud piirnormid, keemias õpitud vesinikside on aluseks adhesiooni- ja kohesioonijõudude mõistmiseks, geograafiaga seonduvad pilvede teke, õhuniiskus, kaste ja härmatise teke. Tehnikas ja materjaliteaduses on teada väga palju nanoosakeste rakendusi, arenevad biomeditsiinis nanotehnoloogilised rakendused ja samas on aktuaalseks

	muutunud nanoosakeste biotoime uurimine. Ilm ja kliima. Geograafias on kliimamuutused räägitud ja arutatud, peavad ju olema. Kuidas purskavad geisrid? Mis temperatuuril keeb vesi vesi mägedes? Kuidas voolavad liustikud ja miks nad sulavad? Geograafia Vertikaalne - varasemealt on õpitud ideaalgaasi mudelit ja selle rakendamise piiranguid; põhikoolis on uuritud erinevates kooliastmetes kliima ja ilmastiku mõjutegureid ning tehtud ilmavaatlusi. Kas, kuidas ja miks muutub kliima? Energia kursus – kütused, energeetika. Elektromagnetism – soojuskiirgus ja selle neeldumine atmosfääris.
--	---

Teema: Aatomi- ja tuumafüüsika.	
Õpitulemused: Õpilane: - rakendab Einsteini võrrandit välisfotoefekti kohta ning võrdleb välis- ja sisefotoefekti; - selgitab elektronide difraktsiooni, kasutades leiulaine mõistet; - analüüsib eriseoseenergia ja massiarvu sõltuvuse graafikut ning selgitab tuumaenergia vabanemist tuumade lõhustumis- ja sünteesireaktsioonide käigus; - seletab radioaktiivse dateerimise meetodi olemust ning toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta; - seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning analüüsib tuumaenergeetika eeliseid ja sellega seonduvaid ohte; - võrdleb ioniseeriva kiirguse liike, analüüsib ioniseeriva kiirguse mõju elusorganismidele ning võimalusi kiirguskaitseks;	Õppesisu: Välis- ja sisefotoefekt. Fotoefekti rakendused teaduses ja tehnikas. Elektronide difraktsioon. Määramatusseos. Osakeste leiulained. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Massidefekt. Massi ja energia samaväärsus. Tuumareaktsioonid. Tuumasüntees ja lagunemine. Tuumaanergetika ja tuumarelv. Radioaktiivsus. Poolestusaeg. Radioisotoopide rakendused. Ioniseerivad kiirgused ja nende toimed. Kiirguskaitse. Lõiming: horisontaalne - keemias õpitud metallide aktiivsuse rida on osaliselt sarnane metallide väljumistöö väärtustega - I A rühma metallidel, mis loovutavad kergesti elektrone, on ka väljumistöö väiksem ja

- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $hf = A + \frac{m_e v^2}{2} \quad E_s = \Delta m c^2$	mida passiivsem metall, seda suurem väljumistöö. Tehnikas on fotoefektile mitmeid rakendusi, nagu CCD-plaat, fotokordisti, päikesepaneelid. Teaduses rakendatakse elektroni kvantomadusi elektronmikroskoopide töös ja elektronide difraktsioon DNA molekulilt oli kinnituseks selle kaksikspiraalsest ehituseks. Meditsiinis ja tehnikas kasutatakse radioaktiivseid isotoope väga efektiivselt. Arheoloogias ja geoloogias kasutatakse radioaktiivseid isotoope leidude vanuse kindlakstegemiseks. Astrofüüsikas täheevolutsiooni mõistmiseks on oluline eriseoseenergia sõltuvus isotoobi massiarvust ja vastavate tuumareaktsioonide toimumine. Bioloogias on olulisel kohal aga just kiirguse mõju meie organismile ja ohutuse teema. Vertikaalne - õpilased on õppinud 9. klassis isotoope, radioaktiivseid kiirgusi ja tuumareaktsioone, millega kaasneb energia vabanemine.
---	---

Teema: Astronoomia ja kosmoloogia.	
Õpitulemused: Õpilane: - võrdleb Päikesesüsteemi põhiliste koostisosade mõõtmeid ja liikumist; - selgitab tähtede evolutsiooni ja planeedisüsteemide tekkimist; - selgitab galaktikate ehitust ja evolutsiooni. - selgitab universumi tekkimist ja arengut Suure Paugu teooria põhjal.	Õppesisu: Megamaailma uurimise vahendid ja meetodid. Päikesesüsteemi koostis, ehitus ning tekkimise hüpoteesid. Päike ja teised tähed. Tähtede evolutsioon. Mustad augud Eksoplaneedid. Galaktikad. Linnutee galaktika. Universumi struktuur. Universumi evolutsioon. Suure Paugu teooria. Lõiming:

	horisontaalne - kõik keemiliste elementide isotoobid on tekkinud tähe evolutsiooni käigus, peamiselt supernoova plahvatuses, tähespektrid annavad aimu tähtede keemilisest koostisest, ühiskonnaõpetus - kosmoseuuringute mastaapsed projektid on rahvuste-üleised ja eeldavad tõhusat koostööd; kosmosetehnoloogia kompab inimvõimete piire ja annab teadusele ja inimkonnale tagasi uusi rakendusi. Vertikaalne - siin ristuvad ja põimuvad kõik varem õpitud teadmised füüsikast, alates 8. klassis õpitud optikast kuni tuumafüüsikani.
--	---

Gümnaasiumi geograafia 10.klass

Geograafial on oluline panus õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse ning kõigi üldpädevuste arendamisse. Õppes tuginetakse põhikoolis omandatud teadmistele, oskustele ja hoiakutele. Geograafia loob head eeldused nii valdkonnaüleseks õppimiseks kui ka loodus- ja sotsiaallainete lõimimiseks, aidates õpilastel näha seoseid matemaatikas, füüsikas, bioloogias, keemias ning ajaloos ja ühiskonnaõpetuses õpitava vahel.

Geograafiat õppides saavad õpilased süsteemse ülevaate looduses ja ühiskonnas toimuvatest nähtustest ning protsessidest, nende ruumilisest levikust ja vastastikustest seostest. Õpilastel kujuneb arusaam Maast kui tervikust ning keskkonna ja inimtegevuse vastastikustest seostest nii isiklikul, kohalikul kui ka globaalsel tasandil. Maailma eri piirkondadega tutvumine võimaldab õpilastel mõista iga koha unikaalsust ja samas kohtade üleilmset seotust, mis tähendab, et ühed ja samad protsessid võivad eri kohtades toimida erinevalt, sõltudes koha looduslikest, majanduslikest või sotsiaalsetest oludest. Geograafiat õppides arenevad õpilaste ruumilise mõtlemise ja ruumianalüüsi oskused. Geograafiatundides saavad õpilased arutleda aktuaalsetel ja olulistel ühiskondlikel teemadel, mis aitavad neil oma aineteadmisi mõtestada. See loob eeldused, et kujuneksid aktiivsed ja teadlikud ühiskonnaliikmed, kes märkavad igapäevaelu probleeme ning oskavad neile põhjendatud lahendusi pakkuda. Õpingute käigus areneb oskus hinnata oma otsustuste või tegevuse otseseid ja kaudseid tagajärgi. Infoühiskonnas on järjest tähtsamad infotehnoloogia kasutamise ja kriitilise mõtlemise oskused. Geograafiatundides õpivad õpilased kasutama eri teabeallikaid, sh kaardirakendusi ja andmeportaale, ning kriitiliselt hindama teabe usaldusväärsust.

Õppes lähtutakse uurimuslikust õppest, mille käigus arenevad õpilaste probleemilahendamis ja uurimisoskused. Õpitakse probleeme nägema, hüpoteese ja uurimisküsimusi sõnastama, uuringut plaanima ja tegema, samuti andmeid koguma vaatlusi, mõõdistamisi, küsitlusi või intervjuusid korraldades, ent ka teisestest allikatest, nagu kaartidelt ja satelliidifotodelt, andmeportaalidest jm.

Andmeid töödeldes arenevad õpilaste analüüsimise ning üldistuste ja järelduste tegemise oskused ning uurimistulemusi tõlgendades, esitades ja esitledes kirjalik ning suuline väljendusoskus, sh korrektse loodusteadusteksti koostamine ja ainesõnavara kasutamine. Geograafiat õppides hakatakse mõistma geograafiateaduse olemust ning olulisust igapäevaelus ja ühiskonna arengus. Õpitakse nägema ruumilisi seoseid ning mõistma nüüdisaegsete tehnoloogiasuundade võimalusi nii loodust kui ka ühiskonnaprotsesse jälgides ja modelleerides ning tulevikutsenaariume luues. Geograafia panustab õpilaste väärtushinnangute ja hoiakute kujunemisesse. Maailma looduse, rahvastiku ja kultuurigeograafia seostatud käsitlemine on alus mõistvale ning sallivale suhtumisele teiste maade ja rahvaste kultuuris ja traditsioonidesse. Eesti geograafia õppimine loob aluse kodumaa looduse, ajaloo ja kultuuripärandi väärtustamisele. Nii loodus- kui ka ühiskonnageograafiat õppides areneb õpilaste keskkonnateadlikkus, rõhutatakse elurikkuse, kultuurilise mitmekesisuse ja kestliku majanduse tähtsust ning väärtustatakse säästvat ja vastutustundlikku eluviisi. Õpilaste sisemise õpimotivatsiooni kujunemiseks ja hoidmiseks esitatakse õppematerjal võimalikult probleemipõhiselt ning õpilase igapäevaelu ja kodukohaga seostatult. Geograafias on tähtsal kohal välitööd, mis võimaldavad uurida kohalikke olusid ja probleeme ning kaasata õpilasi kogukonna projektidesse, kus õpitakse teoreetilisi teadmisi seostama praktiliste oskustega. Õppes lähtutakse õpilaste individuaalsetest iseärasustest ja võimete mitmekülgsusest arendamisest. Kasutatakse mitmekesiseid õppemeetodeid: projektõpet, arutelusid, ajurünnakuid, rollimänge, õuesõpet, õppekäike, muuseumides käimist jne. Kõigis õppeetappides rakendatakse nüüdisaegseid meedia- ja infotehnoloogiavahendeid. Geograafiaharidus annab hea ettevalmistuse paljude elukutsete ja karjäärivõimaluste jaoks, kus on vaja teadmisi nii loodusest kui ka ühiskonnast, oskust ruumiandmeid analüüsida ning näha vastastikuseid seoseid nende ajalises muutumises.

I kursus Rahvastik ja majandus

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) teab üldjoontes geograafiateaduse arengut, seoseid teiste teadusharudega ning nüüdisaegseid uurimismeetodeid geograafias; 2) kavandab ja korraldab geograafiauuringuid, teeb vaatlusi ja mõõdistamisi ning korraldab küsitlusi andmete kogumiseks; 3) kasutab eesti- ja võõrkeelseid teabeallikaid, sh kohateabe teenuseid ja geoportaale, et leida infot, analüüsida seoseid ning teha üldistusi ja järeldusi;	Geograafiateaduse areng ja peamised uurimisvaldkonnad. Nüüdisaegsed uurimismeetodid geograafias. Asukoha määramise meetodid ja nende rakendused. Andmebaasid, geoinfosüsteemid ja kohateabe analüüs. Põhimõisted: regionaal-, loodus- ja inimgeograafia; süsteemkäsitus ja valdkondadevaheline koostöö; kaugseire, fotogramm-meetria; asukoht ja positsioneerimistehnoloogiad; ruumiandmed, kohateave ja GIS, veebipõhised andmebaasid, ruumilised päringud ja asukohapõhised teenused, ristkoordinaadid. Praktilised tööd: 1) Probleemülesannete lahendamine maa-ameti geoportaali ja teiste kaardirakenduste abil. Lõiming:

4) koostab teabeallikatest leitud info põhjal ülevaate mõnest objektist, nähtusest või piirkonnast; 5) tõlgendab eri projektsioonide ja kujutusviisidega kaarte ning määrab kaardi põhjal koha ristkoordinaadid; 6) koostab kaardi või mõne muu ruumiinfot edastava mudeli	Kaardiõpetuse põhitõed omandatakse 7. klassis Eesti ja Euroopa rahvastiku ja majandusandmed 9. klassis Eesti keel: õigekeel Võõrkeel: sõnavara Matemaatika: andmete töötlemine Elukestev õpe: karjäär ja elukutsed (kartograaf, andmeanalüütik, geodeet, geoinformaatik, geograaf) Keskond ja jätkusuutlik areng: pikad andmerekad ja vanad kaardid võimaldavad näha muutusi ja teha prognoose Teabekeskond ja meediakasutus: sobivate allikate leidmine ja andmete usaldatavuse kontroll Tehnoloogia ja innovatsioon: satelliidid, GPS, lidarid, radarid, droonid jm andmeid koguvad ja edastavad tehnoloogilised seadmed Tervis ja ohutus: vältimistingimustes praktiliste tööde ohutus Väärtused ja kõlblus: andmete analüüsil ja kokkuvõtete tegemisel solvava kõnepruugi vältimine, uuritavate isikuandmete hoidmine, lugupidav suhtumine
Õpilane: 1) teab rahvastiku-uuringute olulisust, uurimistulemuste kasutamise võimalusi ühiskonnas ja piiranguid; 2) analüüsib andmeportaalide andmete põhjal rahvastikuprotsesse ning nende seost ühiskonna arenguga eri riikide näiteil; 3) seostab riigi rahvastikusituatsiooni demograafilise ülemineku etapiga; 4) teab rahvusvaheliste rännete peamisi suundi ning analüüsib mõne piirkonna rännet, seostades selle tõmbe- ja tõuketeguritega ning tagajärgedega lähte- ja sihtriigile; 5) teab rahvastikupoliitika meetmeid ja nende mõju ühiskonnale; 6) analüüsib teabeallikate põhjal rahvastiku paiknemist ja tihedust maailmas, mõnes regioonis või riigis; 7) analüüsib linnastumise kulgu maailmas ja eri arengutasemega	Maailma rahvastik ja asustus Maailma rahvaarv ja selle muutumine. Sündimust ja suremust mõjutavad tegurid. Demograafiline üleminek. Rahvastiku struktuur ja selle mõju riigi arengule. Rände põhjused ning liigitamine. Peamised rändevood maailmas. Rändega seotud probleemid. Rahvastikupoliitika. Rahvastiku paiknemine ja tihedus maailmas. Linnastumine arenenud ja arengumaades. Linnade sisestruktuur ning selle muutumine. Linnastumisega kaasnevad probleemid arenenud ja arengumaades. Linnakeskkond ning selle planeerimine. Põhimõisted: demograafia, demograafiline üleminek, traditsiooniline rahvastiku tüüp, nüüdisaegne rahvastiku tüüp, demograafiline plahvatus, rahvastiku vananemine, sündimuse üldkordaja, suremuse üldkordaja, loomulik iive, rahvastiku soolis-vanusealine koosseis, migratsioon, immigratsioon, emigratsioon, migratsiooni tõmbe- ja tõuketegurid, rahvastikupoliitika; linnastumine, eeslinnastumine, vastulinnastumine, taaslinnastumine, ülelinnastumine, linnastu, megalopolis, slumm, linna sisestruktuur. Praktilised tööd: 1) Teabeallikate põhjal ühe valitud riigi demograafilisest situatsioonist ülevaate koostamine.

riikides ning kaasnevaid sotsiaal- ja keskkonnaprobleeme; 8) iseloomustab teabeallikate põhjal mõne linna sisestruktuuri.	2) Teabeallikate põhjal rahvastiku paiknemiste analüüs mõnes regioonis või riigis. Lõiming: Ühiskonnaõpetus: sotsiaal- ja rahvastikupoliitika Matemaatika: mediaan, absoluutne kasv ja kasvutempo Ajalugu: ränne erinevatel ajalooetappidel Elukestev õpe: karjäär ja elukutsed (demograaf, sotsiaaltöötaja, linnaplaneerija, arhitekt) Keskkond ja jätkusuutlik areng: linnastumisega kaasnevad keskkonnaprobleemid Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus: <u>Kestliku arengu eesmärgid</u> 1-5, 10 ja 11 Kultuuriline identiteet: maailma rahvaste etniline ja usuline mitmekesisus ning nendega tutvumine; oma sugupuu uurimine ja selle seos demograafiliste protsessidega Eestis Teabekeskond ja meediakasutus: sobivate allikate leidmine ja andmete usaldatavuse kontroll Tehnoloogia ja innovatsioon: tulevikulinnad, linnaplaneerimise modernsed võimalused Tervis ja ohutus: rändega kaasnevad ohud
Õpilane: 1) seostab tehnoloogia, majanduse ja ühiskonna arengu ning ruumilise korralduse agraar-, industriaal- ja infoajastul; 2) selgitab üleilmset tööjaotust ja väärtusahela etappide paigutust mõne tööstusharu näitel ning analüüsib sellega kaasnevaid probleeme; 3) arutleb rahvusvaheliste ettevõtete rolli üle maailmamajanduses ning toob näiteid nende mõju kohta eri arengutasemega riikidele; 4) analüüsib mõne riigi näitel üleilmastumise eri aspekte ning nende mõju eri eluvaldkondadele; 5) analüüsib transpordiliikide arengut ning nende mõju majandusele, ühiskonnale ja keskkonnale; 6) analüüsib teabeallikate põhjal mõne riigi transpordisüsteemi, selle	Ühiskonna areng ja muutused maailmamajanduses Majanduse ja ühiskonna areng ning ruumiline korraldus agraar-, tööstus- ja infoühiskonnas. Infoühiskonna majanduse toimimine globaalse tööjaotuse tingimustes mõnede tööstusharude näidetel. Rahvusvahelised ettevõtted, nende roll maailmamajanduses. Üleilmastumine ehk globaliseerumine, selle eri aspektid ja mõju riikide majandusele. Turismimajanduse areng, selle seos teiste majandusharudega ning mõju keskkonnale ja kultuuriruumile. Transpordi areng, selle seos teiste majandusharudega ja mõju keskkonnale. Riikide arengutaseme mõõtmine ja nende liigitamine arengutaseme järgi. Mõisted: agraar-, industriaal- ja infoühiskond, üleilmastumine, sisemajanduse kogutoodang (SKT), rahvamajanduse kogutoodang (RKT), inimarengu indeks, majanduse struktuur, primaarne, sekundaarne, tertsiaarne sektor, väärtusahel, ettevõtlusklast, geograafiline tööjaotus, globaalne tööjaotus, rahvusvaheline ettevõte, turism, turismiteenused, transpordigeograafiline asend, veoteenused, arengumaa ja arenenud riik. Praktilised tööd: 1) Teabeallikate põhjal ühe valitud riigi transpordigeograafilise asendi analüüs.

seost teiste majandusharudega ja mõju keskkonnale; 7) võrdleb andmeportaalide näitajate põhjal riikide arengutaset ning arutleb näitajate piirangute üle.	2) Teabeallikate põhjal ühe valitud riigi arengutaseme analüüs või riikide võrdlus arengutaseme näitajate põhjal ja seostamine kestliku arengu eesmärkidega. Lõiming: Ajalugu: erinevad ajalooperioodid ja majanduse areng, tööstusrevolutsioon Ühiskonnaõpetus: tööhõive, kodanike õigused Matemaatika: majandusandmete analüüs, jooniste koostamine ja lugemine Võõrkeel: sõnavara täienemine rahvusvaheliste andmebaasidega töötamisel Elukestev õpe: karjäär ja elukutsed (majandusanalüütik, ettevõtte juht, turismikorraldaja, logistik) Keskkond ja jätkusuutlik areng: loodusvarad, nende kasutamine majandustegevuses ja ammendumine Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus: Kestliku arengu eesmärgid 8-10 ja 17 Kultuuriline identiteet: võõrtöäjõud ja nende õigused, turistina teises kultuuriruumis Teabekeskond ja meediakasutus: inimarengu, globaliseerumise ja majandusandmed ning nende analüüs Tehnoloogia ja innovatsioon: tootmisviiside ajalooline areng ja tuleviku võimalused, tööstusrevolutsioon, autotööstus, kõrgtehnoloogiline tootmine, teaduspargid Tervis ja ohutus: töökeskkonna turvalisus Väärtused ja kõlblus: turistina teises kultuuriruumis
---	--

II kursus Maa kui süsteem

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) on omandanud ettekujutuse geoloogide tööst ja mõistab geoloogiliste uuringute vajalikkust; 2) selgitab laamade liikumist ja sellega kaasnevaid geoloogilisi protsesse; 3) seostab vulkaani kuju ja purske iseloomu magma omadustega; 4) selgitab maavärina teket ja seismiliste lainete levikut, teab maavärina võimsuse määramist;	Litosfäär Maa teke ja areng. Geoloogiline ajaarvamine. Maa siseehitus. Laamtektoonika, laamade liikumisega seotud protsessid. Vulkanism. Maavärinad. Kivimite liigitus tekke alusel ja kivimiringe. Kivimite murenemine ja selle tähtsus looduses. Põhimõisted: geokronoloogiline skaala, eoon, aegkond, ajastu, mandriline ja ookeaniline maakoos, litosfäär, astenosfäär, vahevöö, sise- ja välistuim, ookeani keskahelik, riftiorg, süvik, kurdmäestik, pangasmäestik, vulkaaniline saar, kuum täpp, magma, laava, kiht- ja

5) teab maaväriinate ja vulkanismiga kaasnevaid nähtusi ning nende mõju keskkonnale ja inimtegevusele; 6) eristab kivimeid, selgitab nende teket ning seostab kivimiringega; 7) selgitab kivimite murenemist eri tegurite mõjul erinevates keskkonnatingimustes, teab murenemise tähtsust looduses.	kilpvulkaan, murrang, maavärina kolle, epitsenter, seismilised lained, seismograaf, seismogramm, Richteri skaala, tsunami, mineraalid, kivimid, sette-, tard- ja moondekivimid, kivimiringe, füüsikaline ja keemiline murenemine. Praktilised tööd: 1) Teabeallikate põhjal ülevaate koostamine mõnest seismiliselt aktiivsest piirkonnast. 2) Rühmatööna geokronoloogilise ajaskaala koostamine Lõiming: Füüsika: <u>8. kl</u> Piki- ja ristlained, lainete levimine erinevates keskkondades, <u>9. kl</u> konvektsioon. Keemia: Kivimite keemiline koostis, lahustumine, oksüdeerumine, hüdroolüüs. Bioloogia: <u>III kursuse Pärilikkus ja evolutsioon</u> Maa areng, evolutsioon, fossiilid. Läbivad teemad: Teabekeskond. Erinevate teabeallikate kasutamine. Tehnoloogia ja innovatsioon. Nüüdisaegsed Maa siseehituse uurimise võimalused. Keskond ja jätkusuutlik areng. Inimtegevuse ja litosfääri vastastikmõju, maaväriinate, vulkaanipursete prognoosimise tähtsus. Elukestev õpe ja karjääri planeerimine. Geoloogiaalased elukutsed ja õppimisvõimalused kõrgkoolides, kõrgkoolide õppematerjalid.
--	--

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) iseloomustab ilmakaardi põhjal ilma, seostades ilmanäitajad rõhualade ja frontidega; 2) selgitab Maa kiirgusbilanssi ning seostab selle atmosfääri koostise ja ehitusega; 3) analüüsib teabeallikate põhjal mõne piirkonna kliimat ning seostab selle kliimat kujundavate tegurite mõjuga; 4) teab kliimamuutusi põhjustavaid tegureid;	Atmosfäär Atmosfääri tähtsus, koostis ja ehitus. Päikesekiirguse jaotumine Maal, kiirgusbilanss. Kasvuhooneefekt ja selle tähtsus. Kliimat kujundavad tegurid. Üldine õhuringlus. Temperatuuri ja sademete territoriaalsed erinevused. Õhumassid, tsüklonid ning antitsüklonid. Kliimamuutused, selle tagajärjed ning kliimamuutustega kohanemise võimalused. Põhimõisted: atmosfäär, troposfäär, stratosfäär, osoonikiht, kiirgusbilanss, kasvuhoonegaasid, kasvuhooneefekt, üldine õhuringlus, Coriolisi jõud, mussoonid, passaadid, läänevool, tsüklon, antitsüklon, soe ja külm front, troopilised tsüklonid.

5) arutleb kliimamuutuste võimalike tagajärgede ning kliimamuutustega kohanemise võimaluste üle.	Praktilised tööd: 1) Võrdleb ilmakaartide põhjal ilma maailma erinevates kohtades, seostades ilmanäitajad rõhualade ja frontidega. 2) Võrdleb kliimadiagrammide ja ilmakaartide põhjal maailma erinevate kohtade kliimat, seostades selle kliimat kujundavate tegurite ja kliima Lõiming: Loodusõpetus: <u>7. kl</u> Soojusülekanne liigid Füüsika: <u>8. kl</u> Valguse peegeldumine ja neeldumine. Õhurõhk, kõrg- ja madalrõhkkond. <u>9. kl</u> Maa soojuslikku tasakaalu mõjutavad nähtused ja kliima. Aastaaegade vaheldumine. Soojusülekanne looduses ja tehnikas. <u>V kursus</u> Õhuniiskus. Küllastunud ja küllastumata aur. Absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt. Ilmastikunähtused. Keemia: Atmosfääri keemiline koostis, kasvuhoonegaasid, osoonikiht, happesademed. Matemaatika: Jooniste ja diagrammide analüüs, statistika. Bioloogia: Kasvuhooneefekti süvenemise ja osoonikihi hõrenemise mõju organismidele ning keskkonnale. Läbivad teemad: Teabekeskond. Teabeallikate kasutamine ilma või kliima iseloomustamiseks. Tehnoloogia ja innovatsioon. Nüüdisaegsed atmosfääri uurimise võimalused ja tänapäevane ilmaprognoosimine. Keskond ja jätkusuutlik areng. Inimtegevuse ja atmosfääri vastastikmõju, kliimamuutuste uurimise vajalikkus. Elukestev õpe ja karjääri planeerimine. Meteoroloogiaalased ning atmosfääriuuringutega tegelevad teadused ning õppimisvõimalused kõrgkoolides.
---	--

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) analüüsib veeringe lüüsid maailma eri piirkondades, seostab neid kliimaga ja vee kasutamise võimalustega; 2) analüüsib teabeallikate põhjal vee omadusi maailmamere eri	Hüdrofäär Vee jaotumine Maal ja veeringe. Maailmamere tähtsus ning roll kliima kujunemises. Hoovused ja looded maailmameres. Rannaprotsessid ning erinevate rannikute kujunemine. Liustikud, nende teke, levik ja tähtsus. Kliimamuutuste ja inimtegevuse mõju maailma veestikule.

osades, seostab neid kliimaga ning teiste teguritega; 3) selgitab hoovuste ja loodete teket ning liikumise seaduspära; 4) analüüsib maailmameres toimunud muutusi, seostades neid kliimamuutuste ja inimtegevusega; 5) selgitab rannikuprotsesse ning analüüsib inimtegevuse mõju rannikule mõne piirkonna näitel; 6) selgitab liustike teket, jaotumist ja tähtsust.	Põhimõisted: hüdrotsfäär, maailmameri, veeringe lülid, soe ja külm hoovus, tõus ja mõõn, mandrilava, rannik, rannanõlv, lainete kulutav ja kuhjav tegevus, rannavall, maasäär, laguun, fjord- ja skäärannik, mandri- ja mägiliustik, šelfiliustik. Praktilised tööd: 1) Teabeallikate põhjal ülevaate koostamine mõnest rannikust. Lõiming: Füüsika. Energia muundumine veeringes, hoovuste liikumine. Keemia. Maailmamere vee soolsus. Läbivad teemad: Teabekeskond. Teabeallikate ja animatsioonide kasutamine. Keskond ja jätkusuutlik areng. Rannaprotsesside ja inimtegevuse vastastikmõju, globaalne soojenemine ja liustike sulamine. Väärtused ja kõlblus. Elukeskkonna väärtustamine.
--	--

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) analüüsib Maa sfäärade vahelisi seoseid mõne bioomi näitel; 2) seostab mullatekke tingimusi mulla koostise, ehituse ja omadustega ning toob näiteid mullatüüpide ja mullaprotsesside kohta eri bioomides; 3) toob näiteid sündmuste kohta Maa ajaloo ja nende mõju kohta Maa sfääridele.	Maa süsteemide vahelised seosed Maa sfäärade vahelised seosed. Aine-ja energiaringed. Mullatekke tingimuste ja mullaprotsesside mõju mulla ehitusele ning omadustele eri bioomide näidetel. Põhimõisted: litosfäär, atmosfäär, hüdrotsfäär, biosfäär, pedosfäär, mullaprofiil, mulla horisont, keemiline ja füüsikaline murenemine. Praktilised tööd: 1) Mõistekaardi või põhjus-tagajärg seoseahela koostamine Maa sfäärade vaheliste seoste kohta mõnes bioomis või piirkonnas. 2) Mulla tekke skemaatiline kujutamine klassi ühistööna paberil või arvutis. Lõiming: Füüsika: Avatud ja suletud süsteem, energiavood Maa süsteemides. Bioloogia: Maa teke ja areng, evolutsioon. Keemia: Keemilised reaktsioonid, aineringsed.

III kursus Loodusvarade majandamine ja keskkonnaprobleemid

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) teab kestliku arengu olemust ja selle olulisust; 2) arutleb majanduse jätkusuutlikkuse teemadel; 3) arutleb kestliku majandamist toetavate tehnoloogiliste võimaluste üle; 4) selgitab tootmisahelate ja ringmajanduse olemust ning seoseid eri majandusharude ja eluvaldkondadega.	Sissejuhatus Kestlik areng. Jätkusuutlik majandamine, selle olulisus. Loodusvarade jätkusuutlik kasutamine. Jätkusuutlikku majandamist toetav tehnoloogiline areng. Lineaarne majandus ja ringmajandus. Põhimõisted: kestlik areng, jätkusuutlik majandus, ökoloogiline jalajälg, tootmisahel, ringmajandus Praktilised tööd: 1) Koostab tootmisahela või ringmajandusmudeli. Lõiming: Bioloogia: <u>Geneetika ja geenitehnoloogiaga seotud teadusharud ning elukutsed, GMO ; Keskkonnategurite mõju elusorganismidele</u>; ökosüsteemid, keskkonnakaitse, säästva arengu strateegia, kodanikuaktiivsus keskkonnakaitseks. Füüsika: <u>Energia, Aatomi- ja tuumafüüsika</u>; Ühiskonnaõpetus: <u>Majanduse toimimine</u>; Eesti keel ja võõrkeeled: <u>töötamine teabematerjalidega</u> arendab õpilaste teabe hankimise, teksti mõistmise ja analüüsimise oskusi. Õpilased õpivad kriitiliselt hindama teksti usaldusväärsust, eristama fakti ja arvamust. Erinevaid uurimuslikke esitlusi ning ettekandeid (poster, referaat, PowerPoint ettekanne vms) luues kujundatakse oskust end selgelt ja asjakohaselt väljendada nii suuliselt kui ka kirjalikult. Areneb õpilase ainealane sõnavara. Elukestev õpe ja karjääri kujundamine: tutvumine eri valdkondade majandusmodelitega avardab teadmisi karjäärivõimalustest ja nüüdisaegsetest tööoskustest. Keskkond ja jätkusuutlik areng: arutelude ja teabe kaudu kujuneb jätkusuutlik tarbimiskäitumine ja arenevad kestliku majandamise hoiakuid. Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus: mõistab aktuaalsed ühiskonnaprobleeme nii kohalikul, riigi ja rahvusvahelisel tasandil ja teab sõlmitud ühiskondlikke kokkuleppeid. Teabekeskkond ja meediakasutus: arutelude ja uurimuslike ülesannete tarbeks kasutab info otsimiseks turvaliselt teabekeskonda, hindab allikaid kriitiliselt, austab intellektuaalset omandit ja loob kvaliteetset meediasisu. Väärtused ja kõlblus: väärtustab jätkusuutlikkuse põhimõtet ja järgib ühiskondlikke kokkuleppeid (näiteks prügi sorteerimine, taaskasutus).

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) arutleb maailma toiduprobleemide ning nüüdisaegse põllumajanduse, sh tehnoloogia võimaluste üle nende lahendamisel; 2) selgitab põllumajanduse osa toidu tootmisahelas, seost teiste majandusharude ja eluvaldkondadega; 3) arutleb muldade hävimise ja selle peatamise võimaluste üle; 4) iseloomustab eri tüüpi põllumajandusettevõtteid maailmas, seostab neid kohalike oludega ja analüüsib nende mõju keskkonnale; 5) analüüsib teabeallikate põhjal mõne riigi põllumajandust mõjutavaid tegureid, põllumajanduslikku tootmist ja selle mõju keskkonnale; 6) selgitab põhjavee kasutamisega kaasnevaid keskkonnaprobleeme eri piirkondade näidetel. 7) iseloomustab vesiviljelust ja selle mõju veekeskkonnale mõne piirkonna näitel.	Põllumajandus ja keskkonnaprobleemid Maaialma toiduprobleemid ja nende lahendamise võimalused. Põllumajanduse roll toidu-tootmisahelas ning seosed teiste majandusharudega. Põllumajandust mõjutavad looduslikud ja majanduslikud tegurid. Eri tüüpi põllumajandusettevõtted maailmas, nende seos kohalike oludega (loodusolud, majanduslik arengutase jms). Põllumajanduse mõju keskkonnale, sh veevarudele. Nüüdisaegne jätkusuutlik põllumajandus. Maaialma kalandus ja vesiviljelus ning selle mõju veekeskkonnale. Põhimõisted: vegetatsiooniperiood, põllumajanduse spetsialiseerumine, omatarbeline ja kaubanduslik põllumajandus, ekstensiivne ja intensiivne põllumajandus, mahepõllumajandus, niisutuspõllundus, alanduslehter, mullaviljakus, muldade erosioon, muldade sooldumine ja degradeerumine, vesiviljelus. Praktilised tööd: 1)Teabeallikate põhjal ülevaate koostamine ühe valitud riigi põllumajandusest või vesiviljelusest. Lõiming: Bioloogia: <u>geneetika ja geenitehnoloogiaga seotud teadusharud ning elukutsed, GMO ; Keskkonnategurite mõju elusorganismidele; ökosüsteemid, keskkonnakaitse, säästva arengu strateegia, kodanikuaktiivsus keskkonnakaitisel.</u> Keemia: <u>lahused, keemilise reaktsiooni kiirus; lämmastiku- ja fosfori ringe;</u> väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamisega kaasnevad ohud; muldade pH ja selle tähendus. Ajalugu: omatarbelise ja kaubandusliku põllumajanduse areng eri ajaloo perioodidel, kodupiirkonna põllumajanduse areng. Ühiskonnaõpetus: <u>üleilmsed probleemid</u>, tööjõu õiglane kasutamine, arenenud riikide toiduabi. Matemaatika: statistiliste andmete töötlemine, visualiseerimine (tulemuste esitamine tabelite ja graafikutena), analüüs ja tulemuste tõlgendamine.

	Eesti keel ja võõrkeeled: <u>töötamine teabematerjalidega</u> arendab õpilaste teabe hankimise, teksti mõistmise ja analüüsimise oskusi. Õpilased õpivad kriitiliselt hindama teksti usaldusväärsust, eristama fakti ja arvamust. Erinevaid uurimuslikke esitlusi ning ettekandeid (poster, referaat, PowerPoint ettekanne vms) luues kujundatakse oskust end selgelt ja asjakohaselt väljendada nii suuliselt kui ka kirjalikult. Areneb õpilase ainealane sõnavara. Elukestev õpe ja karjääri kujundamine: õpilased teavad põllumajandusliku karjääri võimalusi ja mõistavad, mis oskustega töötajaid vajab nüüdisaegse põllumajandus. Keskkond ja jätkusuutlik areng: arutelude ja uurimuslike ülesannete kaudu omandavad õpilased teadmisi põllumajandusliku tootmise keskkonna mõjust ja võimalustest tagada toiduga kindlustatus maailmas. Toob näiteid ringmajanduse põhimõtete rakendumisest toidutootmises. Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus: mõistab aktuaalsed toidutootmise probleeme nii kohalikul, riigi ja rahvusvahelisel tasandil. On koolikeskkonnas säästlik tarbija. Kultuuriline identiteet: tutvudes maailma eri tüüpi põllumajandusettevõttega mõistavad õppijad kultuuriga määratud elupraktikate eripära. Teabekeskond ja meediakasutus: arutelude ja uurimuslike ülesannete tarbeks kasutab info otsimiseks turvaliselt teabekeskonda, hindab allikaid kriitiliselt, austab intellektuaalset omandit ja loob kvaliteetset meediasisu. Tehnoloogia ja innovatsioon: toob näiteid kestlikku toidutootmist toetavatest tehnoloogiatest ja innovatsioonist. Tervis ja ohutus: väärtustab jätkusuutlikku toidu tootmist ja tarbimist, teeb sellele toetudes tervist edendavaid tarbimisotsuseid. Väärtused ja kõlblus: teab ja väärtustab õiglase kaubanduse põhimõtteid.
--	--

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) teab kestliku metsamajanduse olemust ja selle olulisust ning selgitab metsamajanduse ja -tööstusega seotud keskkonnaprobleeme;	Metsamajandus ja- tööstus ning keskkonnaprobleemid Metsavarude hindamise võimalused. Eri tüüpi metsade levik, nende majandamine ja kaitse. Metsade hävimine ja selle põhjused. Erinevate loodus- ja majandusoludega riikide metsamajandus- ja metsatööstus.

2) teab metsavarude hindamise võimalusi; 3) teab metsatüüpe ja maailma metsarikkamaid piirkondi ning seostab neid metsa kasutamise võimalustega; 4) võrdleb teabeallikate põhjal metsamajandust ja -tööstust eri riikides; 5) arutleb ökosüsteemi teenuste üle metsa näitel ja selgitab puidu rolli süsinikuringes.	Metsamajanduse- ja -tööstusega seotud keskkonnaprobleemid. Metsa ökosüsteemi teenused, roll aineringetes. Kestlik metsamajandus. Põhimõisted: metsatüüp, metsasus, puiduvaru, puidu juurdekasv, raieaht, metsamajandus, jätkusuutlik metsamajandus, metsade raadamine, metsaistandus, hoiumets, kaitsemets, tulundusmets, püsimetsandus, metsatööstus, metsatööstuse klaster, puidu väärimine, ökosüsteemi teenused. Praktilised tööd: 1) Teabeallikate põhjal ülevaate koostamine ühe valitud riigi metsamajandusest ja -tööstusest või riikide metsamajanduse võrdlus. Lõiming: Bioloogia: <u>Keskkonnategurite mõju elusorganismidele</u>; ökosüsteemid, keskkonnakaitse, säästva arengu strateegia, ökosüsteemiteenused, kodanikuaktiivsus keskkonnakaitset, toiduainete tootmine, Keemia: <u>süsinikuühendid</u>, puidukeemia Ühiskonnaõpetus: <u>kriitilise analüüsioskuse ja otsustusvõimelise kodaniku kujundamine</u>, jätkusuutlik areng, <u>üleilmsed probleemid</u>. Matemaatika: statistiliste andmete töötlemine, visualiseerimine (tulemuste esitamine tabelite ja graafikutena), analüüs ja tulemuste tõlgendamine. Eesti keel ja võõrkeeled: <u>töötamine teabematerjalidega</u> arendab õpilaste teabe hankimise, teksti mõistmise ja analüüsamise oskusi. Õpilased õpivad kriitiliselt hindama teksti usaldusväärsust, eristama fakti ja arvamust. Erinevaid uurimuslikke esitlusi ning ettekandeid (poster, referaat, PowerPoint ettekanne vms) luues kujundatakse oskust end selgelt ja asjakohaselt väljendada nii suuliselt kui ka kirjalikult. Areneb õpilase ainealne sõnavara. Elukestev õpe ja karjääri kujundamine: õpilased teavad metsamajandusliku karjääri võimalusi ja mõistavad, mis oskustega töötajaid vajab nüüdisaegse metsamajandus. Keskkond ja jätkusuutlik areng: arutelude ja uurimuslike ülesannete kaudu omandavad õpilased teadmisi metsamajanduse keskkonna mõjust ja metsade kestliku majandamise võimalustest. Toob näiteid ringmajanduse põhimõtete rakendumisest metsatööstuses ja metsade ökosüsteemiteenustest. Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus: arutlevad kestliku metsamajanduse olulisuse üle ja selgitab nende
---	---

	lahendusvõimalus nii kohalikul, riigi ja rahvusvahelisel tasandil, teeb jätkusuutlikke tarbimisotsuseid. Teabekeskond ja meediakasutus: arutelude ja uurimuslike ülesannete tarbeks kasutavad info otsimiseks turvaliselt teabekeskonda, hindab allikaid kriitiliselt, austab intellektuaalset omandit ja loob kvaliteetset meediasisu. Tehnoloogia ja innovatsioon: toovad näiteid kestlikku metsamajandamist toetavatest tehnoloogiatest ja eri majandamise viisidest. Kirjeldavad metsamajanduse ringmajanduse mudelit. Väärtused ja kõlblus: väärtustavad metsade majandamise ühiskondlikke kokkuleppeid.
--	---

Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) arutleb maailma energiamajanduse muutuste üle ning seostab energiamajanduse arengu kliimapolitikaga; 2) iseloomustab teabeallikate põhjal energiaallikate paiknemist maailmas ja seostab neid kasutamise võimalustega; 3) analüüsib teabeallikate põhjal riikide energiamajandust ning sellega seotud majandus-, sotsiaal- ja keskkonnaprobleeme; 4) arutleb energiamajanduse jätkusuutlikkuse teemadel.	Energiamajandus ja keskkonnaprobleemid Maailma energiaprobleemid. Muutused energiamajanduses seoses kliimapolitikaga, energiamajanduse jätkusuutlikkus. Uued tehnoloogiad energiamajanduses. Energiaressursside paiknemine maailmas ja eri riikide kasutusvõimalused. Energiamajandusega kaasnevad majandus-, sotsiaal- ja keskkonnaprobleemid eri riikides. Põhimõisted: energiamajandus, energiajulgeolek, taastuvad ja taastumatud energiaallikad, fossiilsed kütused, tuuma-, hüdro-, tuule-, päikese-, biomassi-, loodete ja geotermaalenergia, energiakriis, Kyoto protokoll, saastekvoot, rohepööre Praktilised tööd: 1) Teabeallikate põhjal ülevaate koostamine mõne riigi või piirkonna energiamajandusest. Lõiming: Bioloogia: <u>kliimaneutraalus</u>, <u>rohepööre</u>, keskkonnadilemmad. Keemia: <u>süsinikuühendid</u>; õhu saastumine. Füüsika: Energia liigid ja nende kasutamine; <u>Elekter</u>, <u>st elektrienergia</u>, <u>elektrivõrk</u>, energiaprobleemid. Ajalugu: energiaressursid konfliktide allikana. Ühiskonnaõpetus: <u>kriitilise analüüsioskuse ja otsustusvõimelise kodaniku kujundamine</u>, jätkusuutlik areng, <u>üleilmsed probleemid</u>. Matemaatika: statistiliste andmete töötlemine, visualiseerimine (tulemuste esitamine tabelite ja graafikutena), analüüs ja tulemuste tõlgendamine.

	Eesti keel ja võõrkeeled: <u>töötamine teabematerjalidega</u> arendab õpilaste teabe hankimise, teksti mõistmise ja analüüsimise oskusi. Õpilased õpivad kriitiliselt hindama teksti usaldusväärsust, eristama fakti ja arvamust. Erinevaid uurimuslikke esitlusi ning ettekandeid (poster, referaat, PowerPoint ettekanne vms) luues kujundatakse oskust end selgelt ja asjakohaselt väljendada nii suuliselt kui ka kirjalikult. Areneb õpilase ainealne sõnavara. Elukestev õpe ja karjääri kujundamine: teavad tehnoloogiavaldkonna karjäärivõimaluste mitmekesisust energiamajanduses. Keskkond ja jätkusuutlik areng: kliimapolitiika seostamine energiamajanduse arengutega kujundab õppijate tarbimiskäitumist ning teadlikkust väljakutsest kohaneda ja leevendada kliimamuutusi. Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus: on teadlikud, milliseid väljakutseid nii isiklikul kui riigi tasandil esitab energiavarude ammendumine, kasvav energianõudlus ja energiaturgude volatiilsus. Mõistavad kodanike kaasamise tähtsust riigi energiamajandust hõlmate otsuste vastuvõtmisel. Teabekeskond ja meediakasutus: arutelude ja uurimuslike ülesannete tarbeks kasutavad info otsimiseks turvaliselt teabekeskonda, hindavad allikaid kriitiliselt, austavad intellektuaalset omandit ja loovad kvaliteetset meediasisu. Tehnoloogia ja innovatsioon: analüüsivad energiamajanduse tehnoloogiliste uuenduste eeliseid ja puudusi Tervis ja ohutus: hindavad kriitiliselt eri energiatootmisettevõtte mõju keskkonnale sh tervisele. Väärtused ja kõlblus: isiklik eeskuju ja vastutus energiatarbimisel, säästev majandamine.
--	---

KEEMIA

Õppeaine kirjeldus

Keemial on oluline roll õpilaste loodusteadusliku maailmapildi kujunemisel. Gümnaasiumi keemiaõpe tugineb põhikoolis omandatud teadmiste, oskuste ja hoiakutele ning seostub gümnaasiumi füüsikas, bioloogias, matemaatikas jt õppeainetes õpitavaga, toetades samaaegu teiste õppeainete õpet. Keemiat õppides areneb õpilastel loodusteaduslik pädevus ning omandatakse positiivne hoiak keemia ja teiste loodusteaduste suhtes ning mõistetakse loodusteaduste tähtsust inimühiskonna majanduse, tehnoloogia ja kultuuri arengus. Õpilastel kujuneb vastutustundlik suhtumine elukeskkonnasse ning õpitakse väärtustama tervislikku ja kestlikku eluviisi. Keemias ning teistes loodusainetes omandatud teadmised, oskused ja hoiakud on aluseks sisemiselt motiveeritud elukestvale õppimisele. Õpilastel kujuneb gümnaasiumitasemele vastav loodusteaduslik pädevus ning terviklik loodusteaduslik maailmapilt.

Nad õpivad tundma aine ehituse põhialuseid ning keemiliste protsesside peamisi seaduspärasusi. Õpilastel kujuneb ülevaade anorgaanilistest ja orgaanilistest ainetest, nende peamistest omadustest ja ainetevahelistest seostest, keemia tulevikusuundumustest ning keemiaga seotud elukutsetest, mis toetab õpilasi edasises karjäärivalikus.

Probleemülesannete lahendamine aitab õpilastel mõista ainete koostise ja ehituse mõju ainete omadustele ning selle kaudu ainete rakendamise võimalustele. Keemiaõpingutes on olulisel kohal uurimisülesanded, mille lahendamisega kujunevad õpilastel probleemide esitamise, hüpoteeside sõnastamise ja katsete või vaatluste plaanimise ning nende tegemise, mõõtevahendite kasutamise, tulemuste analüüsimise ja tõlgendamise oskused. Keemia arvutusülesandeid lahendades pööratakse tähelepanu eelkõige käsitletavate probleemide sisulisele mõistmisele, tulemuste analüüsile ning järelduste tegemisele. Tähtsal kohal on teabeallikate kasutamise ja neis leiduva teabe analüüsimise ning kriitilise hindamise oskuse kujundamine, samuti uurimistulemuste suuline ja kirjalik esitamine. Kõigis õppeetappides rakendatakse tehnoloogilisi vahendeid ja IKT võimalusi. Keemiat õppides pööratakse tähelepanu seostele teiste loodusteadustega ning keskendutakse looduses (sh inimeses endas) toimuvatele protsessidele ning inimese suhetele ümbritsevate loodus- ja tehismaterjalidega. Õpitakse omandatud teadmisi ja oskusi rakendama igapäevaelu probleeme lahendades, kompetentseid ja eetilisi otsuseid langetades ning oma tegevuse võimalikke tagajärgi hinnates. Probleemipõhine, õpilaskeskne ja igapäevaeluga seostatud käsitlus ning õpilaste individuaalsete iseärasuste arvestamine toetavad õpilaste sisemise õpimotivatsiooni kujunemist ja püsimist ning võimete mitmekülgset arengut. Selleks kasutatakse erinevaid aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, arutelu, ajurünnakuid, õppekäike jms. Aktiivõppe põhimõtteid järgiv õpe toetab õpilaste kõrgemate mõtlemistasandite arengut.

Gümnaasiumi keemiaõpe süvendab põhikoolis omandatud teadmisi, oskusi ja vilumusi. Võrreldes põhikooliga käsitletakse keemilisi objekte ja nähtusi sügavamalt, täpsemalt ning süsteemsemalt, pöörates suuremat tähelepanu seoste loomisele eri nähtuste ja seaduspärasuste vahel. Õppes lisandub induktiivsele käsitlusele deduktiivne käsitlus. Õpitakse tegema järeldusi õpitu põhjal, seostama erinevaid nähtusi, eristama olulist ebaolulisest ja rakendama õpitud seaduspärasusi uudsetes olukordades. Keemiat nagu teisigi loodusteadusi õppides on tähtis õpilase isiksuse kujunemine: iseseisvuse, mõtlemisvõime ja koostööoskuse areng ning vastutustunde ja tööharjumuste kujunemine.

I kursus „Keemia alused“

Teema: Keemia kui teadus ja selle areng	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd
Õpilane: 1) on omandanud ettekujutuse keemia ajaloolisest arengust; 2) eristab kvalitatiivset ja kvantitatiivset analüüsi ning füüsikalisi ja keemilisi uurimismeetodeid.	Õppesisu: Keemia kui teaduse kujunemine. Füüsikalised ja keemilised uurimismeetodid keemias. Keemiaga seotud karjäärivalikud. Lõiming: Meenutatakse põhikoolis õpitud teadmisi keemia ajaloost. Teema on otseselt lõimitud

	ajaloo ja füüsikaga, kuid erinevad ajaloolised aspektid võimaldavad lõimingut ka muusikaõpetusega, bioloogiaga, geograafiaga, keeleteadusega jmt.
Teema: Aine ehitus	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd
Õpilane: 1) kirjeldab elektronide paiknemist A-rühmade elementide aatomi välises elektronkihis (üksikud elektronid, elektronipaarid); 2) põhjendab A-rühmade elementide metallilisuse ja mittemetallilisuse muutumist perioodilisustabelis seoses aatomi ehituse muutumisega; 3) määrab A-rühmade elementide maksimaalseid ja minimaalseid oksüdatsiooniastmeid ning koostab elementide tüüpühendite valemeid; 4) selgitab tüüpiliste näidete varal kovalentse, ioonilise, metallilise ja vesiniksideme olemust, hindab kovalentse sideme polaarsust; 5) seostab ainete füüsikalisi omadusi keemiliste sidemete ja molekulide vastastiktoime mõjuga;	Õppesisu: Tänapäevane ettekujutus aatomi ehitusest. Informatsioon perioodilisustabelis ja selle tõlgendamine. Keemilise sideme liigid. Vesinikside. Molekulidevahelised jõud. Ainete füüsikaliste omaduste sõltuvus aine ehitusest. Mõisted: aatomorbitaal, mittepolaarne kovalentne side, polaarne kovalentne side, osalaeng, vesinikside Lõiming: Antud teema on seotud meid ümbritseva maailmaga (värvid, lahused, vitamiinid, lahustid jmt) ning teiste õppeainetega: bioloogia (nt DNA), geograafia (nt veekogudesse sattunud kemikaalid), füüsika (nt ainete omadused).
Teema: Keemiliste reaktsioonide seaduspärasused	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd
Õpilane: 1) mõistab, et keemilise reaktsiooni kulgemiseks on tarvis aktiivset põrget, seostab aktiveerimisenergiat keemilise reaktsiooni kiirusega; 2) uurib keemiliste reaktsioonide soojusefekte ning selgitab neid, lähtudes keemiliste sidemete tekkimisel ja lagunemisel esinevatest energiamuutustest; 3) uurib keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toimet ning põhjendab nende mõju, selgitab keemiliste protsesside kiiruse muutmist argielus; 4) mõistab, et pöörduvate reaktsioonide puhul tekib vastassuunas kulgevate protsesside vahel tasakaal, uurib keemilise tasakaalu	Õppesisu: Keemilise reaktsiooni aktiveerimisenergia, aktiivsed põrked. Ekso- ja endotermilised reaktsioonid. Keemilise reaktsiooni kiirus, seda mõjutavad tegurid. Keemiline tasakaal ja selle nihkumine. Mõisted: reaktsiooni aktiveerimisenergia, reaktsiooni soojusefekt, keemilise reaktsiooni kiirus, katalüsaator, pöörduv reaktsioon, pöördumatu reaktsioon, keemiline tasakaal; Lõiming: Antud teema on seotud füüsika, bioloogia, geograafia ja matemaatikaga. Ainepõhise lõimituse tase sõltub teema käsitlemise

asendi nihutamise võimalusi ning toob sellekohaseid näiteid argielust ja tehnoloogiast;	sügavusest. Kui läbida teemasid lihtsalt, siis saab tuua mitmesuguseid näiteid loodusest ja meid ümbritsevatest protsessidest (näiteks: kanamunakoore valmimine, kõrgmäestikus matkates hapniku tarbimine; puuhalgude lõhkumise vajadus kui soovitakse kiiresti põlevat küttekollet, lehtede kõdunemine, vee sulamine jmt). Teemat diferentseerides võivad õpilased lahendada erineva raskusastmega võrrandeid, koostada graafiku ja neid analüüsida. Praktilised tööd: 1) keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toime uurimine; 2) keemilise reaktsiooni soojusefekti uurimine; 3) keemilise tasakaalu nihkumise uurimine;
Teema: Lahustumisprotsess ja keemilised reaktsioonid lahustes	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd
Õpilane: 1) kirjeldab lahuste teket ioonilise ja kovalentse sidemega ainetest, eristab tugevaid ja nõrku elektrolüüte ning mitteelektrolüüte, uurib ja võrdleb nende lahuste omadusi; 2) selgitab happe ja aluse mõistet protolüütilise teooria põhjal; 3) arvutab aine molaarset kontsentratsiooni lahuses; 4) uurib ionidevahelisi reaktsioone lahustes, koostab nende reaktsioonide võrrandeid molekulaarsel ja ioonsel kujul.	Õppesisu: Ainete lahustumisprotsess. Elektrolüüdid ja mitteelektrolüüdid; tugevad ja nõrgad elektrolüüdid. Hapete ja aluste protolüütiline teooria. Molaarne kontsentratsioon. Ioonidevahelised reaktsioonid lahustes, nende kulgemise tingimused. Mõisted: hüdraatumine, elektrolüüt, mitteelektrolüüt, tugev elektrolüüt, nõrk elektrolüüt, hape, alus, molaarne kontsentratsioon. Lõiming: Antud teema on lõimitud liikumisõpetusega (organismide elektrolüütide vajadus enne ja pärast treeninguid), osa teemast on lõimitud füüsikaga (lahustuvus, soojusefekt, elektrolüütide olemus), ionide määramise osa võimaldab mõista looduses olevate lahuste koostist laiemalt- seega on seotud keskkonnateadusega (geograafia ja bioloogia). Erinevate meetodite (nt tiitrimine, indikaatorid, happe-alus omadused jmt) tutvustamisel on võimalik seostada teemat ajalooga. Teema on väga oluline järgnevate

	keemias õpitavate teemade mõistmiseks ja rakendamiseks (nt elektrolüüs). Praktilised tööd: 1) lahustumise soojusefektide uurimine; 2) mitteelektrolüütide, nõrkade ja tugevate 3) elektrolüütide lahuste omaduste uurimine; 4) ioonidevaheliste reaktsioonide toimumise uurimine; 5) kindla molaarse kontsentratsiooniga lahuse valmistamine, lahuse molaarse kontsentratsiooni määramine.
--	---

II kursus „Anorgaanilised ained“

Teema: Metallid	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd
Õpilane: 1) hindab metallide keemilist aktiivsust ja prognoosib keemilisi omadusi, lähtudes vastava elemendi asukohast perioodilisustabelis ja pingereas, koostab selle põhjal reaktsioonivõrrandeid vastava metalli reageerimisest mittemetalliga, veega, lahjendatud hapete ja soolade lahustega; 2) uurib ja võrdleb praktiliselt metallide keemilist aktiivsust, kasutades selleks metallide reageerimist veega ning hapete ja soolade lahustega; 3) kirjeldab õpitud metallide ja nende sulamite rakendamise võimalusi praktikas, seostades neid materjalide omadustega; 4) teab levinumaid metallide looduslikke ühendeid ja nende rakendusi; 5) selgitab metallide saamise põhimõtet metalliühendite redutseerimisel ning korrosiooni metallide oksüdeerumisel; 6) selgitab korrosiooni ja metallide tootmisreaktsioonide energeetilist efekti, põhjendab nende vastassuunalisust; 7) uurib korrosiooni, valib ja põhjendab esemete korrosioonikaitseks sobivaid võimalusi;	Õppesisu: Ülevaade metallide iseloomulikest füüsikalistest ja keemilistest omadustest. Metallide keemilise aktiivsuse võrdlus; metallide pingerida. Metallid ja nende ühendid igapäevaelus ning looduses. Metallidega seotud redoksprotsessid: metallide saamine maagist, elektrolüüs, korrosioon, keemilised vooluallikad. Saagise- ja kaoprotsendi ja lisandite arvestamine moolarvutustes reaktsioonivõrrandi järgi. Mõisted: maak, elektrolüüs, korrosioon, keemiline vooluallikas, saagis. Lõiming: See teema lõimub kõige tugevamini põhikooli ja gümnaasiumi füüsikaga (elektrivoolu toimed, elektrivool metallides ja vedelikes) ning geograafiaga (loodusvarade majandamine). Praktilised tööd: 1) metallide füüsikaliste omaduste ja keemilise aktiivsuse võrdlemine; 2) metallide korrosiooni mõjutavate tegurite ning korrosioonitõrje võimaluste uurimine ja võrdlemine;

8) analüüsib metallidega seotud redoksprotsesside toimumise üldisi põhimõtteid elektrolüüsi, korrosiooni ja keemilise vooluallika korral; 9) lahendab arvutusülesandeid reaktsioonivõrrandite järgi, arvestades saagise- ja kaoprotsenti ning lisandeid.	3) metallide tootmise, elektrolüüsi ja keemilise vooluallika uurimine.
Teema: Mittemetallid	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd
Õpilane: 1) seostab tuntumate mittemetallide ning nende tüüpühendite keemilisi omadusi vastava elemendi asukohaga perioodilisustabelis; 2) uurib õpitud mittemetallide ja nende ühendite iseloomulikke omadusi ning koostab vastavate keemiliste reaktsioonide võrrandeid; 3) kirjeldab õpitud mittemetallide ja nende ühendite tähtsust looduses ja/või rakendamise võimalusi praktikas, seostades seda vastava keemilise elemendi ja ainete omadustega.	Õppesisu: Ülevaade mittemetallide füüsikalistest ja keemilistest omadustest olenevalt elemendi asukohast perioodilisustabelis. Mittemetallide keemilise aktiivsuse võrdlus. Mõne mittemetalli ja tema ühendite käsitlus (vabal valikul, looduses ja/või tööstuses kulgevate protsesside näitel). Mõisted: allotroopia. Lõiming: antud teemaga on seostatud erinevad loodusteaduslikud ained (bioloogia, geograafia, inimeseõpetus), aga ka ühiskonnaõpetus ja ajalugu. Mittemetallid on mõjutanud ja mõjutavad ka edaspidi kogu elusloodust (sh inimkonda tervikuna). Selleks, et osata hinnata ning mõista meid ümbritsevat keskkonda ning inimõju keskkonnale on vajalik mõista erinevate mittemetalliliste ainete aineringeid. Samuti omandatakse antud teemaplokis üldised teadmised mittemetallides, mida rakendatakse edasi orgaanilise keemiaga seotud kursuses. Praktilised tööd: 1) mittemetallide ja/või nende iseloomulike ühendite saamine, omaduste uurimine ning võrdlemine.

III kursus „Orgaaniline keemia“

Teema: Orgaaniliste ühendite struktuuri kujutamine; alkaanid	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd

Õpilane: 1) kasutab erinevaid molekuli koostise ja ehituse kujutamise viise: lihtsustatud struktuurivalem, tasapinnaline ehk klassikaline struktuurivalem, molekuli graafiline kujutis; analüüsib ühendi struktuurivalemis sisalduvat teavet; 2) rakendab süstemaatilise nomenklatuuri põhimõtteid alkaanide näitel;	Õppesisu: Süsinikuühendite struktuur ja selle kujutamise viisid. Alkaanid, nomenklatuuri põhimõtted, isomeeria. Mõisted: isomeeria, alkaan ehk küllastunud süsivesinik. Lõiming: Selle teema õpitulemused lõimuvad kõige tugevamalt geograafiaga, sh geograafia gümnaasiumi kursuse „Loodusvarade majandamine ja keskkonnaprobleemid“ teemaga "Energiamajandus ja keskkonnaprobleemid". Praktilised tööd: 1) süsivesinike ja nende derivaatide molekulimudelite ja struktuurivalemite koostamine ja uurimine, sh digitaalses keskkonnas.
Teema: Asendatud alkaanid, nende füüsikalised omadused	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd
Õpilane: 1) seostab alkoholide, halogeeniühendite ja primaarsete amiinide süstemaatiliste nimetuste eesvõi lõppliiteid vastavate aineklassidega, määrab molekuli struktuuri või nimetuse põhjal ühendi aineklassi; 2) hindab aine struktuuri põhjal aine lahustuvust eri lahustites ja keemistemperatuuri;	Õppesisu: Asendatud alkaanide (halogeeniühendite, alkoholide, primaarsete amiinide) füüsikaliste omaduste sõltuvus struktuurist. Mõisted: asendatud süsivesinik Lõiming: Selle teema õpitulemused lõimuvad kõige tugevamalt füüsikaga, sh füüsika gümnaasiumi kursusega „Mikro- ja megamaailma füüsika“, sh õpitulemus aine olekute kirjeldamisest, kasutades faasi ja faasisiirde mõistet. Praktilised tööd: 1) molekulidevaheliste jõudude tugevuse uurimine aurustumissoojuse võrdlemise teel; 2) hüdrofiilsete ja hüdrofoobsete ainete vastastiktoime veega uurimine.
Teema: Küllastumata ja aromaatsed süsivesinikud, nedne keemilised omadused	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd

Õpilane: 1) võrdleb küllastunud, küllastumata ja aromaatsete süsivesinike keemilisi omadusi, koostab lihtsamaid reaktsioonivõrrandeid alkaanide, alkeenide ja areenide halogeenimise ning alkeenide hüdrogeenimise ja katalüütilise hüdraatimise reaktsioonide kohta; 2) kirjeldab tähtsamate süsivesinike ja nende derivaatide rakendusi argielus ning kasutamise kaasnavaid ohtusid, seostab neid ainete omadustega; 3) kujutab alkeenist tekkivat polümeeri lõiku;	Õppesisu: Küllastumata ja aromaatsete süsivesinike ning alkaanide keemiliste omaduste võrdlus. Liitumispolümerisatsioon. Süsivesinikud ja nende derivaadid looduses ning tööstuses. Mõisted: küllastumata süsivesinik, aromaadne ühend, liitumispolümerisatsioon. Lõiming: Selle teema õpitulemused lõimuvad kõige tugevamalt geograafiaga, sh geograafia gümnaasiumi kursuse „Loodusvarade majandamine ja keskkonnaprobleemid“ teemaga "Energiamajandus ja keskkonnaprobleemid".
Teema: Aldehüüdid, karboksüülhapped ning karboksüülhapete funktsionaalderivaadid	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd
Õpilane: 1) määrab aine struktuuri põhjal aldehüüdi, karboksüülhappe, karboksüülhappe soola, asendatud karboksüülhappe, estri ja amiidi kuuluvuse vastavasse aineklassi; 2) kirjeldab olulisemate karboksüülhapete omadusi ja tähtsust argielus ning looduses; 3) uurib ja selgitab seost alkoholide, aldehüüdide ja karboksüülhapete vahel; 4) uurib karboksüülhapete keemilisi omadusi, võrdleb karboksüülhapete ja anorgaaniliste hapete keemilisi omadusi ning koostab vastavate keemiliste reaktsioonide võrrandeid; 5) selgitab alkoholijoobega seotud keemilisi protsesse organismis, analüüsib alkoholi liigtarbimisest põhjustatud sotsiaalseid probleeme; 6) võrdleb estrite tekke- ja hüdroolüüsireaktsioone ning koostab vastavate keemiliste reaktsioonide võrrandeid, valmistab lihtsama estri;	Õppesisu: Aldehüüdid kui alkoholide oksüdeerumissaadused. Asendatud karboksüülhapped (aminohapped, hüdroksüühapped) ja karboksüülhapete funktsionaalderivaadid (estrid, amiidid). Mõisted: asendatud karboksüülhappe, karboksüülhappe funktsionaalderivaat, hüdroolüüs. Lõiming: Selle teema õpitulemused lõimuvad kõige tugevamalt bioloogiaga, sh bioloogia gümnaasiumi kursuse „Molekulaarsed protsessid“ õpitulemus "toob käärimise rakendusbioloogilisi näiteid" kui ka organismide energiavajadus tervikuna. Alkoholi liigtarbimise kahjulike tagajärgede analüüsimise õpitulemus lõimub nii inimeseõpetuse tervise ja turvalisuse teema õpitulemustega kui ka ühiskonnaõpetusega. Praktilised tööd:

	1) alkoholi ja aldehüüdi oksüdeeruvuse uurimine ning võrdlemine; 2) karboksüülhapete omaduste uurimine ja võrdlemine teiste hapetega; 3) estri süntees;
Teema:	
Õpitulemused	Õppesisu, põhimõisted, lõiming, praktilised tööd
Õpilane: 1) kujutab lähteühendite struktuurivalemite põhjal tekkiva kondensatsioonipolümeeri lõiku; 2) selgitab rasvhapete, rasvade, sahhariidide, aminohapete ja valkude ehitust ning uurib nende omadusi.	Õppesisu: Polükondensatsioon. Orgaanilised ühendid organismides: rasvad, sahhariidid, valgud. Mõisted: polükondensatsioon. Lõiming: Selle teema õpitulemused lõimuvad kõige tugevamalt bioloogiaga, sh bioloogia gümnaasiumi kursuse "Rakud ja organismid" õpitulemustega organismide koostisest, nt "seostab süsivesikute, lipiidide ja valkude ehitust nende ülesannetega". Kooli õppekavas on vaja täpsustada lõiming vastavate õpitulemuste saavutamisel sõltuvalt sellest, kas õpilased õpivad ajaliselt esmalt orgaanilist keemiat või bioloogiat. On oluline, et sõltumata järjekorrast kujuneks õpilasel terviklik arusaam sahhariidide, valkude ja lipiidide ehitusest ja funktsioonidest. Et teema sisu on vahetult seotud toitumisega, siis lõimub see ka sotsiaalsainetest inimeseõpetuses olulisel kohal olevate tervislike eluviiside kujundamisega. Praktilised tööd: 1) kondensatsioonipolümeeri süntees ja omaduste uurimine; 2) sahhariidide hüdrolyüsi uurimine; 3) valkude omaduste uurimine.