

## **Ainevaldkond LOODUSAINED**

### **LOODUSAINED PÕHIKOO LIS**

#### **Õppe- ja kasvatuseesmärgid**

Loodusainete õpetusega taotletakse, et põhikooli lõpetaja:

- tunneb huvi keskkonna, selle uurimise ning loodusteaduste ja tehnoloogia valdkonna vastu ning on motiveeritud elukestvaks õppeks;
- vaatab, analüüsib ning selgitab keskkonna objekte ja protsesse, leiab nendevahelisi seoseid ning teeb üldistavaid järeldusi, rakendades loodusainetes omandatud teadmisi ja oskusi;
- oskab märgata ja lahendada loodusteaduslikke probleeme, kasutades loodusteaduslikku meetodit, ning esitada saadud järeldusi kirjalikult ja suuliselt;
- oskab teha igapäevaelulisi looduskeskkonnaga seotud pädevaid otsuseid, arvestades loodusteaduslikke, majanduslikke, eetilisi-moraalseid seisukohti ja õigusakte ning prognoosida otsuste mõju;
- kasutab loodusteaduste- ja tehnoloogilase info hankimiseks erinevaid, sh elektroonilisi allikaid, analüüsib ja hindab kriitiliselt neis sisalduva info õigsust ning rakendab seda probleeme lahendades;
- on omandanud süsteemse ülevaate looduskeskkonnas toimuvatest peamistest protsessidest ning mõistab loodusteaduste arengut kui protsessi, mis loob uusi teadmisi ja annab selgitusi ümbritseva kohta ning millel on praktilisi väljundeid;
- mõistab loodusainete omavahelisi seoseid ja erisusi, on omandanud ülevaate valdkonna elukutsetest ning rakendab loodusainetes saadud teadmisi ja oskusi elukutsevalikus;
- väärtustab keskkonda kui tervikut, sellega seotud vastutustundlikku ja säästvat eluviisi ning järgib tervislikke eluviise;
- tunneb seotust ümbritseva maailmaga;
- oskab tavalisemaid aia- ja põllutöid;
- teadvustab enda kui üksikindiviidi vastutust looduse ees.

#### **Ainevaldkonna kirjeldus**

Valdkonna ained on:

- loodusõpetus (1.–7. klass)
- bioloogia (7.–9. klass)
- geograafia (5.–9. klass)
- keemia (7.–9. klass)
- füüsika (6.–9. klass).

Loodusainete õpetus põhikoolis hõlmab ümbritsevat maailma ja inimest selle sees kõige laiemas mõttes. I kooliastmel esineb ta üldise loodusõpetusena ja 3.-4. klassis koduloona; II kooliastmel leiab käsitlemist looma-, taime-, kivimiõpetuses ja geograafias; III kooliastmel loodusõpetuses, geograafias, inimeseõpetuses inimese anatoomia ja füsioloogia tähenduses ning bioloogias. Täppisteadustest lisanduvad keemia ja füüsika (esimene fenomenoloogilistel vaatlustel põhinev füüsikaperiood on 6. klassis).

Loodusaineid õpetatakse tavaliselt perioodõppe vormis, vaid 1. ja 2. klassis on need integreeritud põhitundi või toimuvad ainetundidena (eelistatult õuesõppe vormis). Kõik loodusained kuuluvad valdavalt klassiõpetaja ülesannete hulka, 9. klassi bioloogiat, inimeseõpetust, geograafiat, keemiat ja füüsikat õpetab vastava ettevalmistusega spetsialist. Lähtuvalt õpetajate kolleegiumi otsusest ja klassiõpetaja soovist võib ainespetsialisti kaasata ka varem.

Lapse arengupsühholoogiast lähtuvalt ei ole veel 1. ja 2. klassis vajadust lahutada „mina” ja maailma. Ka ümbritseva maailma objektides ja nähtustes pole veel teravat piiri elutu, elava ja hingestatu vahel. Waldorfpedagoogika vastab lapsest tulenevale maailma kui terviku kogemise vajadusele. Loodusobjekte, -nähtusi ja -seaduspärasusi eakohases muinasjutukeeles lapsele vahendades võimaldab õpetaja looduse hingestatud läbielamist. Selline õpetus ei ole vastuolus II kooliastme lõpus ja III kooliastmel juurutatava loodusteadusliku mõtteviisiga, vaid loob sellele sobiva eetilise aluse.

Üheksanda eluaastaga kaasneb teravdatum piiri tunnetamine sise- ja välismaailma vahel. Loodusõpetus, mis varem oli tervik, liigendub nüüd aja ja ruumi järgi – ühelt poolt areneb ta koduloo kaudu geograafiaks ja ajalooks, teiselt poolt praktiliseks loodusõpetuseks ja loodusteadusteks (6. klassi füüsika). II ja III kooliastmes lähtub loodusõpetuse ainekäsitus – looma-, taime- ja kivimiõpetus ning astronoomia – printsibist „elusalt elutule” ehk lapsele lähemaist, tunnetega seostuvaist loodusriikidest kaugemate, uuriva mõtlemisega hõlmatavateni.

III kooliastmes on õpilased jõudnud murdeikka. Füüsilise ja hingelise muutuse kõrval toimub lapsest noorukiikka üleminekul ka vaimne teadvusemuutus. Üha tugevamini areneb mõisteline mõtlemine, mis püüab avastada seoseid üksiknähtuste vahel ja jõuda seeläbi uue terviklikkuse-kogemiseni. Terviklik mõtlemine selles eas tähendab läbielatu tõstmist mõttesfääri. Arenev kausaalne mõtlemisvõime loob soodsa pinnase loodusteadusliku mõtteviisi rakendamiseks. Õpilased peavad omandama tähtsamate eluprotsessidega seotud elementaarsed mõisted, teadmised ja oskused. See aitab realiseerida soovi olla igal võimalusel teadmishimuline ja uudishimulik oma ümbruse suhtes.

Esmasesse huvisfääri tõuseb kõik otseselt inimesega seonduv. Inimese anatoomia ja füsioloogia annavad heitlikule tundeelule tasakaaluks reaalseid, objektiivseid teadmisi inimesest. Ka geograafia seostub kõige otsesemalt inimesega. Võõraste paikkondade käsitlemisel on esiplaanil vaimsed ja kultuurilised aspektid. III kooliastme bioloogiaõpetus põhineb I ja II kooliastme loodusõpetusest saadud teadmistel, oskustel ja hoiakutel ning jätkab ja täpsustab looduse tundmaõppimist. 9. klassi bioloogia hõlmab ka keskkonnaõpetuse.

Loodusainete ainevihikutesse teevad õpilased lisaks tekstile (teemakokkuvõtted, kirjeldused, iseseisvad tööd jne) teemakohased illustratsioonid ja joonised. Selline ainevihik täidab õpilase jaoks õpiku funktsiooni. Lisamaterjali valiku eest hoolitseb õpetaja, selleks võib kasutada kooli raamatukogu, ilmunud perioodikat, teatmeteoseid, internetiväljaandeid jne. Õpitakse iseseisvalt leidma ja kasutama sobivat teavet erinevatest allikatest.

### **Üldpädevuste kujundamine**

Loodusainetes saavad õpilased tervikülevaate looduskeskkonnas valitsevatest seostest ja vastasmõjudest ning inimtegevuse mõjust keskkonnale. Koos sellega arendatakse õpilaste väärtuspädevust – kujundatakse positiivne hoiak kõige elava ja ümbritseva suhtes, arendatakse huvi loodusteaduste kui uusi teadmisi ja lahendusi pakkuva kultuurinähtuse vastu, teadvustatakse loodusliku mitmekesisuse tähtsust ning selle kaitse vajadust, väärtustatakse jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning kujundatakse tervislikke eluviise.

Õpilaste sotsiaalse pädevuse areng kaasneb õppes toimuva inimtegevuse mõju hindamisega looduskeskkonnale, kohalike ja globaalsete keskkonnaprobleemide teadvustamisega ning neile lahenduste leidmisega. Olulisel kohal on dilemmaprobleemide lahendamine, kus otsuseid langetades tuleb lisaks loodusteaduslikele seisukohtadele arvestada inimühiskonnaga seotud aspekte – seadusandlikke, majanduslikke ning eetilis-moraalseid seisukohti. Sotsiaalset pädevust kujundavad ka loodusainetes rakendatavad aktiivõppemeetodid: rühmatöö uurimuslikus õppes ja dilemmaprobleemide lahendamisel, vaatlus- ja katsetulemuste analüüs ning kokkuvõtete suuline esitus.

Enesemääratluspädevust arendatakse eelkõige bioloogi tundides, kus käsitletakse inimese anatoomia, füsioloogia ja tervislike eluviiside teemasid: selgitatakse individuaalset energia- ja toitumisvajadust, tervisliku treeningu individualiseeritust, haigestumistega seotud riske ning tervislike eluviiside erinevaid aspekte.

Loodusained toetavad õpipädevuse kujunemist erinevate õpitegevuste kaudu. Nii näiteks arendatakse õpipädevust probleemide lahendamise ja uurimusliku õppe rakendamisega: õpilased omandavad oskused leida loodusteaduslikku infot, sõnastada probleeme ja uurimisküsimusi, planeerida ja teha katset või vaatlust ning teha kokkuvõtteid.

Suhtluspädevuse arendamine kaasneb loodusteadusliku info otsimisega erinevatest allikatest, sh internetist, ning leitud teabe analüüsiga ja tõepärasuse hindamisega. Olulisel kohal on vaatlus- ja katsetulemuste korrektne vormistamine ning kokkuvõtete kirjalik ja suuline esitus. Ühtlasi arendavad kõik loodusained vastavatele teadusharudele iseloomulike mõistete ja sümbolite korrektset kasutamist nii abstraktses teaduslikus kui ka konkreetsetes igapäevases kontekstis.

Matemaatikapädevuse areng kaasneb eelkõige uurimusliku õppega, kus õpilastel tuleb katse- või vaatlusandmeid esitada tabelitena ja arvjoonistena, neid analüüsida, leida omavahelisi seoseid ning siduda arvulisi näitajaid lahendatava probleemiga. Peale uurimusliku õppe koostatakse ja analüüsitakse arvjooniseid kõigis loodusainetes, esitades eri objekte ja protsesse, neid võrreldes ning omavahel seostades.

Ettevõtlikkuspädevust kujundades on oluline koht loodusainete rakendusteaduslikel teemadel, kus ilmnevad abstraktsete teadusfaktide ja -teooriate igapäevaelulised väljundid. Koos sellega saadakse ülevaade loodusteadustega seotud elukutsetest ning vastava valdkonnaga tegelevatest teadusasutusest ja ettevõtetest. Ettevõtlikkuspädevuse arengut toetab uurimuslik käsitlus, kus süsteemselt planeeritakse katseid ja vaatlusi ning analüüsitakse tulemusi. Tähtsal kohal on keskkonnaga seotud dilemmade lahendamine ja pädevate otsuste tegemine, mis lisaks teaduslikele seisukohtadele arvestavad sotsiaalseid aspekte.

### **Läbivad teemad**

Loodusteaduslikel ainetel on kandev roll läbiva teema „Keskkond ja jätkusuutlik areng” elluviimisel.

Teema „Elukestev õpe ja karjääri planeerimine”. Loodusteadusharidus on osa üldharidusest, mis on oluline õpilaste arengule. Loodusainetes omandatud teadmised, oskused ja hoiakud lõimituna teistes õppeainetes omandatuga on aluseks sisemiselt motiveeritud elukestvale õppimisele.

Loodusaineid õpetades kasvatatakse õpilaste teadlikkust karjäärivõimalustest ning vahendatakse neile teavet edasiõppimisvõimaluste kohta loodusteaduslikel erialadel.

Läbivat teemat „Teabekeskond” käsitletakse seondult eri infoallikatest teabe kogumise, teabe kriitilise hindamise ning kasutamisega.

Loodusained toetavad läbivat teemat „Tehnoloogia ja innovatsioon” IKT rakendamise kaudu aineõpetuses.

Teema „Tervis ja ohutus”. Loodusainete õppimine aitab õpilastel mõista tervete eluviiside ja tervisliku toitumise tähtsust ning mõista keskkonna ja tervise seoseid. Teoreetilise aluse õigele tervisekäitumisele annavad eelkõige bioloogia ja keemia. Loodusainete õppimine praktiliste tööde kaudu arendab õpilaste oskust rakendada ohutusnõudeid.

Teema „Väärtused ja kõlblus”. Loodusteaduslike teadmiste ja oskuste alusel kujunevad elu ning elukeskkonna säilitamiseks vajalikud väärtushinnangud.

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

Läbiv teema „Kultuuriline identiteet” lõimub loodusteaduste kaudu, mis moodustavad teatud osa kultuurist, kuhu on oma panuse andnud ka Eestiga seotud loodusteadlased. Maailma kultuuriline mitmekesisus lõimub rahvastikuteemadega geograafias.

## **Hindamine**

I kooliastmes hinnatakse õpilasi eelkõige tunnitegevuste põhjal. 1.–3. klassi õpilased saavad pidevat suulist tagasisidet õppetundides või mõne muu õppetegevuse käigus, vanematele kirjeldatakse laste edasijõudmist õppeaasta jooksul toimuvatel klassi lastevanemate õhtutel ja arenguestlustel. Õppeaasta lõpus saab õpilane kirjaliku sõnalise kokkuvõtte oma tugevustest ja nõrkustest, omandatud teadmistest ja oskustest, väärtustest ja hoiakutest ning aasta jooksul toimunud arengust.

II kooliastmes saavad õpilased pidevat suulist tagasisidet õppetundides või mõne muu õppetegevuse käigus, nende vanemad aga õppeaasta jooksul toimuvatel vanemateõhtutel ja arenguestlustel. Õppeaasta lõpus saab 4. klassi õpilane kirjaliku sõnalise ülevaate toimunud arengust, teadmistest ja oskustest, tugevustest ja nõrkustest ning hoiakutest ja väärtustest. 5.–6. klassi õpilased ja lapsevanemad saavad lisaks suulisele tagasisidele iga õppeveerandi lõpus kirjaliku sõnalise tunnistuse, milles antakse ülevaade tunniaktiivsusest, õppevahendite korrashoiust, koduste tööde tegemisest, kirjalikest töödest ning suulisest vastamisest ja üldistest hoiakutest.

III kooliastmes saavad õpilased pidevat suulist tagasisidet õppetundides või mõne muu õppetegevuse käigus, nende vanemad aga õppeaasta jooksul toimuvatel vanemateõhtutel ja arenguestlustel. Õpilased ja lapsevanemad saavad lisaks suulisele tagasisidele iga õppeveerandi lõpus kirjaliku sõnalise tunnistuse, milles antakse ülevaade tunniaktiivsusest, õppevahendite korrashoiust, koduste tööde tegemisest, kirjalikest töödest ning suulisest vastamisest ja üldistest hoiakutest. 9. klassis võrreldakse õpilase arengut õppekavas toodud oodatavate tulemustega, kasutades numbrilist hindamist. Kokkuvõttev hinne lisatakse kirjeldavale tunnistusele.

# LOODUSÕPETUS

## I kooliaste

### **Juhtmotiivid**

1. kooliastmel käsitletakse loodusõpetust vahetute meelemuljete ja õpetaja jutustuste põhjal. Olenemata põhitunni ainek, juhik klassiõpetaja lapsi päeva sissejuhatuseks vestlema oma tähelepanekutest looduse kohta: muljed kooliteel, aastaegade vaheldumine, aastaajad, ilm. Laste elamused, aga ka see, mida nad kooliteel või ühistel retkedel kogevad, äratavad huvi looduse vastu.

Põhitunni jutustavas osas kuulevad lapsed muinasjutte, kus loodus on veel isikustatud ning suhtleb inimesega vahetult. Kõik jutustatu peab ajendama last järele mõtlema. Õpetaja jutustab lugusid ja legende taimedest, tuues esile konkreetsele taimel iseloomuliku. Loomamui- nasjuttudes ning valmides esinevad loomad lapsele tuttavate hingeomaduste kandjaina. Õpe- taja ülesanne on esitada looduse tõsiasju eakohases vormis: et lapses looduse vastu huvi ja armastust äratada.

Selline õpetus algklassides võimaldab sujuva ülemineku loodusteaduslikule mõtteviisile II kooliastme lõpul ja III kooliastmel. Looduse hingestatud läbielamine lapseas loob tunde, et maailmas pole midagi tähtsusetut ega tühist. Sellelt aluselt sünnib tõeline loodushoid ning hilisem keskkonnateadlikkus.

1. klassis integreeritakse loodusõpetus emakeele tundidesse. 2. klassis toimub loodusõpetus eraldi ainetunnina-koos tehakse retki loodusesse.

3. klassis lisanduvad jutukesed vanemast külaelust ja talutöödest, kohalikud tekkemuistendid ning legendid.

7-9. eluaastal toimub oluline murrang lapse arengus. Laps seob ennast maailmaga kõige otse- semalt 3. klassis põllu- ning talutööde tehes (maakündmine, vilja külvamine ja koristamine, lambapügamine, või valmistamine jne) ja ehitust planeerides ning teostades (majake, püstko- da vms). Külastatakse mõnd vana ametit valdavalt meistrit. Põllutööde tehakse võimalusel vanu tööriistu ning töövõtteid kasutades. Sel viisil muutub kodukoha ajalugu praktiliseks elamu- seks.

3. klassi loodusõpetuse sisuks on kodulugu ja selle nime all märgitakse see ka tunnistusele.

Esmased teadmised loodus-, tervis- ja keskkonnahoiust saadakse koolielu igapäeva- situatsioonides: enda, klassi ja kooliümbruse korrashoid, prügi sorteerimine jne.

## **2. klass**

### **Õpitulemused**

2. klassi lõpetaja:

tunneb huvi looduse ja selle uurimise vastu;

- hoolib elusolenditest ja nende vajadustest;
- tunneb kooli- ja koduümbruse loodust;
- oskab juhendavate küsimuste põhjal teha tähelepanekuid looduse kohta;
- märkab ja oskab kirjeldada aastaajalisi muutusi looduses;

- oskab ise jutustada mõnda lugu või muinasjuttu loodusest;
- tunneb aastaaegu, kuid, nädalapäevi, kella;
- oskab loodusmaterjali kasutada meisterdamiseks;
- oskab ohutult käituda kodus, koolis, liikluses ja looduses;
- on teadlik enda võimalustest loodushoidu panustamisel;
- teeb lihtsamaid loodusvaatlusi

## Õppesisu

### Kodupaiga loodus

Minu kodumaa Eesti. Kodukoht. Aastaajad, nende vaheldumine looduses seoses soojuse ja valguse muutustega. Ilmastikunähtused. Kodupaiga elustiku mitmekesisus, taimed, loomad, seened ja samblikud eri aastaegadel. Organismide kasvamine ja areng. Kodukoha maastikuline mitmekesisus. Loodusvaatlused. Vee- ja õhutemperatuuri mõõtmine. Loodusteemalised jutud, muinasjutud, mõistujutud, tekkemuistendid, legendid, mõistatused. Meisterdamine loodusmaterjalidest.

### Aeg

Aasta. Kuud. Nädalapäevad. Öö ja päeva vaheldumine. Kell.

### Inimene, tema elukeskkond ja eluviis

Inimese välisehitus ja meeled, asjade ning materjalide kogemine eri meeltega. Õpilaste pik-kuste mõõtmine ja võrdlemine. Inimese toiduvajadused ja tervislik toitumine. Hügieen kui tervist hoidev tegevus. Inimese elukeskkond. Ohutu käitumine kodus ja koolis (elekter, mürgised ained, tuli jm), liikluses (sõidukite kiirus, kokkupõrkeoht jne), looduses (mürgitaimed jm). Säastev eluviis.

### **Lõiming teiste ainetega**

Loodusteemalised jutud, muinasjutud, mõistujutud, tekkemuistendid, valmid, legendid ja mõistatused lõimuvad eesti keele, võõrkeelte ja religiooniga. Mõõtmine, kaalumine, ühikud ja ajaarvestus (aasta, kuu, nädal jne) on kokkupuutepunktiks matemaatikaga. Muusikas lauldakse loodusteemalisi laule, käsitöös meisterdatakse looduslikest materjalidest. Maalimine, vormijoonistamine, liikumine ja eurütmia ammutavad ainetest meid ümbritseva looduse vormidest, liikumistest ja karakteritest.

## **3. klass**

### **Õpitulemused**

3. klassi lõpetaja:

- armastab loodust;
- naudib õuesviibimist;
- tunneb huvi looduse ja selle uurimise vastu ning kasutab julgelt loovust ja fantaasiat;
- hoolib elusolenditest ja nende vajadustest;
- tunneb kooli- ja koduümbruse loodust;
- märkab ja oskab kirjeldada aastaajalisi muutusi looduses;
- teeb lihtsamaid loodusvaatlusi ning uurimuslikke tegevusi;
- tunneb lihtsaid põllutöid;
- oskab ehitustööks vajalikke töövõtteid (läbitud projekti raames);
- tunneb vanu põllutööriistu ja teisi töö- ning majapidamisvahendeid;
- tunneb vanu elukutseid;

- oskab nimetada rahvakalendri tähtpäevi;
- teab, et rahvakalender on seotud kuu faasidega;
- oskab võrrelda inimeste elu maal ja linnas;
- oskab ohutult käituda kodus, koolis, liikluses ja looduses;
- teab, miks ja kuidas hoida keskkonda kodus, koolis ja looduses.

## **Õppesisu**

### Kodulugu

Põllumees ja tema töö. Kündmine, äestamine, külvamine. Hobune ja hobuseriistad. Erinevad teraviljad. Vilja koristamine, peksmine ja jahvatamine, leiva küpsetamine. Karjakasvatus. Koduloomad.

Rahvakalender ja põllumehe aastaring.

Muud vanad elukutsed (nt jahimees, kalamees, puuraidur, metsavaht, pagar, rätsep, kingsepp, pottsepp, turbalõikaja, kraavikaevaja, tisler, sadulsepp, nahaparkal, ketraja, kangur, sepp). Mõne ametiga seotud tegevuste praktiline tundmaõppimine.

Erinevad ehitusprojektiga seotud tegevused: nt palgi koorimine, laudade naelutamine, mördi valmistamine (lubja kustutamine), telliste valmistamine (kuivatamine, põletamine), müürladumine. Praktiline kaalumine, mõõtmine ja võrdlemine.

### **Lõiming teiste ainetega**

Loodusteemalised ja koduloolised jutud, muinasjutud, mõistujutud, tekkemuistendid, valmid, legendid ja mõistatused lõimuvad eesti keele, võõrkeelte ja religiooniga. Mõõtmine, kaalumine, ühikud ja ajaarvestus (aasta, kuu, nädal jne) on kokkupuutepunktiks matemaatikaga. Muusikas lauldakse loodusteemalisi laule, käsitöös meisterdatakse looduslikest materjalidest. Maalimine, vormijoonistamine, liikumine ja eurütmia ammutavad ainetest meid ümbritseva looduse vormidest, liikumistest ja karakteritest ja põllumehe ning teiste ametimeeste töödest ja tegemistest.

### **Erinevused riiklikust õppekavast**

I kooliastmes näeb riiklik õppekava ette 3 loodusõpetuse tundi. TWG õppekavas on I kooliastmes 2 loodusõpetuse tundi – 3. klassis. 1. ja 2. klassis on loodusõpetus integreeritud igapäevaselt põhitundi.

Waldorfkooli õppekavas ei jagata pedagoogilistel kaalutlustel loodust I kooliastmes elus ja eluta osaks, vaid lastakse kasvaval lapsel selle tunnetuseni jõuda ise. Mõisted *liik*, *kooslus* ja *toiduahel* jäävad II kooliastmesse, kui algab looma- ja taimeriigi ning mineraalse maailma süsteemne tundmaõppimine. Kompassi õpivad lapsed kasutama 4. klassi koduloo epohhis, Eesti geograafiat 5. klassi geograafiatundides ja magnetnähtusi 6. klassi füüsikas.

3. klassi loodusõpetuse sisuks on kodulugu ja selle nime all märgitakse see ka tunnistusele.

## **II kooliaste**

### **Juhtmotiivid**

II kooliastme klassides jaguneb loodusõpetus igal aastal kaheks suureks teemaks:

- 4. klassis inimese- ja loomaõpetus ning kodulugu;
- 5. klassis inimese- ja loomaõpetus ning taimeõpetus;
- 6. klassis taimeõpetus ja kivimiõpetus.

Selliste nimede all kirjutatakse need ka tunnistusele.

4. klassi koduloo epohh on seotud ümbruskonna geograafiliste ja majanduslike tingimuste kujunemisega. Käsitletakse seoseid nii pinnamoe, erinevate looduslike tegurite kui ka ajalooliste muutustega. Võimalusel korraldatakse matk jõe lähtest suudmeni. Kujundatakse ainevihik, mis sisaldab kokkuvõtteid käsitletud teemadest, skeeme, pilte, luuletusi ja mõistatusi. Eraldi võib pidada ilmavaatlus- või praktiliste tööde päevikut. Harjutatakse esimeste ümbruskonna plaanide joonistamist, võib valmistada lähema ümbruse või maastikuvormide savimudeleid. Kodulugu seostub ka iga õpilase perekonna looga. Lapsed uurivad oma perekonnapärimust.

II kooliastmel lähtub loodusõpetus ainekäsitluses – looma-, taime- ja kivimiõpetus – printsiibist "elusalt elutule, lähemalt kaugemale". Loomas avaldub ärgas, aktiivne hingeelu, ta kannab endas tunde ja instinkte. Elava looduse esindajana on loomariik loodusriikidest inimesele lähedasim. Inimene on selles eas alati õpetuse lähtepunktiks. Õppeaine algab inimese vaatlemisega. Inimese üldist füüsilist liigendatust – pea, kere, jäsemed – kohtame samuti loomariigis. Erinevalt inimesest areneb iga loomaliik ühekülgsest: domineerivad üksikud meeled, edasiliikumisviis jne koos vastavate elundite ja elundisüsteemidega. Kõik see on ka inimeses, kuid teiste võimetega tasakaalus. Õpetaja juhib õpilaste tähelepanu asjaolule, et igas üksikfunktsioonis on keegi loomariigi esindajatest, kes ületab inimese võimed mitmekordselt, kuid inimene on loomast siiski mitmekülgsem ning vabam otsustama. Õpetaja valib tunnis käsitlevad loomariigi esindajad (nn tüüploomad) vastavalt nende eluviiside iseärasustele. Õppetegevuse vormiks on pildiline, kirjeldav õpetus. Õpetaja jutustuse, hilisema meenutamise ning kirjaliku kokkuvõtte ja selle illustreerimise käigus omandavad õpilased uued mõisted ning loomade eluviisi ja keskkonnaga seotud sõnavara. Loomade süstemaatiliseks kirjeldamiseks kasutatakse kava. Iseseisvaks tööks sobivad ettekanded loomadest.

Kui loomaõpetuses domineeris kirjeldus loomast kui hingeelu instinktiivse poole esindajast, siis 5. klassi taimeõpetus pöördub vaatluse ja hingelise elamuse kaudu rohkem mõtlemise poole. Vaatlused, küsimused ja järeldused on meetod taimemaailma tundmaõppimiseks. Taimeriiki vaadeldakse tõusva reana madalamatelt taimedelt kõrgematele seoses lapse ja noore inimese arengustaadiumitega. Taime üksteisele järgnevates arenguvormides ilmneb nähtava pildina lapse uute võimete eristumine ja kujunemine. Lapses toimub see protsess hingelise arenguna ja on seeläbi elamusena tuttav. Vaadeldakse taimeelu aastaringis ja selle seost maa, kuu ja päikesega. Õpetaja puudutab põgusalt ka taimeriigi eripära üle terve maailma. Seega on bioloogiaõpetuse kesksed juhtmotiivid, evolutsiooniidee ja ökoloogiline aspekt lapsepärasel kujul algusest peale esindatud.

Projektitöödest võib taimeõpetusega seostada ravimtaimede kogumise ja klassi ravimtaimeapteegi rajamise, mesila külastamise, peenarde rajamise vms.

Iseseisva aineperioodina 6. klassis lisanduv kivimiõpetus ehk mineraloogia jätkab looma- ja taimeõpetusega alanud erinevate loodusriikide käsitlemist. Kivimiõpetusega jõutakse inimesest kõige kaugemal asuva loodusriigini. Võrreldes looma- ja taimeriiigiga on kivimimaailm kõige rohkem "surnud" ning allub seetõttu kõige enam füüsikaseadustele. Tajuv ja kaasaalav tunnetus annab samm-sammult koha mõtlevale tunnetusele. Puberteedia lähenedes areneb kaasaalse mõtlemise võime. Põhjuse-tagajärje seose mõistmine on oluline kolme põhilise kivimigrupi – sette-, tard- ja moondekivimid – õpetamisel.

Kivimiõpetust saadavad võimalusel õppekäigud või ka erinevate kivimite uurimine laboratoorse tööna. Iga paikkond võimaldab teha lihtsaid aluspinna vaatlusi. Õppetöö käigus valmib klassi kivimikollektsioon.

Loomaõpetusega alanud loodusriikide tundmaõppimise lõpetab astronoomia 7. klassis.

#### **4. klass**

##### **Õpitulemused**

4. klassi lõpetaja:

- armastab loodust;
- naudib õuesviibimist;
- tunneb huvi looduse ja selle uurimise vastu ning kasutab julgelt loovust ja fantaasiat;
- hoolib elusolenditest ja nende vajadustest;
- omab ülevaadet inimese kehaehitusest ja tähtsamatest elundkondadest;
- tunneb kodumaa loomi ja oskab neid kava põhjal kirjeldada;
- nimetab õigesti loomade-lindude kehaosi;
- oskab võrrelda inimest erinevate õpitud loomadega;
- mõistab looma kehaehituse, eluviisi ja elukeskkonna vahelisi seoseid;
- tunneb ilmakaari ja oskab neid kaardil ning looduses määrata (päikeses ja kompassi järgi);
- mõistab mõõtkava tähendust;
- seostab kaardil olevaid objekte looduses olevatega;
- oskab joonistada tuttava koha plaani;
- oskab jutustada oma kodukoha minevikust ning võrrelda, mis on muutunud;
- teab õpitud rahvakalendri tähtpäevi;
- teab, et rahvakalender on seotud kuu faasidega;
- tunneb kuu faase;
- teab pööripäevi ja päikese näivat teekonda eri aastaaegadel;
- leiab tähistavaid Suure Vankri ja Põhjanaela;
- väärtustab tervislikku eluviisi;
- oskab sõnastada oma tähelepanekuid, esitada küsimusi;
- kavandab ja viib ohutult läbi lihtsamaid praktilisi töid;
- oskab ohutult käituda kodus, koolis, liikluses ja looduses;
- teab, miks ja kuidas hoida keskkonda kodus, koolis ja looduses.

##### **Õppesisu**

###### Inimese- ja loomaõpetus

Inimese üldine liigendus (pea, kere, jäsemed). Sellega seotud tähtsaimad funktsioonid: jäsemete erinev kasutamine; seedimine, hingamine ja südametöö; närvi-meelteelundkond. Organismi terviklikkus. Tervislikud eluviisid.

Inimeselt loomariigile: kaheksajalg (või seepia) kui inimese pea võrdpilt, hiir või lammas – loom, kelle kere domineerib tema kehakujus ning eluviisis.

Erinevad Eestimaa loomad, nende eluavalduused ja kohastumused elukeskkonnaga (nt järv, jõgi, mets, soo) ning liikidevahelised seosed. Liigi mõiste. Käsitletava looma elupaika ja eluviisi, toitumist, anatoomiat ja füsioloogiat piltlikult kirjeldavad jutustused. Omadused, mis erinevate loomade puhul domineerivad.

Inimese võrdlus õpitavate loomadega. Inimese ja looma jäsemed, nende erinevused ja sarnasused. Käed ja jalad kui inimese vabaduse võrdpilt.

Väike loodusteaduslik uurimus, näiteks lähedalasuva veekogu elustiku uurimine.

### Kodulugu

Ilmakaared ning nende määramine looduses (päikese järgi) ja kaardil. Kompass. Päike, Kuu ja tähed. Päikese tõusmis- ja loojumissuund eri aastaajadel, aastaajalised muutused päikese keskpäevases kõrguses. Ilmavaatlused. Pilvede liigid. Sademed. Tuul. Tähistaevas. Tuntumad tähtkujud. Suur Vanker ja Põhjanaan. Pööripäevad. Kuu faasid ja rahvakalendri seos nendega. Rahvajutud kuust, päikesest, tähtedest. Kodukoha ja selle lähema ümbruse geograafiline ja ajalooline areng. Tekkemuistendid, legendid. Pinnamoe mõju inimtegevusele ja inimese kujundatud pinnavormid. Pinnavormid, nende kujutamine kaardil, leppemärgid, leppevärvid, samakõrgusjooned, tuuleroos, legend, mõõtkava. Klassi, kooliümbruse või koolitee plaani joonistamine. Koduasula plaan. Perekond, perepärimus. Sugupuu.

### **Lõiming teiste ainetega**

Kirjelduste kirjutamine, temaatiliste lugude ja legendide kuulamine ning luuletuste lugemine lõimub eesti keelega. Ilmavaatlused, plaani joonistamine mõõtkava järgi, samuti ajaga seotud loodunähtuste vaatlemine lõimuvad matemaatikaga. Loodusõpetuse teemadest ammutab ainetest maalimine. Liikumistundides tantsitakse Eesti folkloorseid tantse, muusikas õpitakse rahvalaule ja lauldakse loodusest ja aastaajadest.

## **5. klass**

### **Õpitulemused**

5. klassi lõpetaja:

- armastab loodust;
- naudib õuesviibimist;
- tunneb huvi looduse ja selle uurimise vastu ning kasutab julgelt loovust ja fantaasiat;
- hoolib elusolenditest ja nende vajadustest;
- omab ülevaadet inimese kehaehitusest ja tähtsamatest elundkondadest;
- tunneb õpitud loomi ja oskab neid kava põhjal kirjeldada;
- joonistab looma ja lindu õpetaja juhendamisel;
- nimetab õigesti loomade-lindude kehaosi;
- oskab võrrelda inimest erinevate õpitud loomadega;
- oskab märgata loomariigi mitmekesisust;
- mõistab looma kehaehituse, eluviisi ja elukeskkonna vahelisi seoseid;
- teab keskkonnamuutuste ohtu looma- ja linnuliikidele;
- oskab nimetada kaitse all olevaid looma- ja linnuliike;
- omab pilti taimest kui tervikust;
- tunneb taimeriigi üldist klassifikatsiooni;
- tunneb õpitud taimi, teab nende kasvukohta ja oskab neid kava põhjal kirjeldada;
- hindab kodukoha õhu seisundit samblike esinemise põhjal;
- oskab õpetaja juhendamisel joonistada konkreetset taime tema eripära väljatoomisega;

- oskab sõnastada oma tähelepanekuid, esitada küsimusi;
- kavandab ja viib ohutult läbi lihtsamaid praktilisi töid;
- oskab ohutult käituda kodus, koolis, liikluses ja looduses;
- teab, miks ja kuidas hoida keskkonda kodus, koolis ja looduses.

## Õppesisu

### Inimese- ja loomaõpetus

Inimene, tema meeled, rütmilised elundkonnad (hingamis- ja vereringeelundkond) ja seede-elundkond.

Kotkas, lõvi ja veis oma loomulikus elukeskkonnas, nende kohastumused. Kotka domineerivad nägemis- ja hingamiselundid ning luustiku õhulisus. Lõvi ja tema hästi välja arenenud hingamis- ning vereringeelundkond. Veise ja seedeelundkonna domineerimine.

Valikuline üleminek teistele loomarühmadele: linnud (N: röövlinnud; laululinnud; vee- ja maalinnud), kiskjad (N: karu; kaslased; koerlased), rohusööjad (N: kaljukits, mägikits, jõehobu, siga; hirv, metskits ja põder; kaelkirjak). Loomad nende loomulikus elukeskkonnas, nende eluavaldused, kohastumused elukeskkonnaga ja liikidevahelised seosed.

Kaitse all olevad ja ohustatud loomaliigid.

### Taimeõpetus

Taimeorganid: fantaasiaküllane pilt taime juurest, varrest, lehest, õiest ja viljast mõne tuntud taime näitel. Taimeriigi liigendus: vetikad, samblad, sõnajalg-, paljasseemne- ja katteseemnetaimed – elavad kirjeldused taimedest, nende kasvamisest ja arengust. Taimeriigi mitmekesisus: niit kui rohttaimede, mets kui puude, soo kui puhmaste, metsaserv kui põõsaste pärusmaa; leht- ja okaspuude polaarsus, kuuse ja männi polaarsus, liaanid, epifüüdid. Taimede, seente ning samblike võrdlus. Salumets kui taimeriigi läbilõige – metsarinded.

## Lõiming teiste ainetega

Loodusõpetus seostub geograafiaga – kus Eestis paiknevad õpitavatele taime- ja loomaliikidele iseloomulikud elupaigad. Kirjelduste kirjutamine ning teemakohaste luuletuste lugemine lõimub eesti keelega. Loodusõpetuse teemadest ammutab ainetest maalimine.

## 6. klass

### Õpitulemused

6. klassi lõpetaja:

- armastab loodust;
- naudib õuesviibimist;
- tunneb huvi looduse ja selle uurimise vastu ning kasutab julgelt loovust ja fantaasiat;
- hoolib elusolenditest ja nende vajadustest;
- omab pilti taimest kui tervikust;
- tunneb taimeriigi üldist klassifikatsiooni;
- tunneb õistaimede klassifitseerimist õieehituse alusel;
- tunneb õpitud taimi, teab nende kasvukohta ja oskab neid kava põhjal kirjeldada;
- oskab õpetaja juhendamisel joonistada konkreetset taime tema eripära väljatoomisega;
- oskab nimetada õisi tolmeldavaid putukaid;
- oskab nimetada tuultolmlejad-taimi;
- tunneb mesindussaadusi ja nende kasutamist;
- tunneb õpitud aia- ja põllukultuure;
- tunneb enamkasutatavaid ravimtaimi ja nende kasutusalasid;
- tunneb mulla ehitust ja kujunemist;

- mõistab mulla tähtsust;
- mõistab ökosüsteemis toimivaid organismidevahelisi suhteid;
- koostab õpitud liikidest toiduahelaid ja toiduvõrgustikke;
- mõistab aineringe olemust;
- väärtustab elurikkust;
- teab keskkonnamuutuste ohtu taimeliikidele;
- oskab nimetada kaitse all olevaid taimeliike;
- omab ettekujutust Maa siseehitusest ja maakoore ehitusest;
- omab teadmisi endogeensetest geoloogilistest protsessidest (laamade liikumine, mäestike teke, maavärinad, vulkanism, maakoore kõikuvliikumised) ja nendega kaasnevatest nähtustest;
- omab teadmisi Maad kujundavatest eksogeensetest tegutitest (tuul, vooluvesi, meri, liustikud, inimtegevus jm);
- oskab kirjeldada noort ja vana mäestikku;
- kirjeldab pildi või skeemi järgi veeringet;
- tunneb Eesti aluspinnalist ehitust, levinumaid maavarasid (graniiti, paekivi, põlevkivi, liiva, kruusa, savi, turvast) ja nende kasutusvõimalusi;
- mõistab põlevkivi kasutamise seotud probleeme;
- oskab nimetada graniidi koostisosi kvartsi, pävakivi ja vilku;
- toob näiteid mandrijää mõju kohta Eesti pinnamoe kujunemisele;
- tunneb kivimite üldist jaotust nende tekke järgi tard- sette- ja moondekivimiteks, oskab tuua näiteid erineva tekkega kivimite kohta ning tunneb neid;
- tunneb mõningaid vääriskiviliike;
- oskab sõnastada oma tähelepanekuid, esitada küsimusi;
- mõistab loodusteaduslikku teksti;
- oskab kasutada mudeleid protsesside selgitamiseks;
- kavandab ja viib ohutult läbi lihtsamaid praktilisi töid;
- teeb loodusteaduslike tõendusmaterjalide põhjal tõeseid järeldusi ja otsustusi;
- leiab eri allikatest loodusteaduslikku teavet ning hindab infoallika usaldusväärtust;
- oskab vastandada teaduslikku ja mitteteaduslikku seletust;
- oskab ohutult käituda kodus, koolis, liikluses ja looduses;
- teab, miks ja kuidas hoida keskkonda kodus, koolis ja looduses.

## Õppesisu

### Taimeõpetus

Liilialised, ristõielised, sarikõielised, korvõielised, huulõielised, tulikalised ja roosõielised aastaringis. (Põhjalikumalt käsitletakse igast sugukonnast ühte esindajat.) Õisi tolmeldavad putukad. Õie ehituse ja putukaliikide seosed. Tuultolmlemine. Puude õitsemine ja viljumine. Mesilased. Mesi ja teised mesindussaadused. Niidud kui Eesti liigirikkaimad kooslused. Pärastkooslus. Ravimtaimed, nende kasutamine.

Mulla koostis ja kujunemine. Mulla viljakus. Vee liikumine mullas. Mullaorganismid. Mulla osa kooslustes. Aed kui kooslus. Viljapuu-, juurvilja- ja iluaed. Aiataimed. Sordi mõiste. Fotosüntees. Tootjad, tarbijad ja lagundajad. Toitumissuhted ökosüsteemis. Toiduahelate ja toiduvõrgustike moodustumine tootjatest, tarbijatest ning lagundajatest. Aineringe. Põld kui

kooslus. Umbrohud ja prahitaimed. Keemilise tõrje mõju loodusele. Inimtegevuse mõju mul-  
lale. Mulla reostumine ja hävimine. Mahepõllundus. Mulla kaitse.

Kaitse all olevad ja ohustatud taimeliigid. Ülevaade eluslooduse mitmekesisusest Eestis. Bio-  
loogilise mitmekesisuse kaitse. Inimese mõju ökosüsteemidele.

### Kivimiõpetus

Eesti maastik – kuplid, voored, tasandik; liiv, moreen, savi, lubjakivi, rändrahnud, kivistik. Eesti geoloogiline läbilõige, Põhja- ja Lõuna-Eesti aluspõhja erinevus. Põhjavesi ja vee ring-  
käik looduses. Põhjaveetekkelised pinnavormid.

Mineraalid ja kivimid. Graniit ja selle koostisosad: põldpagu, kvarts ja vilgukivi. Kivimite  
jaotus tekke järgi sette-, tard- ja moondekivimiteks. Kivimite ringe. Maavarad. Maavarade  
kaevandamine. Vääriskivid ja poolvääriskivid, nende levikualad ning töötlemine.

Planeet Maa. Maa siseehitus. Maakoore ehitus. Laamtektoonika. Mäestikud ja vulkaanid.  
Kuumaveeallikad ja geisrid. Mäestikuteke, vanad ja noored Maa osad. Noored kurdmäestikud  
(näiteks Alpid, Himaalaja, Andid), riftiorud (nt. Punase mere Jordani org, Reini org jne).  
Maavärinad ja maakoore aeglased kõikumised. Endogeenide protsessidega kaasnevad  
nähtused. Paralleelid maakera loodusvööndite ja mäestike kõrgusvööndilisuse vahel.

Maapinda kujundavad eksogeensed protsessid ning tekkivad pinnavormid. Liikuv vee ja  
tuule kulutav toime (erosioon.) Liustikud. Liustikutekkelised pinnavormid. Mandrijää osa  
Eesti pinnamoe kujunemises. Liiva- ja lubjakivi. Fossiilid. Elu areng Maal. Põlevkivi. Eesti  
taastuvad ja taastumatud loodusvarad, nende kasutamine ja kaitse. Fossiilsed kütused ja nen-  
dega seotud keskkonnaprobleemid. Öhu tähtsus, omadused, koostis, koostise muutumine ja  
saastumise vältimine.

*Põhimõisted:* tuum, vahevöö, maakoore, litosfäär, laam, mandriline ja ookeaniline maakoore,  
mäestik, mineraal, kivim, settekivim, tardkivim, moondekivim, kivistis, maavarad, vulkaan,  
magma, laava, kuumaveeallikas, geiser, maavärin, seismilised lained, epitsenter, fookus, tsu-  
nami, mandriliustik, moreentasandik, karst, karstikoobas, maailma ulatuslikumad pinnavormid.

### **Lõiming teiste ainetega**

Kivimiõpetus seostub otseselt geograafiaga – pinnavormid Maa eri paikades. Pinnamoe muu-  
tumist põhjustavad füüsikalised nähtused. Ajalooliselt tähtsaid kõrgkultuure on mõjutanud  
mäestikud (nt Indias) ja hulgaliselt setteid kandvad suured jõed (nt Mesopotaamias, Egiptu-  
ses). Kirjelduste kirjutamine, teemakohaste luuletuste ja teabetekstide lugemine lõimub eesti  
keelega. Loodusõpetuse teemadest ammutab ainetest maalimine.

### **Erinevused riiklikust õppekavast**

II kooliastmes näeb riiklik õppekava ette 7 loodusõpetuse tundi. TWG õppekavas on II kooli-  
astmes 6 loodusõpetuse tundi – 2 tundi 4. klassis, 2 tundi 5. klassis, 2 tundi 6. klassis. Lisaks  
loodusõpetusele on TWG õppekavas II kooliastmes 2 geograafiat (5. ja 6. klassis) ning 1 füü-  
sika (6. klassis).

Kui vaadelda II kooliastme loodusõpetuse, geograafia ja füüsika ainekava nagu tervikut, siis  
vastab see valdavalt riikliku õppekava loodusõpetuse II kooliastme ainekavale, ainult et  
teemad on jagatud waldorfkoolile omastesse aineplokkidesse.

Pedagoogilistel kaalutlustel õpetatakse järgmisi teemasid III kooliastmes: ühe- ja hulkraksed  
organismid, inimese põlvnemine, mikroskoobi kasutamine.

Inimese anatoomiat ja füsioloogiat käsitletakse II kooliastmes üldjoontes, põhjalikult süvene-  
takse sellesse III kooliastme bioloogiatundides. Aastaaegade tekkimise ja Päikesesüsteemi

ehitusega tutvuvad õpilased põhjalikult 7. klassi loodusõpetuses. Vee ja õhu teema leiab II kooliastmes põgusat käsitlemist, süvendatult õpitakse neid 7. klassi füüsikas ja keemias.

Loodusõpetuse kokkuvõte kirjutatakse tunnistusele II kooliastmes kahe eraldi ainenä:

- 4. klassis – kodulugu; inimese- ja loomaõpetus;
- 5. klassis – taimeõpetus; inimese- ja loomaõpetus;
- 6. klassis – kivimiõpetus; taimeõpetus.

### **III kooliaste**

#### **Juhtmotiivid**

Astronoomia teemasid käsitletakse eraldi õppeperioodina 7. klassis. Alustatakse vaadeldavate taevanähtuste kirjeldamisega. Räägitakse nähtavast öötaevast, vaadeldakse tähtkujusid ja joonistatakse olulisemaid tähtkujusid kujutavaid kaarte. Kirjeldatakse Päikesesüsteemi planeete ja nende teekondi ning jälgitakse kuutsükleid.

Tähtede evolutsiooni tundmaõppimine murdeas annab teravdatud tunnetuse suurtest kosmilistest muutustest. Õpilasi võib innustada mõte, et erinevalt läbiuuritud ja turvalisest lähiümbrusest on maailmaruumis veel palju avastamisvõimalusi. Õpitakse tundma nii füüsika võimalusi kui ka piire tegelikkuse tunnetamisel. Soovitav on korraldada õppekäik observatooriumi. (Seda tuleks eelistada planetaariumile.)

Loodusõpetuse kokkuvõte kirjutatakse tunnistusele astronoomia nime all.

#### **7. klass**

#### **Õpitulemused**

7. klassi õpilane:

- tunneb huvi looduse vastu;
- oskab kirjeldada heliotsentrilise maailmapildi kujunemist ja teab sellega seotud teadlasi;
- tunneb astronoomias kasutatavaid mõisteid;
- omab ettekujutust universumi ehitust;
- omab ettekujutust Päikesesüsteemi kujunemisest ja ehitusest;
- oskab kirjeldada öö ja päeva tekkimist Maal;
- oskab kirjeldada aastaegade tekkimist Maal;
- oskab kirjeldada polaaröö ja -päeva tekkimist;
- teab Päikese mõju ööpäeva, aastaegade ja kliima kujunemisele Maal;
- oskab kirjeldada Kuu faaside kujunemist;
- oskab kirjeldada kuu- ja päikesevarjutuste teket;
- teab tähe ja planeedi põhilisi erinevusi;
- leiab taevavõlvilt ja taevakaardilt õpitud tähtkujud ja Põhjanaela ning määrab põhjasuuna.

#### **Õppesisu**

Astronoomia.

Ööpäev. Polaaröö ja -päev, ööpäeva puudumine. Ekvatoriaalsed taevaolud, aastaegade puudumine. Taevaolude mõju loodusele. Kohalik aeg, vööndiaeg, kuupäevaraja. Kalender. Tähtkujud. Märgatavad muutused tähistaevas öö jooksul. Tähtkujude tõus ja loojumine aasta jooksul. Tähe-, kuu- ja päikeseaja erinevus. Sodiaak. Päikesetõus ja -loojang aastaringis Maa eri paigus. Kevadpunkti nihkumine läbi sodiaagi. Kuu, selle faasid. Kuu tõusu- ja loojumisaegad kuu jooksul. Kuu- ja päikesevarjutus. Looded. Aasta, aastaegade vaheldumine. Nähtavad planeedid, nende erinevus kinnistähedest. Geo- ja heliotsentriline maailmapilt. Päikesesüsteem, selle ehitus, planeedid, kaaslased. Päikesekiirguse peegeldumine ja neeldumine. Gravitatsioon. Tehiskaaslased. Päike kui täht. Tähtede liigitus suuruse, spektriskaala järgi. Tähe evolutsioon. Termotuumareaktsioonid tähtedel. Tulevikuenergia küsimused. Tähistaeva kaart. Kinnistähed omavaheline liikumine. Linnutee galaktika. Galaktikad. Universumi mõistatused. Päikesekella valmistamine. Pööratava taevakaardi valmistamine. Öine matk ja observatooriumi külastamine. *Põhimõisted*: universum, galaktika, täht, tähtkuju, päikesesüsteem, planeet, gravitatsioon, asteroid, komeet, meteor, varjutused, vööndiaeg, kuupäevaraja.

### **Lõiming teiste ainetega**

Astronoomia tugineb 4. klassi loodusõpetuses õpitule. 7. klassi loodusõpetuses võetakse uue nurga alt läbi paljud loodusgeograafia teemad. Astronoomia aitab selgitada geograafias õpitavate piirkondade kliimatingimuste erinevusi ja selle seost Päikese mõjuga. Nähtusi aitavad seletada füüsikast saadud teadmised (valguse neeldumine ja peegeldumine, soojusnähtused). Astronoomia lõimub avastuste temaatikaga ajaloos. Ainete muundumist termotuumareaktsioonides aitab mõista keemia vanemas astmes. Vahemaade, kiiruste ja aja arvutamine, proportsioonid mudelite valmistamine jmt seostub matemaatikaga. Teemakohaste tekstide lugemine, kirjelduste kirjutamine ja klassis ettekandmine lõimub eesti keelega, arendades eneseväljendus- ja kirjutamisoskust. Epohhivihiku kujundamine, illustratsioonide ja jooniste tegemine on seotud kunstioskuste arendamisega. Loodusõpetuse teemadest ammutab ainetest maa-ilm.

### **Erinevused riiklikust õppekavast**

Riiklik õppekava näeb ette 2 loodusõpetuse tundi III kooliastmes 7. klassis. TWG õppekavas on 1 loodusõpetuse tund ja selle sisuks on astronoomia. Riikliku õppekavaga ette nähtud loodusõpetuse ainetik on jagatud keemia ning füüsika vahel. Loodusõpetuse kokkuvõtte kirjutatakse tunnistusele astronoomia nime all. Selles vanuses ei rõhutata õppes IKT kasutamise võimalusi. Küll kasutavad õpilased kaasaegseid tehnoloogilisi vahendeid info otsimiseks või kogumiseks, näiteks pildistamiseks.

## BIOLOOGIA

### III kooliaste

#### **Juhtmotiivid**

III kooliastmes algav bioloogia jaguneb waldorfkooli traditsiooni kohaselt kaheks suureks valdkonnaks – inimeseõpetuseks ja üldbioloogiaks. Selliste nimetuste all kirjutatakse need ained ka tunnistusele. Mõlemat valdkonda hinnatakse 9. klassis eraldi ja lõputunnistusele pannakse nende koondhinne.

7. klassis pöördub loodusteaduslik vaatlus tagasi inimese juurde (vrdl looma-, taime- ja kivi-miõpetusega II kooliastmel). See ajapunkt pole juhuslik. Murdealiste õpilaste esmasest huvisfääris on kõik otseselt inimesega seotud. Inimese anatoomia ja füsioloogia vastavad sellele huvile kõige kohasemalt ning annavad heitlikule tundeelule tasakaaluks reaalseid, objektiivseid teadmisi inimesest. Inimese skeleti, lihaste, meeleelundite ja elundkondade käsitlemine seostatakse alati tervisega ning sellega, kuidas nii keskkond kui inimese enda käitumine tema tervist mõjutavad. Objektiivsetele faktidele tuginedes leiab käsitlemist mõnu- ja sõltuvusainete temaatika. Oma keha uuel mõistmisel saavutavad õpilased samaaegselt teadlikuma suhte sellesse ning saavad praktilist abi puberteediproblemaatikas toimetulekuks. Inimese silma ja kõrva ehitust võib klassiõpetaja käsitleda ka füüsikaperioodi (optika, akustika) ajal. Skeleti ja lihaskonna koostoides avalduvad füüsikalised mehaanikaseadused. Inimese skeleti uurimisele annab must-valge joonistamine kunstiõpetuses (nt inimese kolju, labakäe luud vms) või savist modelleerimine (nt jäsemete peenenevad luud või selgroolülid) parema mõistmise.

7. klassi bioloogias jätkatakse II kooliastme loodusõpetuse tundides alustatud eluslooduse süsteemset tundmaõppimist. Käsitletakse selgroogsete loomade erinevate elundkondade ehitust ja talitlust võrreldakse seda inimese ehituse ja talitusega.

8. klassis algab põhjalikum tutvumine selgrootute loomadega. Samuti antakse ülevaade seenetest ja mikroorganismidest. Kasutusele võetakse mikroskoop. Pikemalt puudutatakse organismide paljunemise ja arengu teemat.

Füüsilise murdeea läbinud õpilases ärkab tunnetus- ja teadushuvi. 9. klassi bioloogiaõpetus ühendab eelnevalt loodusõpetuse ja bioloogia tundides omandatu. Nüüd muutub iseäranis oluliseks oskus teha põhjalikumaid loodusvaatlusi ja väljendada looduse kohta oma tähelepanekuid. Sisuliselt töötatakse edasi paljude 8. klassi teemadega, kuid rohkem süvendatult, teaduslikult. Suuri ülevaateid (eluslooduse liigitus, bioloogiline ja sotsiaalne evolutsioon) puudutab õpetaja kirjeldavalt, nende süsteemne käsitus on ülaastme teema. 9. klassi bioloogia hõlmab ka keskkonnaõpetuse.

Õppetegevus võimaldab erinevaid individuaalse ja gruppitöö vorme. . Esmatähtsaks saab kõik iseseisvat mõtlemist ergutav – diskussioonid, probleemolukordade lahendamine jms.

#### **Läbivad teemad**

**Elukestev õpe ja karjääri planeerimine.** Bioloogia ainekavas pööratakse tähelepanu enesejuhitud õppimise oskuste kujundamisele läbi uurimuslike tööde, rollimängude ja iseseisva töö veebimaterjalide ning teiste teabeallikatega. Erinevate teemadega seonduvalt tutvustatakse bioloogiaga seotud elukutseid ning edasiõppimise ja karjäärivõimalusi.

**Keskkond ja jätkusuutlik areng.** Bioloogial on kandev roll looduskeskkonna mitmekesisuse ja selles toimivate protsesside käsitlemisel. Eelkõige käsitletakse seda läbivat teemat 9. klassis seoses ainekava teemaga „Ökoloogia ja keskkonnakaitse“, kuid see leiab kajastamist ka organismide, nende elupaikade ja eluprotsesside mitmekesisust käsitledes kõigi teiste teemade raames.

**Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus.** Kodanikualgatus ja ettevõtlikkust arendatakse koos ettevõtlikkuspädevuse arendamisega mitmesuguste probleemide määratlemisel, lahendusstrateegiatega leidmisel ja lahendamisel. Lisaks sellele toetavad kodanikualgatuslikkust rollimängud, mille raames saab tegeleda dilemmadega ja tutvuda kehtiva seadusandlusega seoses eluslooduse kaitse ja kasutamisega ning reeglite eiramise tuvastamisega oma kodukohas.

**Kultuuriline identiteet.** Bioloogia võimaldab omandada üldvaate eestlastele kui loodusrahvale omasest kultuurist. Nii pööratakse bioloogia õppimisel tähelepanu sellele, kuidas on ajast aega loodusväärtusi kasutatud ning millised tõekspidamised ja uskumused on loodusobjektide ja protsessidega kaasnenud.

**Teabekeskkond.** See läbiv teema leiab käsitlemist eelkõige seoses probleemide lahendamise ja uurimuslike töödega, kus tuleb koguda, kriitiliselt analüüsida ja kasutada erinevaid infoallikaid ning teatud töödes kõrvutada olemasolevat infot enda läbiviidud uuringutest saadud tulemustega.

**Tehnoloogia ja innovatsioon.** Tehnoloogia ja innovatsioon rakendub bioloogia õppimisel, kui tutvustatakse looduse ja tehnoloogia omavahelisi seoseid ning õppetöös (näiteks uurimuslike tööde tegemiseks) kasutatakse tehnoloogilisi vahendeid.

**Tervis ja ohutus.** See läbiv teema leiab käsitlemist kõigis III kooliastme klassides nn inimeseõpetuse ainetsüklis (waldorfkooli traditsioonis), kus tutvutakse erinevatel elundkondadel enam levinud terviseprobleemide bioloogiliste alustega, kuid ka treenimise mõjuga elundkondadele. Teatud määral on tervise ja ohutuse teemad integreeritud ka 7. ja 8. klassi materjali, kui õpitakse selgroogsete ja selgrootute loomade, taimede, seente ja mikroorganismide mitmekesisust ja eluprotsesse. Ohutusnõuete järgimisel on oluline koht uurimuslike praktiliste tööde läbiviimisel.

**Väärtused ja kõlblus.** Bioloogias pööratakse põhitähelepanu bioloogilise mitmekesisuse väärtustamisele ning sellega seonduvalt vastutustundliku ja säästva eluviisi kujundamisele.

## Hindamine

III kooliastmes saavad õpilased pidevat suulist tagasisidet õppetundides või mõne muu õppe-tegevuse käigus, nende vanemad aga õppeaasta jooksul toimuvatel vanemateõhtutel, kokkuleppel vanemaga toimuvad individuaalsed arenguvestlused. Õpilased ja lapsevanemad saavad lisaks suulisele tagasisidele poolaasta lõpus kirjaliku sõnalise tunnistuse, milles antakse ülevaade tunniaktiivsusest, teadmistest, õppevahendite korrashoiust, koduste tööde tegemisest, kirjalikest töödest ning suulisest vastamisest ja üldistest hoiakutest. 9. klassis võrreldakse õpilase arengut õppekavas toodud oodatavate tulemustega, kasutades numbrilist hindamist. Kokkuvõtten hinne lisatakse 9.klassis kirjeldavale tunnistusele.

## 7. klass

### Õpitulemused

7. klassi lõpetaja:

- tunneb huvi bioloogia ja teiste loodusteaduste vastu ning saab aru nende tähtsusest ja seostest igapäevaelus ning inimühiskonna ja tehnoloogia arengus;
- väärtustab tervislikke eluviise;
- seostab inimese elundkondi nende põhiülesannetega;

- tunneb õpitud elundkondade ehitust ja talitlust;
- teab elundkondade enam levinud haigusi, nendest hoidumise ja nende ravi võtteid;
- järgib tervisliku toitumise põhimõtteid;
- tunneb naise ja mehe suguelundkonna ehitust ning talitlust;
- seostab erinevaid sisenõrenäärmeid nende toodetavate hormoonidega, kirjeldab hormoonide ülesandeid ja toob nende kohta näiteid;
- selgitab närvisüsteemi ja hormoonide osa elundkondade talitluste regulatsioonis;
- suhtub vastutustundlikult elukeskkonnasse, väärtustades bioloogilist mitmekesisust, jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning säästva arengu põhimõtteid;
- tunneb õpitud bioloogilisi liike, oskab neid rühmitada ja omavahel võrrelda nende väis- ja siseehitust;
- oskab välja tuua õpitud bioloogiliste liikide kohastumusi elukeskkonnaga;
- võrdleb püsi- ja kõigusoojaseid organisme ning toob nende kohta näiteid;
- hindab ebasoodsate aastaaegade üleelamise viise selgroogsetel loomadel;
- mõistab õpitud organismide kohta looduses ja inimese elus;
- oskab teha vaatlusi, vormistada tulemusi, esitada neid suuliselt ja kirjalikult;
- oskab kasutada luupi;
- kasutab korrektset bioloogiaalast sõnavara;
- orienteerub teatmeteostes, oskab töötada teksti ja joonistega, kasutada usaldusväärseid allikaid.

## Õppesisu

### Inimeseõpetus

**Inimese elundkonnad.** Inimese elundkondade põhiülesanded.

*Põhimõisted:* tugi- ja liikumiselundkond, seedeelundkond, närvisüsteem, vereringe, hingamiselundkond, erituselundkond, suguelundkond, nahk.

**Nahk.** Naha ehitus ja ülesanded infovahetuses väliskeskkonnaga. Naha eritamisesanne. Isiklik hügieen.

**Seedimine.** Toiduainete tee inimeseni: taimekasvatus ja teraviljade aretamine; kartulikasvatus; loomakasvatus; mehhaniseeritud põllumajandus. Põhitoitained – valgud, rasvad, süsivesikud. Mikrotoitained. Emapiiim kui tasakaalustatud toit. Organismi energiavajadust mõjutavad tegurid. Seedeelundkond. Toitumisprotsessid seedekulglas. Valkude, rasvade ja süsivesikute erinev seedimine. Tervislik toitumine, üle- ja alakaalulisuse põhjused ning tagajärjed. Kolmeliikmeline taim ja kolmeliikmeline inimene. Toidupüramiid. Söömiskultuur, söömise sotsiaalne aspekt.

*Põhimõisted:* ensüüm, vitamiin, sülg, magu, kõhunääre, maks, sapp, peensool, jämesool.

*Praktilised tööd:* Inimese energiavajadust mõjutavate tegurite uurimine praktilise tööna. Isikliku toitumisharjumuse analüüs.

**Hingamine.** Hingamiselundkond, selle tööpõhimõte. Sisse- ja väljahingatava õhu koostise võrdlus. Hapniku ülesanne rakkudes. Organismi hapnikuvajadust määravad tegurid ja hingamise regulatsioon. Treeningu mõju hingamiselundkonnale. Hingamiselundkonna levinumad haigused ning nende ärahoidmine.

*Põhimõisted:* hingetoru, kopsutoru, kopsusomp, hingamiskeskus, raku hingamine.

*Praktiline töö:* Praktilise tööna kopsumahu, hingamissügavuse ja -sageduse ning omastatava hapniku hulga seoste uurimine.

**Vereringe.** Südame ning suure ja väikese vereringe osa inimese aine- ja energiavahetuses. Erinevate veresoonte ehituslik ja talituslik seos. Vere koostisosade ülesanded. Toidu ja vere kvaliteedi seos. Liikumise ja südame jõudluse seos. Treeningu mõju vereringeelundkonnale.

Südamelihase ala- ja ülekoormuse tagajärjed. Veresoonte lupjumise ning kõrge ja madala vererõhu põhjused ja tagajärjed.

*Põhimõisted:* veresoon, arter, veen, kapillaar, arteriaalne veri, venoosne veri, vererõhk, elektrokardiogramm, hemoglobiin, punane vererakk, valge vererakk, vereliistak, vereplasma, hüübimine.

*Praktiline töö:* Praktiline töö füüsilise koormuse mõju uurimiseks pulsile või vererõhule.

**Immuunsus.** Lümfiringe. Vere osa organismi immuunsüsteemis. Immuunsuse kujunemine: lühi- ja pikaajaline immuunsus. Ülevaade bakter- ja viirusnakkustesse nakatumisest. Erinevad nakatumisviisid ja isikliku hügieeni tähtsus. Immuunsüsteemi ja vaktsineerimise osa bakter- ja viirushaiguste vältimisel. Immuunsüsteemi häired, allergia, AIDS.

*Põhimõisted:* lümf, lümfisõlm, antikeha, immuunsus, immuunsüsteem, HIV, AIDS.

**Eritamine.** Neerude üldine tööpõhimõte vere püsiva koostise tagamisel. Kopsude, naha ja soolestiku eritamisesanne.

*Põhimõisted:* neer, uriin.

**Suguelundkond.** Mehe ja naise suguelundkonna ehitus ning talitus. Muna- ja seemnerakkude küpsemine. Suguelundkonna tervishoid.

*Põhimõisted:* emakas, munasari, seemnesari, munand.

**Närvisüsteem ja hormonaalsüsteem.** Kesk- ja piiridenärvisüsteemi ehitus ning ülesanded. Närviraku ehitus ja raku osade ülesanded. Refleksikaare ehitus ja talitus. Närvisüsteemi tervishoid. Peamiste sisenõrenäärmete toodetavate hormoonide ülesanded. Elundkondade koostöö inimese terviklikkuse tagamisel. Närvisüsteemi ja hormoonide osa elundkondade talitluste regulatsioonis. Mõnu- ning sõltuvusained. Kehaline ja hingeline hügieen.

*Põhimõisted:* peaaaju, seljaaju, närv, närvirakk, retseptor, närviimpulss, dendriit, neuriit, refleks, sisenõrenäärmed, hormoon, sõltuvus.

*Praktilised tööd:* Praktiline töö reaktsioonikiirust mõjutavate tegurite määramiseks ja õpilaste reaktsioonikiiruste võrdlemiseks.

### Üldbioloogia

**Bioloogia uurimisvaldkond.** Bioloogia sisu ja seos teiste loodusteadustega ning roll tänapäeva tehnoloogia arendamisel. Bioloogia peamised uurimismeetodid: vaatlused ja eksperimentid. Loodusteadusliku meetodi etapid ja rakendamine. Organismide jaotamine loomadeks, taimedeks, seenteks, algloomadeks ja bakteriteks, nende välistunnuste võrdlus. Eri organismirühmade esindajate eluavaldused.

*Põhimõisted:* bioloogia, organism, vaatlus, eksperiment.

*Praktiline töö:* Eri organismirühmade välistunnuste võrdlemine.

**Selgroogsete loomade tunnused.** Loomade jaotamine selgrootuteks ja selgroogseteks. Selgroogsete loomade välistunnuste seos elukeskkonnaga. Selgroogsete loomade peamised meeleorganid orienteerumiseks elukeskkonnas. Selgroogsete loomade juhtivate meelte sõltuvus loomade eluviisist. Imetajate, lindude, roomajate, kahepaiksete ja kalade osa looduses. Loomade püügi, jahi ning kaitsega seotud reeglid. Loomade roll ökosüsteemides.

*Põhimõisted:* selgroogne loom, selgrootu loom, meelelund, elukeskkond, elupaik.

*Praktiline töö:* Selgroogsete loomade elutegevuse analüüsimine ja nende mitmekesisuse kaardistamine kooli lähikümbruses.

**Selgroogsete loomade aine- ja energiavahetus.** Aine- ja energiavahetuse põhiprotsessid. Toidust tingitud erinevused taim- ja loomtoidulistel ning segatoidulistel selgroogsetel loomadel. Toidu hankimise viisid ja nendega seonduvad kohastumused. Selgroogsete loomade seedeelundkonna eripära sõltuvalt toidust: hammaste ehitus, soolestiku pikkus ja toidu seedimise aeg. Selgroogsete loomade erinevate rühmade hingamiseldite ehituse ja talitluse mitmekesisus: lõpused vees ja kopsud õhkkeskkonnas elavatel organismidel, kopsude eripära lindudel, naha kaudu hingamine. Püsi- ja kõigusoojaste loomade kehatemperatuuri muutused. Inimese

ja selgroogsete loomade eri rühmade südame ja vereringe võrdlus ning ebasoodsate aastaaegade üleelamise viisid.

*Põhimõisted:* ainevahetus, hingamine, seedimine, organ, süda, suur vereringe, väike vereringe, lõpus, kops, õhukott, magu, soolestik, kloak, püsisoojane, kõigusoojane, loomtoidulisus, taimtoidulisus, segatoidulisus, lepiskala, röövkala, röövloom, saakloom.

*Praktiline töö:* Valikuliselt uurimuslik töö toidu või hapniku mõjust organismide elutegevusele.

**Taimede tunnused ja eluprotsessid.** Taimede peamised ehituslikud ja talitluslikud erinevused võrreldes selgroogsete loomadega. Õis-, paljasseemne-, sõnajalg- ja sammaltaimede ning vetikate välisehituse põhijooned. Taimede osa looduses ja inimtegevuses. Taimede uurimise ja kasvatamisega seotud elukutsed. Eri taimerühmadele iseloomuliku paljunemise, kasvukoha ja leviku võrdlus. Suguline ja mittesuguline paljunemine, putuk- ja tuultolmlejate taimede võrdlus, taimede kohastumus levimiseks, sh loom- ja tuulleviks. Seemnete idanemiseks ja taimede arenguks vajalikud tingimused.

*Põhimõisted:* anorgaaniline aine, orgaaniline aine, õis, tolmukas, emakas, tolmlemine, seeme, vili, käbi, mittesuguline paljunemine, eoseline paljunemine, eos, vegetatiivne paljunemine.

*Praktiline töö:* Taimede mitmekesisuse kaardistamine kooli lähikümbruses.

### Lõiming teiste ainetega

Kirjelduste kirjutamine ja teabetekstidest info leidmine lõimub eesti keelega. Toitumisõpetuse osa lõimub tihedalt varem loodusõpetuses taimede kohta õpituga, tähtsate toidukultuuride levikust rääkides tuginetakse ajaloo- ja geograafiateadmistele. Arvandmete võrdlemist ja analüüsi, samuti mõõtmisi toetab matemaatika. Ainevahetuse teemad seostuvad keemiaga, organismide kohastumused elukeskkonnaga on seletatavad füüsika mõistete abil. Ainesiseselt luuakse elusorganisme vaadeldes pidevalt seoseid ja võrdlusi inimesega. Organismide elukeskkonda kirjeldades tuginetakse geograafias ja loodusõpetuses omandatule. Bioloogia pakub ainetest joonistamiseks ning maalimiseks.

## 8. klass

### Õpitulemused

8. klassi lõpetaja:

- armastab loodust;
- tunneb huvi bioloogia ja teiste loodusteaduste vastu ning saab aru nende tähtsusest ja seostest igapäevaelus ning inimühiskonna ja tehnoloogia arengus;
- väärtustab tervislikke eluviise;
- tunneb ära ja oskab nimetada konkreetseid luid, lihaseid, elundeid, elundkondi;
- tunneb õpitud elundkondade ehitust;
- tunneb õpitud elundkondade talitlust;
- võrdleb inimese muna- ja seemnerakkude ehitust ning arengut;
- suhtub lugupidavalt elu jätkamisega seotud teemadesse;
- omab ülevaadet inimese arengust viljastumisest surmani;
- teab elundkondade enam levinud haigusi, nendest hoidumise ja nende ravi võtteid;
- suhtub vastutustundlikult elukeskkonnasse, väärtustades bioloogilist mitmekesisust, jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning säästva arengu põhimõtteid;
- tunneb õpitud bioloogilisi liike, oskab neid omavahel võrrelda;
- oskab hinnata erinevate paljunemisviiside ja arengutüüpide eeliseid ning puudusi;
- oskab hinnata lõimetishoolde olulisust;
- oskab välja tuua õpitud bioloogiliste liikide kohastumusi elukeskkonnaga;

- mõistab parasitismi ja sümbioosi olemust;
- mõistab õpitud organismirühmade kohta looduses ja inimese elus;
- oskab teha vaatlusi, vormistada tulemusi, esitada neid suuliselt ja kirjalikult;
- oskab kasutada luupi, mikroskoopi jt bioloogias enamkasutatavaid vahendeid;
- kasutab korrektset bioloogiaalast sõnavara;
- orienteerub teatmeteostes, oskab töötada teksti ja joonistega, kasutada usaldusväärseid allikaid.

## Õppesisu

### Inimeseõpetus

**Tugi-liikumiselundkond.** Kolju, selle osad. Vertikaalne näokolju ja kerakujuline ajukolju. Inimese kolju võrdlus imetajate omadega. Selgroog, selle osad. Erinevate selgroolülide vormid. Selgroo kuju ja liikuvus eri osades. Selgroo kujunemine koos lihastega püstasendi saavutamisel lapse arengu aspektist. Rinnakorv, selle ehitus. Jäsemed. Ülajäse koos õlavöötme-ga. Käsivarre alaosa luude asendi muutus käelaba sisse- ja väljapööramisel kui inimesele ai-nuomane nähtus. Alajäse koos vaagnavöötme-ga. Pöiavõlv kui vertikaalasendi võimaldaja (ainuomane inimesele). Jäsemete ülesanded. Kuldlõike printsiip inimese luustikus.

*Põhimõisted:* toes, luu, lihas.

**Meeled.** Silm ja kõrv, nende ehitus ning ülesanded. Kõrvade ehituse seos kuulmis- ja tasa-kaalumeelega. Nägemis- ja kuulmishäirete vältimine ning korrigeerimine. Inimese keha ja neli elementi.

*Põhimõisted:*; pupill, läät, võrkkest, vikerkest, kollatähn, kepike, kolvike, lühinägevus, kau-gelenägevus, väliskõrv, keskkõrv, sisekõrv, kõrvalest, trummikile, kuulmeluud, kuulmetõri, tigu, poolringkanalid.

*Praktiline töö:* Uurimuslik töö meeleelundite tundlikkuse määramiseks.

**Inimese paljunemine ja areng.** Muna- ja seemnerakkude küpsemine. Munaraku viljastumi-ne, loote areng, raseduse kulg ja sünnitus. Inimorganismi talitluslikud muutused sünnist sur-mani. Suguelundkonna tervishoid, suguhaiguste levik, haigestumise vältimise võimalused. Pere planeerimine, abordiga kaasnevad riskid.

*Põhimõisted:* ovulatsioon, sperma, munajuha, loode, platsenta, nabanöör, sünnitamine, kliini-line surm, bioloogiline surm.

### Üldbioloogia

**Selgroogsete loomade paljunemine ja areng.** Selgroogsete loomade paljunemist mõjutavad tegurid. Kehasisese viljastumise võrdlus kehavälisega. Erinevate selgroogsete loomade keha-sisese ja kehavälise lootelise arengu võrdlus. Sünnitus ja lootejärgne areng. Moondega ja ot-sese arengu võrdlus. Järglaste eest hoolitsemine (toitmine, kaitsmine, õpetamine) erinevatel selgroogsetel loomadel ning hoolitsemisvajaduse seos paljunemise ja arengu eripäraga.

*Põhimõisted:* lahsugulisus, suguline paljunemine, munarakk, seemnerakk, viljastumine, ke-hasisene viljastumine, kehaväline viljastumine, haudumine, otsene areng, moondega areng.

**Selgrootute loomade tunnused ja eluprotsessid.** Selgrootute loomade üldiseloomustus ja võrdlus selgroogsetega. Käsnade, ainuõssete, usside, limuste, lülilalgsete ja okasnahksete peamised välistunnused, levik ning tähtsus looduses ja inimese elus. Lülilalgsete (koorikloo-made, ämblikulaadsete ja putukate) välisehituse võrdlus. Tavalisemate putukarühmade ja limuste välistunnuste erinevused. Vabalt elavate ning parasiitse eluviisiga selgrootute looma-de kohastumused hingamiseks ja toitumiseks. Selgrootute hingamine lõpuste, kopsude ja trahheedega. Selgrootute loomade erinevad toidu hankimise viisid ja organid. Usside, limuste ning lülilalgsete liit- ja lahsugulisus. Peremeesorganismi ja vaheperemehe vaheldumine us-side arengus. Paljunemise ja arengu eripära otsese, täismoondelise ning vaegmoondelise arenguga loomadel.

*Põhimõisted:* trahhee, lihtsil, lihtsil, suised, kombits, tundel, lihtsugulisus, täismoondega areng, vaegmoondega areng, vastne, parasitism, peremees, vaheperemees.

*Praktilised tööd:* Selgrootute loomarühmade iseloomulike välistunnuste võrdlemine. Lülijalgsede loomade välistunnuste võrdlemine luubi või mikroskoobiga. Praktiline töö keskkonna saastatuse hindamiseks selgrootute leviku alusel.

**Seente tunnused ja eluprotsessid.** Seente välisehituse ja peamiste talitluste võrdlus taimede ja loomadega. Seente välisehituse mitmekesisus tavalisemate kott- ja kandseente näitel. Seente paljunemine eoste ja pungumise teel. Toitumine surnud ja elusatest organismidest, parasitism ja sümbioos. Eoste levimisviisid ja idanemiseks vajalikud tingimused. Käärimiseks vajalikud tingimused. Inimeste ja taimede nakatumine seenhaigustesse ning selle vältimine. Samblilikud kui seente ja vetikate kooseluvorm. Samblike mitmekesisus, nende erinevad kasvuvormid ja kasvukohad. Samblike toitumise eripära, uute kasvukohtade esmaasustamine. Seente ja samblike osa looduses ning inimtegevuses.

*Põhimõisted:* ainurakne, hulkrakne, käärimine, pungumine, sümbioos, mükoriisa.

*Praktilised tööd:* Seente välistunnuste võrdlemine. Seente ehituse uurimine mikroskoobiga. Uurimuslik töö hallitus- või pärmseente arengut mõjutavate tegurite leidmiseks. Õhu saastatuse hindamiseks samblike leviku alusel.

**Mikroorganismide ehitus ja eluprotsessid.** Bakterite ja algloomade põhitunnuste võrdlus loomade ning taimedega. Vabalt elavate ja parasiitse eluviisiga mikroorganismide levik ning tähtsus. Bakterite aeroobne ja anaeroobne eluviis ning parasitism. Käärimiseks vajalikud tingimused. Bakterite paljunemine ja levik. Bakterhaigustesse nakatumine ja haiguste vältimine. Bakterite osa looduses ja inimtegevuses. Viiruste ehituslik ja talituslik eripära. Viirustega nakatumine, peiteaeg, haigestumine ja tervenemine. Mikroorganismidega seotud elukutsed.

*Põhimõisted:* bakter, algloom, viirus, pulseeriv vakuool, silmtäpp, pooldumine, aeroobne eluviis, anaeroobne eluviis.

*Praktilised tööd:* Bakterite leviku hindamine bakterikultuuri kasvatamisega. Märkpreparaadi valmistamine ning erinevate objektide võrdlemine mikroskoobiga.

## **Lõiming teiste ainetega**

Kirjelduste kirjutamine ja teabetekstidest info leidmine lõimub eesti keelega. Arvandmete võrdlemist ja analüüsi, samuti mõõtmisi toetab matemaatika. Ainevahetuse teemad seostuvad keemiaga, organismide kohastumused elukeskkonnaga on sageli seletatavad füüsika mõistete abil. Inimese silma ja kõrva ehitust võib klassiõpetaja käsitleda ka füüsikaperioodi (optika, akustika) ajal. Skeleti ja lihaskonna koostoimes nähtuvad füüsikalised mehaanikaseadused. Inimese skeleti uurimisele lisab must-valge joonistamine kunstiõpetuses (nt inimese kolju, labakäe luud vms) või savist modelleerimine (nt jäsemete peenenenud luud või selgroolülid) tunnetusliku tahu. Ainesisene lõiming väljendub inimese võrdlemises teiste elusorganismidega. Eurütmiaharjutused meeltele toetavad meeleorganite töö paremat mõistmist. Tugiliikumiselundkonda tundma õppides on väärtuslikud kehalise kasvatus tundides saadud liikumiskogemused. Luude koostise käsitlemine lõimub loodusõpetuses ja keemias õpituga. Organismide elukeskkonda kirjeldades tuginetakse geograafias ja loodusõpetuses õpitule. Mikroorganismide avastamislugu seostub ajalooga.

## 9. klass

### Õpitulemused

Põhikooli lõpetaja:

- armastab loodust;
- tunneb huvi bioloogia ja teiste loodusteaduste vastu ning saab aru nende tähtsusest ja seostest igapäevaelus ning inimühiskonna ja tehnoloogia arengus;
- omab ettekujutust inimese anatoomiast ja füsioloogiast;
- tunneb ära ja oskab nimetada konkreetseid luid, lihaseid, elundeid, elundkondi;
- võrdleb imetaja, linnu, kahepaikse, roomaja ja kala luustikku;
- selgitab luudevaheliste ühenduste tüüpe ja toob nende kohta näiteid;
- võrdleb sile-, vööt- ja südamelihaste ehitust ning talitlust;
- tunneb ära ja oskab nimetada elundeid ja elundkondi;
- mõistab, et kogu organism on tihedas omavahelises seoses;
- selgitab luumurru ning lihase venituse ja rebendi olemust ning nende tekkepõhjust;
- analüüsib treeningu mõju tugi- ja liikumiselundkonnale;
- teab, kuidas hoolitseda oma tervise eest;
- omab ülevaadet elusloodusest, selle olulisematest protsessidest, organismide omavahelistest suhetest ja seostest eluta keskkonnaga;
- tunneb õpitud bioloogilisi liike, oskab neid omavahel võrrelda;
- tunneb raku üldist ehitust, teab taime- ja loomaraku erinevusi;
- mõistab organismi terviklikkust;
- teab pärilikkuse aluseid;
- teab erinevusi bioloogilise ja sotsiaalse evolutsiooni vahel;
- seostab evolutsiooniteooria seisukohti loodusteaduste arenguga;
- suhtub vastutustundlikult elukeskkonnasse, väärtustades bioloogilist mitmekesisust, jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning säästva arengu põhimõtteid;
- kasutab bioloogiateadmisi ja loodusteaduslikku meetodit, lahendades eluslooduse ja igapäevaelu probleeme, ning langetab asjatundlikke otsuseid, tuginedes teaduslikele, sotsiaalsetele, majanduslikele, eetilisele-moraalsetele seisukohtadele ja õigusaktidele;
- oskab teha vaatlusi, vormistada tulemusi, esitada neid suuliselt ja kirjalikult;
- oskab kasutada luupi, mikroskoopi jt bioloogias enamkasutatavaid vahendeid;
- kasutab korrektset bioloogiaalast sõnavara;
- orienteerub teatmeteostes jt infoallikates, oskab töötada teksti ja joonistega, kasutada usaldusväärseid allikaid.

### Õppesisu

#### Inimeseõpetus.

**Tugi-liikumiselundkond.** Vertikaalasendis kõnd kui inimskeleti keskne printsiip. Linnu ja mao ning teiste selgroogsete loomade luustiku võrdlus inimese luustikuga. Lülisammas, selgroolülid, nende ehitus ja ülesanded. Kolju ja jäsemete skeleti polaarsus. Sfäärilised ja radiaalsed vormiprintsiibid ja nende avaldumine rindkere skeletis. Inimese tervikkuju kordumine kolju ja rinnakorvi üksikosades. Luustiku areng. Luude koostis, ehitus, tüübid. Luude vahelised ühendused – liigesed, liidused ja õmblused. Liigese ehitus, tüübid ja funktsioonid. Lihaskond – selle jaotus, ülesanded. Erinevad lihaskoe liigid. Tahtele alluvad ja allumatud lihased. Luu- ja lihaskoe mikroskoopiline ehitus ning selle seos talitlusega. Luude ja lihaste osa inimese ning selgroogsete loomade tugi- ja liikumiselundkonnas. Treeningu mõju tugi- ja liikumiselundkonnale. Luumurdude, lihasvenituste ja -rebendite olemus ning tekkepõhjused. *Põhimõisted:* toes, luu, lihas, liiges.

*Praktilised tööd:* Loomsete kudede ehituse võrdlemine mikroskoobiga. Uurimuslik töö lihasväsimume tekke ja treenituse seosest.

**Meeled.** Hääle tekkega seotud organid. Inimese kõri anatoomiline ehitus, hääle tekkimine, keel- ja puhkpillprintsip. Hääleulatus, häälemurre. Pneumaatilised peaõõnsused, nende tähtsus resonantsi alusena. Müra, heli, sõna, kõne. Inimese hammastik, selle ehitus ja universaalsus toitumisel ning kõnelemisel. Haistmis- ja maitsmismeelega seotud organite ehituse ja talitluse seosed. Meeleelundid, nende ehitus ja ülesanded. Meeleelundi ja meeletegevuse eristamine (tajumisprotsessi kehalise ja hingelise aspekti vastastikune sõltuvussuhe).

*Põhimõisted:* meeleelund, kõri, häälepaelad, hambad, haistmine, maitsmine.

### Üldbioloogia

**Taimede tunnused ja eluprotsessid.** Taimeraku võrdlus loomarakuga. Taime- ja loomaraku peamiste osade ehitus ning talitus. Õistaimede organite ehituse ja talitluse kooskõla. Fotosünteesi üldine kulg, selle tähtsus ja seos hingamisega. Tõusev ja laskuv vool taimedes.

*Põhimõisted:* rakk, rakukest, rakumembraan, rakutuum, mitokonder, klorofüll, kloroplast, kromoplast, vakuool, kude, õhulõhe, tõusev vool, laskuv vool, fotosüntees.

*Praktiline töö:* Fotosünteesi mõjutavate tegurite uurimine praktilise tööga.

**Ökoloogia ja keskkonnakaitse.** Organismide jaotamine liikidesse. Populatsioonide, ökosüsteemi ja biosfääri struktuur. Looduslik tasakaal. Eluta ja eluslooduse tegurid (ökoloogilised tegurid) ning nende mõju eri organismirühmadele. Biomassi juurdekasvu püramiidi moodustumine ning toiduahela lülide arvukuse leidmine. Inimmõju populatsioonidele ja ökosüsteemidele. Bioloogilise mitmekesisuse tähtsus. Liigi- ja elupaigakaitse Eestis. Inimtegevus keskkonnaprobleemide lahendamisel.

*Põhimõisted:* liik, populatsioon, levila, ökosüsteem, kooslus, eluta looduse tegurid, eluslooduse tegurid, aineringe, konkurents, looduslik tasakaal, keskkonnakaitse, looduskaitse, bioloogiline mitmekesisus, biosfäär.

*Praktilised tööd:* Praktiline uuring populatsioonide arvukuse sõltuvuse kohta ökoloogilistest teguritest. Biomassi püramiidi ülesannete lahendamine.

**Pärilikkus ja muutlikkus.** Pärilikkus ja muutlikkus organismide tunnuste kujunemisel. DNA, geenide ja kromosoomide osa pärilikkuses. Geenide pärandumine ja nende määratud tunnuste avaldumine. Lihtsamate geneetikaülesannete lahendamine. Päriliku muutlikkuse tähtsus. Mittepäriliku muutlikkuse tekkepõhjused ja tähtsus. Organismide pärilikkuse muutmise võimalused ning sellega kaasnevad teaduslikud ja eetilised küsimused. Pärilike ja päriliku eelsoodumusega haiguste võrdlus ning haigestumise vältimine. Geenitehnoloogia tegevusvaldkond ja sellega seotud elukutsed.

*Põhimõisted:* pärilik muutlikkus, mittepärilik muutlikkus, mutatsioon, kromosoom, DNA, geen, dominantsus, retsessiivsus, geenitehnoloogia.

*Praktiline töö:* Uurimuslik töö mittepäriliku muutlikkuse ulatusest vabalt valitud organismide tunnuste põhjal.

**Evolutsioon.** Bioloogilise evolutsiooni olemus, põhisuunad ja tõendid. Loodusliku valiku kujunemine olelusvõitluse tagajärjel. Liikide teke ja muutumine. Kohastumise tähtsus organismide evolutsioonis. Evolutsiooni olulisemad etapid. Inimese evolutsiooni eripära.

*Põhimõisted:* evolutsioon, looduslik valik, olelusvõitlus, kohastumine, kohastumus, ristumisbarjäär, fossiil.

### **Lõiming teiste ainetega**

Skeleti ja lihaskonna koostoimes nähtuvad füüsikalised mehaanikaseadused. Inimese skeleti uurimisele lisab must-valge joonistamine kunstiõpetuses või savist modelleerimine tunnetusliku tahu. Ainesisene lõiminguna võrreldakse inimest teiste elusorganismidega. Eurütmiarhar-

jutused meeltele toetavad meeleorganite töö paremat mõistmist. Tugiliikumiselundkonda tundma õppides on väärtuslikud kehalise kasvatus tundides saadud liikumiskogemused. Luude ja lihaste tervishoiu kohta inimeseõpetuse tundidest saadud teadmised aitavad teadvustada traumadeohtu kehalise kasvatus tundides. Luude koostise käsitlemine lõimub loodusõpetuses ja keemias õpituga. Kirjelduste kirjutamine ja teabetekstidest info leidmine lõimub eesti keelega. Biomassi püramiidi ülesannete ja geneetikaülesannete lahendamine ning diagrammide analüüsimine seostub matemaatikaga. Organismide elukeskkonda kirjeldades tuginetakse geograafias ja loodusõpetuses õpitule. Evolutsiooniteemaatika lõimub ajaloo, ökoloogia ja keskkonnakaitse geograafia, keemia ning füüsikaga. Bioloogia pakub ainet joonistamiseks ja maalimiseks.

### **Erinevused riiklikust õppekavast**

III kooliastmes näeb riiklik õppekava ette 5 bioloogia tundi. TWG õppekavas on III kooliastmes 6 bioloogia tundi. Õppesisu on klasside lõikes jaotatud waldorfpedagoogika põhimõtetest lähtuvalt. Kooliastme jooksul käsitletakse kõiki riikliku õppekava teemasid. Pedagoogilistel kaalutlustel on aine jagatud kaheks – inimeseõpetuseks ja üldbioloogiaks. Tunnistusele kirjutatakse need valdkonnad eraldi. Kumbagi valdkonda hinnatakse 9. klassis eraldi ja lõputunnistusele pannakse nende koondhinne. Lähtuvalt waldorfpedagoogika põhimõtetest ei kasutata tundides üldiselt kuni 8.klassini IKT vahendeid, küll aga suunatakse õpilasi iseseisvalt otsima teavet erinevatest, sh elektroonilistest infoallikatest.

# GEOGRAAFIA

## II kooliaste

### **Juhtmotiivid**

Geograafiaõpetus süvendab õpilasele maailmahuvi ja elujulgust. Nii kasvab õpilase vähehaaval arusaam Maast kui teatud elurütmidega loodusruumist, milles asub ka inimene, kes seda majandades muudab. Koos teiste loodusainetega loob geograafia aluse vastutusvalmidusele ja ökoloogilisele teadlikkusele.

Geograafia õppimisel on oluline roll välitöödel, sh ekskursioonidel, matkadel, õppekäikudel. Nende käigus õpitakse vaatlema, lihtsamaid mõõtmisvahendeid kasutama, probleeme nägema, kaardi järgi maastikul orienteeruma, vaatluste põhjal järeldusi tegema. IKT vahendeid tundides ei rakendata.

Geograafiaõpetus algab 5. klassis. Eelnevalt on laps 1.–4. klassini tutvunud maailma ruumisuhetega õpetaja jutustatud lugude kaudu. 3.–4. klassis on õpitud tundma koduümbrust, joonistatud esimesi plaane ja kaarte. 5. klassis õpitakse kodumaa ning naaberalade geograafiat, mis 6. klassis laieneb kogu Euroopale. Ühtlasi õpitakse tundma ja kasutama geograafia põhimõisteid. Põhjuslikud seosed jäävad veel tagaplaanile. Maastikuline erinevus – saared, rannik, sisemaa, Põhja-ja Lõuna-Eesti – seostatakse inimese tegevusvaldkondade ja majandusega. Pärast seda, kui õpilased on juba tundma õppinud geograafilistest oludest tulenevat erinevat majandustegevust, saab polaarsuse aspektist lähtuvalt käsitleda valikuliselt Euroopa riike. Lisaks Euroopaga tutvumisele tehakse süstemaatiline võrdlev lühiülevaade kõikidest mandritest (rannajooned, mäestikud, kliima, taimestik). Majandusküsimusi iseloomustatakse näidete varal, kus on märgata globaalsed seosed. Õpetaja peab tegema hoolikad valikud pidades silmas, mida 7. ja 8. klassis käsitleda teistes maailmajagudes.

### **5. klass**

#### **Õpitulemused**

5. klassi lõpetaja:

- oskab looduses käituda;
- oskab liikuda maastikul, määrata ilmakaari;
- oskab kasutada kompassi;
- oskab teha looduses lihtsate vahenditega mõõtmisi ja vaatlusi;
- oskab koostada lihtsamaid plaane ja neid kasutada;
- oskab kirjeldada looduslikke objekte ja nähtusi;
- mõistab elus ja eluta looduse seoseid;
- mõistab looduses toimuvaid ajalisi muutusi;
- mõõdab õues õhutemperatuuri, hindab pilvisust ja tuule kiirust ning määrab pilvetüüpe ja tuule suunda;
- tunneb Eesti põhilisi pinnavorme ja nende tekkimist;
- omab ülevaadet Eesti veestikust ja Läänemerest;
- oskab kirjeldada Eesti regioonide loodust, maavarasid, asustust, asulatüüpe ja inimtegevust;
- teab ja hoiab Eesti loodusväärtusi;
- teab Eesti maakondi ja suuremaid linnu;
- omab ülevaadet Eestit ümbritsevatest aladest;

- õpib hindama inimtegevuse võimalusi ja tegevuse tagajärgi erinevates looduslikes tingimustes;
- õpib kasutama erinevaid allikaid, kaarte, pilte, andmetabeleid, diagramme teabe hankimiseks;
- õpib ruumiliselt mõtlema ja omandab geograafia põhisõnavara;
- oskab kasutada geograafiatunnis omandatud teadmisi igapäevaelus toimetulekuks.

## Õppesisu

### Eesti

Eesti asukoht kaardil ja gloobusel. Naaberriigid. Ilmakaared. Eesti kaart. Põhja- ja Kirde-Eesti. Lõuna-Eesti. Kesk-Eesti. Lääne-Eesti ja saared. Igale piirkonnale iseloomulikud maastikud, loodusobjektid (pinnavormid, jõed, järved, sood, metsatüübid jm), maavarad. Ilmavaatlused. Õhutemperatuur, selle ööpäevane muutumine ja mõõtmine. Õhu liikumine soojenedes ning tuule teke. Kuiv ja niiske õhk. Sademete mõõtmine. Ilm ja ilmastik. Ilma ennustamine. Loodusoludele vastavad inimtegevused, asulatüübid, suuremad asulad ning maakonnad. Läänemeri, selle tähtsus ja kaitse.

Eesti lähiümbrusega tutvustamine kas Baltikumi, Põhjamaade või Läänemeremaade suunas.

*Põhimõisted:* kompass, kaart; pinnavormid: kungas, nõgu, org, rannikutüübid (järskrannik, laugrannik), orutüübid (salk-, kanjon-, lammorg), luide, mõhn, oos, voor, inimtekkelised pinnavormid (karjäär, tuhamägi) kõrgustikud, madalikud, horisontaal; veeringe; põhjavesi, allikas; jõgi, jõe osad, jõgede toitumine; järved, järvenõod; madalsoo, siirdesoo, raba; metsatüübid (nõmme-, palu- salu-, laanemets); soolsus, maakoore kõikuvliikumine.

*Geograafilised objektid:* Läänemere tähtsamad lahed ja väinad, suuremad saared ja poolsaared; olulisemad looduskaitsealad Eestis; maakonnad ja suuremad linnad.

## Lõiming teiste ainetega

4. klassi loodusõpetuses on õpitud ilmakaari, kaardi ja plaani joonistamist ning lugemist. Maalitundides maalitakse geograafilisi kaarte ja erinevaid maastikke. Liikumisega lõimuvad matkad loodusesse. Arvandmete kogumine ja võrdlemine ning keskmiste suuruste arvutamine praktilistes ilmavaatlustes lõimub matemaatikaga. Eesti keeles õpitut rakendavad lapsed epohhivihikusse loovtekste kirjutades. Eesti eri piirkondi õppides räägitakse murretest – ka see haakub emakeelega. Muusikatundides lauldakse Eesti eri paigust pärinevaid rahvalaule. Vene keelega on kokkupuude peipsivenelaste kultuuri käsitledes. Arvandmete võrdlemine (nt rahvastiku andmed, jõgede pikkused, järvede sügavused, kõrgussuhted jm) ja diagrammide lugemine lõimub matemaatikaga.

## 6. klass

### Õpitulemused

6. klassi lõpetaja:

- teab mandreid ja ookeane;
- omab ülevaadet maailmajagude kujunemisest;
- omab ülevaadet Euroopa regionaalsetest erinevustest;
- oskab kirjeldada Euroopa kliimaerinevusi ja selle põhjusi;
- oskab võrrelda Euroopa erinevate piirkondade loodusolusid ja sellest tingitud majandustegevust;
- omab ülevaadet Euroopas elavatest rahvastest ja levinumatest usunditest;
- mõistab ja austab teiste rahvaste kultuuri ning traditsioone;

- oskab kasutada erinevaid allikaid, kaarte, pilte, andmetabeleid, diagramme teabe hankimiseks;
- oskab allikate põhjal koostada lihtsamaid ettekandeid.

## **Õppesisu**

### Euroopa

Maailmajaod. Maailmameri. Mandrite ja ookeanide kuju ning asend. Kliimaerinevused ja selle põhjused. Taimestikuvööndite sõltuvus päikese asendist ja kliimatingimustest.

Polaarsused Euroopas. Mereline ja tasane Lääne-Euroopa. Mandrilise kliimaga Ida-Euroopa. Vulkaaniline, lähistroopiline Lõuna-Euroopa. Stabiilne paraskliimaga Põhja-Euroopas. Erinevate piirkondade võrdlev käsitlus: pinnavormid, loodusolud (kliima, veestik, taimkate, mullastik) ja sellele vastav inimtegevus, asustus. Mere oluline roll, rannikutüübid (fjord-, skäär-, laguunrannik).

*Põhimõisted:* maailma ulatuslikumad pinnavormid; maailmajaod, mandrid, ookeanid; kliimavööde; loodusvöönd, rohtla, metsavöönd, tundra, mustmuld; maailmameri.

*Geograafilised objektid:* Euroopa kaart: ümbritsevad mered, suuremad saared, poolsaared, järved, pikemad jõed, ulatuslikumad pinnavormid; suuremad riigid ja linnad.

### **Lõiming teiste ainetega**

Kirjelduste kirjutamine, ettekande koostamine ja esitamine klassis lõimuvad eesti keelega. Inglise ja vene keelega seostub vastavate riikide loodusolude ja majandusega tutvumine. Arvandmete võrdlemine (nt rahvastiku andmed, jõgede pikkused, järvede sügavused, kõrgussuhted jm) ja diagrammide lugemine lõimub matemaatikaga. Maalitundides maalitakse geograafilisi kaarte ja erinevaid maastikke. Võõraste maade tantsud ja laulud, mida õpitakse rahvatantsus ja muusikatundides, aitavad paremini sisse elada õpitavate maade meeleollu. Loodusõpetusest seostub geograafiaga nii taimeõpetus (taimedele vajalikud kasvutingimused) kui ka kivimiõpetus (geoloogilised protsessid, pinnavormid).

### **Erinevused riiklikust õppekavast**

Geograafia eraldub loodusõpetusest juba 5. klassis. 5. kl geograafias käsitletakse Eesti geograafiat, mis riiklikus õppekavas on 6. klassi loodusõpetuse teema. Kodukoha geograafiat, kaardi ja plaani joonistamist õpitakse 4. klassi koduloos (loodusõpetuses). Üldiselt liigutakse koduümbrusest järk-järgult kaugemale. Eestit käsitletakse piirkondade kaupa, kusjuures õpilane peaks saama tervikpildi igast piirkonnast eraldi. Suur rõhk on kivimite ja geoloogiliste protsesside õppimisel juba 6. klassi kivimiõpetuses (loodusõpetuses). Euroopast pildi saamiseks kasutatakse üksikute polaarsete piirkondade või riikide looduse ja sellest tuleneva inimtegevuse õppimist ning võrdlemist. Tundides õpilased IKT vahendeid ei kasuta, aga nad võivad iseseisvate tööde tegemisel andmete kogumiseks kasutada teiste teabeallikate hulgas ka interneti võimalusi.

## **III kooliaste**

### **Juhtmotiivid**

7. ja 8. klassis õpitakse tundma maailma eri piirkondade majandust ning kultuuriolusid, rahvaste tegevusalasid lähtudes polaarsuse printsibist. Ka teistes õppetsüklites võib teemat täiendada, kirjeldades erinevaid maailma paiku, biograafiaid või avastusi. Käsitletakse Euroopa koloniseerimise mõju Uue Maailma piirkondade arengule, kliimatingimuste mõju taimkatte kujunemisele ja inimtegevusele maailma erinevates piirkondades. Oluline on seose loomine tooraine (maavarad, põllumajandussaaduste jne.) ja töötleva tööstuse vahel.

Eri rahvaste kultuuri ja elu tundmaõppimine aitab mõista rahvaste eripära. See võib anda pidepunkte noorukitele nende endi hingelistes otsingutes. Oluliseks muutuvad globaalprobleemid. Geograafias õpitakse tundma maa „skeletti” – litosfääri: mineraale, kivimeid ja nende moodustumist. 9. klassis käsitletakse nii geoloogilisi kui ka majandus- ja rahvastikuteemasid dünaamiliste protsessidena. Õpilased peavad tajuma arengut ja protsessidevahelisi seoseid. Seda toetab aktiivõppe rakendamine. On oluline, et õpilased mõistaksid loodusprotsesse, nende tagajärgi ja kõige muutumist ajas.

## **7. klass**

### **Õpitulemused**

7. klassi lõpetaja:

- teab mandreid ja ookeane;
- teab Vana ja Uue maailma maailmajaguseid;
- teab kliimat kujundavaid tegureid ja oskab kirjeldada nende mõju kliima kujunemisel;
- oskab iseloomustada kliimavöötmek;
- teab loodusvöötmek ja oskab neid kirjeldada;
- oskab kasutada kaarti ja atlast;
- oskab määrata asukohta nii kaardil kui ka looduses;
- oskab kirjeldada erinevate Aafrika ja Aasia piirkondade kliimat, loodusvöötmek, seal elavate inimeste elu ning tegevust;
- omab ülevaadet Aafrikas ja Aasias levinumatest usunditest;
- omab ülevaadet tänapäeva ühiskonnas ja majanduses toimuvatest muutustest ning nende mõjust loodusele.

### **Õppesisu**

#### Kaardiõpetus

Üldgeograafilised ja teemakaardid. Koordinaadid. Mõõtkava. Asimuut. Ajavöötmek.

#### Aafrika

Aafrika kliima kujunemine, kliimat kujundavad tegurid. Põhja- ja Lääne-Aafrika ning ekvatoriaalalad, Sahara ja Sahel, Ida- ja Lõuna-Aafrika, Islamistliku ja Musta Aafrika eluviisid erinevates loodusvöötmek. Erinevate religioonid ja traditsioonid Aafrika rahvastel. Koloniaalajastu mõjutused Aafrikas. Arengumaade ja arenenud riikide majandussuhted. Tänapäeva majandushuvide ja traditsioonilise hõimueluviisi vahelised pinged Lääne-Aafrikas, Lõuna-Aafrika multikultuurne ühiskond, olukord Somaalia poolsaarel jne.

#### Aasia

Peamised geograafilised piirkonnad: Himaalaja mäestik, Lõuna-Aasia (Hindustani poolsaar), Sise-Aasia (Tiibeti kiltmaa ja Mongoolia), Ida-Aasia (Jaapan, Korea, Ida-Hiina), Kagu-Aasia (Tai, Filipiinid, Indoneesia). Suurmaastikud oma geograafilises ja kultuurilises polaarsuses (lisaks kliimale näiteks budismi, hinduismi, islami ja kristluse mõjud). Kagu-Aasia kui põhiliselt saarestikest koosnev ala, Ida-Aasia tiheda asustusega ala. Vaikse ookeani ääres paiknevate riikide kiire areng. Hiina ja teiste Aasia riikide majanduse osatähtsuse kasvamine globaalseeruvus maailmas. Aasia inimeste osa tänapäeva ühiskonna muutumises. Vihmametsade raiumine kui globaalprobleem.

*Põhimõisted:* üldgeograafiline ja teemakaart, asimuut, leppemärgid, mõõtkava, poolus, paral-leel, ekvaator, meridiaan, algmeridiaan, geograafiline laius, geograafiline pikkus, geograafilised koordinaadid, kaardivõrk, ajavöötmek, maailmaaeg, vöötmek, kohalik aeg; kliimavöötmek, päikese langemisnurk, hoovus, madalrõhk-kond, kõrgrõhk-kond, mussoon; loodusvöötmek, vih-

mamets, erosioon, jõgede äravool, ferralliitmuld, savann, kõrb, oaas, taiga, igikelts, külma-kõrb; rass; nomaad.

*Geograafilised objektid:* Aafrika ja Aasia suuremad pinnavormid, jõed, järved, poolsaared, ümbritsevad mered, lahed ja saared; suuremad riigid ja linnad.

### **Lõiming teiste ainetega**

Kirjelduste kirjutamine, ettekande koostamine ja esitamine klassis lõimuvad eesti keelega. Inglise ja vene keelega seostub vastavate riikide loodusolude ja majandusega tutvumine. Arvandmete võrdlemine, mõõtkavade teisendamine, vahemaade arvutamine, graafikute ja diagrammide lugemine lõimub matemaatikaga. Epohhivihiku kujundamine, kaartide, skeemide ja illustratsioonide joonistamine lõimub kunstiga, kunstitundes maalitakse geograafilisi kaarte ja erinevaid maastikke. Maailmajagused tundma õppides puudutatakse alati ka nende aja- ja avastuslugu. Võõraste maade laulud ja tantsud, mida õpitakse muusikatundides ja on varem õpitud rahvatantsus, aitavad paremini sisse elada õpitavate maade meeleollu. Loodusõpetus annab selgituse sellele, kuidas Päike mõjutab Maa kliimat.

### **8. klass**

#### **Õpitulemused**

8. klassi lõpetaja:

- teab erinevate maailmajagude avastamis- ja uurimislugu;
- oskab kirjeldada Uue Maailma maailmajagude peamisi geograafilisi piirkondi, käsitledes kliimat, loodusvööndeid, inimtegevust;
- teab loodusvööndite kujunemist ja paiknemist, tüüpilisi taimi, loomi;
- oskab selgitada kõrgusvööndilisuse kujunemist;
- oskab üldjoontes hinnata loodusolude ja sotsiaal-kultuurilise tausta mõju majandustegevusele;
- omab ülevaadet eri piirkondade kultuuri, keele kujunemisest;
- teab maailma suuremaid riike.

#### **Õppesisu**

##### Ameerika

Avastamislugu. Põhja- ja Lõuna-Ameerika kliima, tüüpilised maastikud (tiheda asustusega rannikualad, Kordiljeed ja Andid, kuivad sisealad – preeria, Kanada Arktika saarestik, Amazonase madalik, Patagoonia) nende vastav inimtegevus. Loomastiku mitmekesisus.

Indiaanlaste sisseränne, alade hõivamine, kohanemine erineva elukeskkonnaga, olukord tänapäeval. Hispaania-Portugali ja Inglise-Prantsuse invasiooni erinevused ja tagajärjed (maavarade kasutamine, tehnoloogia erinevused, looduse hävitamine). Erinevad sotsiaalsed ja etnilised grupid Ameerikas. Suuremad riigid.

##### Austraalia ja Okeaania

Avastamislugu. Kliima, tüüpilised maastikud, nende vastav inimtegevus. Põlisrahvas. Loomastiku eripära ja mitmekesisus.

##### Antarktika

Avastamislugu. Eestist pärit maadeavastajad. Kliima ja maastik. Uurimisjaamad.

*Põhimõisted:* kriik, kanjon, erosioon, tornaado, mandriliustik, jäämägi; kõrgusvööndilisus, selva, preeria, rantšo, pampa; mulatt, mestiits, aborigeen; korallriff, atoll.

*Geograafilised objektid:* Ameerika ja Austraalia suuremad pinnavormid, jõed, järved, poolsaared, ümbritsevad mered, lahed ja saared; suuremad riigid ja linnad; Antarktikat ümbritsevad mered.

## **Lõiming teiste ainetega**

Kirjelduste kirjutamine, ettekande koostamine ja esitamine klassis lõimuvad eesti keelega. Inglise keelega seostub ingliskeelsete riikide loodusolude ja majandusega tutvumine. Arvandmete võrdlemine, mõõtkavade teisendamine, vahemaade arvutamine, graafikute ja diagrammide lugemine lõimub matemaatikaga. Epohhivihiku kujundamine, kaartide, skeemide ja illustratsioonide joonistamine lõimub kunstiga, kunstitundes maalitakse geograafilisi kaarte ja erinevaid maastikke. Maailmajagused tundma õppides käsitletakse nende aja- ja avastuslugu. Võõraste maade laulud ja tantsud, mida õpitakse muusikatundides ja on varem õpitud rahvatantsus, aitavad paremini sisse elada õpitavate maade meeleollu.

## **9. klass**

### **Õpitulemused**

9. klassi lõpetaja:

- oskab tuua näiteid inimtegevuse mõjust loodusele;
- on tuttav laamtektoonika teooriaga, teab laamade liikumisega kaasnevaid protsesse;
- oskab tuua näiteid erinevatest kivimitest ja setetest ning selgitada nende tekkimist ja kasutamist;
- oskab nimetada Maa välisjõudusid ja kirjeldada nende mõju pinnamoele ning tuua vastavaid näiteid;
- omab ülevaadet vee ringlust, põhjavee tekkest ja karstist;
- tunneb erinevaid veekogusid ning nende ökoloogilist ja majanduslikku tähtsust;
- oskab nimetada pinnavorme ja iseloomustada nende kujunemist;
- oskab iseloomustada Eesti ja Euroopa geoloogilist ehitust, pinnamoodi, kliimat, veestikku, mullastikku ja taimestikku, selgitada nendevahelisi seoseid;
- oskab analüüsida Eesti ja Euroopa loodus-, majandus- ja poliitgeograafilist asendit;
- teab ja oskab analüüsida olulisemaid majandust mõjutavaid tegureid;
- teab rahvastiku põhimõisteid ja rahvastiku muutusi tänapäeva Eestis ja Euroopas;
- oskab analüüsida peamiste majandusharude arengueeldusi ja praegust olukorda Eestis ja Euroopas;
- saab aru jätkusuutliku arengu vajadusest;
- oskab analüüsida tabeleid, graafikuid, diagramme ja kartogramme, teha järeldusi neil esitatud nähtuste sisu ja arengusuundade kohta.
- toob näiteid taime- ja loomakasvatuse kohta;
- iseloomustab põllumajanduse arengueeldusi Eestis ja põhjendab spetsialiseerumist;
- kirjeldab mulda kui ressursi;
- toob näiteid eri tüüpi põllumajandusettevõtete kohta Euroopas, sh Eestis;
- toob näiteid kodumaise toidukauba eeliste kohta ja väärtustab Eesti tooteid;
- toob näiteid põllumajandusega seotud keskkonnaprobleemide ja nende lahendamise võimaluste kohta.

### **Õppesisu**

#### Geoloogia

Ülevaade Maa geoloogilisest ajaloost. Mandrite triivist laamtektoonikani. Mandrite ja ookeanide kujunemine. Mäestikud, riftiorud, vulkaanid, ookeani keskahelikud ja süvikud. Noorte

kurdmäestike teke. Mineraalid ja kivimid. Kivimite ringe. Eesti aluspõhja kujunemine. Maa-  
varad, nende kaevandamine. Jääaeg, selle etapid. Mandrijäätekkelised pinnavormid. Ülevaa-  
de teistest eksogeensetest protsessidest ja tekkivatest pinnavormidest.

#### Kliima. Veestik. Taimkate

Eesti kliima kujunemine. Kliimakaart. Kliimamuutused. Põhjavesi. Siseveekogud. Sood.  
Läänemeri. Maastike ja taimkatte kujunemine erinevate tegurite koosmõjul.

#### Inimgeograafia

Rahvastiku põhimõisted. Muutused rahvastikus ja paigutuses. Ränded, selle põhjused. Rah-  
vuslik koosseis, selle kujunemine. Asustus. Haldusjaotus Eestis. Euroopa riigid. Majandust  
mõjutavad tegurid. Majanduse struktuur, selle muutumine. Hankiva majanduse, tööstuse ja  
teeninduse olulisemad harud. Eesti ja Euroopa majanduse olukord ja arenguperspektiivid.  
Inimtegevuse mõju loodusele. Keskkonnaprobleemid. Euroopa ja Eesti põllumajandus ning  
toiduainetööstus

Põllumajanduse arengut mõjutavad looduslikud tegurid. Eri tüüpi põllumajandusettevõtted ja  
toiduainetööstus Euroopas. Eesti põllumajandus ja toiduainetööstus. Põllumajandusega seo-  
tud keskkonnaprobleemid.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine:

toidukaupade päritolu uurimine ning kodu- ja välismise kauba osatähtsuse hindamine toote-  
grupiti.

*Põhimõisted:* laam, riftiorg, geokronoloogia, kaevandus, karjäär, maavara, aheraine; jääaeg,  
moreentasandik, oos, mõhn, voor, otsamoreen, sandur; karst, karstikoobas, kurisu; pankran-  
nik; luide; seenkalju; rahvaloendus, rahvastik, rahvus, sündimus, suremus, loomulik iive, rah-  
vastikupüramiid, migratsioon, immigratsioon, emigratsioon, sundränne, vabatahtlik ränne,  
pendelränne, pagulane; SKT; majanduse struktuur, hankiv majandus, töötlev tööstus, teenin-  
dus; energiaallikas, energiakriis, fossiilne kütus, taimekasvatus ja loomakasvatus, maakas-  
tus, haritav maa, looduslik rohumaa, taimekasvuperiood, looma- ja taimekasvatustalud, istan-  
dused

*Geograafilised objektid:* Eesti ja Euroopa suuremad pinnavormid, jõed, järved, saared, pool-  
saared, lahed, väinad, mered; Eesti maakonnad, maakonnakeskused; Euroopa riigid ja pealin-  
nad.

#### **Lõiming teiste ainetega**

Kirjelduste kirjutamine, ettekande koostamine ja esitamine klassis lõimuvad eesti keelega.  
Inglise keelega seostub ingliskeelsete riikide loodusolude ja majandusega tutvumine. Arv-  
andmete võrdlemine, mõõtkavade teisendamine, vahemaade, protsendi jm arvutamine, graa-  
fikute ja diagrammide lugemine lõimub matemaatikaga. Õhurõhu, õhu liikumine, rõhkkonda-  
de tekkega seotud teemad leiavad käsitlemist nii geograafias kui ka füüsikas. Epohhivihiku  
kujundamine, kaartide, skeemide ja illustratsioonide joonistamine lõimub kunstiga, kunsti-  
tundes maalitakse geograafilisi kaarte ja erinevaid maastikke. Ühiskonnaõpetuses käsitletakse  
geograafiaga samu teemasid teise nurga alt. Draamaõpetuses omandatu aitab klassis julge-  
malt esineda ja ennast selgemalt väljendada.

#### **Erinevused riiklikust õppekavast**

Maailma õpitaks tundma maailmajagude kaupa. Kõigepealt saavad õpilased pildi maailmajao  
erinevate piirkondade loodusoludest ja inimtegevusest, alles hiljem hakkavad nad tegema  
üldistusi kogu maailma kohta. 7.-8. klassis on rõhk kultuurigeograafial, erinevate rahvaste

elukorraldusel ning ümbritseva looduse mõjul sellele. Tundides õpilased üldjuhul IKT vahendeid ei kasuta, aga nad võivad iseseisvate tööde tegemisel andmete kogumiseks kasutada teiste teabeallikate hulgas ka interneti võimalusi.

## FÜÜSIKA

### Õppe- ja kasvatuseesmärgid

Õppe-eesmärgid:

- luua ettekujutus füüsikast kui loodusteadusest ja täppisteadusest;
- kujundada loodusnähtuste vaatlusoskus;
- õpetada kasutama füüsika keelt ja mõisteid;
- luua ettekujutus nähtuste põhjuslikkusest;
- tutvustada füüsika ajalugu ja füüsika osa ajaloos;
- õpetada läbi viima lihtsamaid katseid;
- õpetada katsetulemusi korrastama ja järeldusi tegema;
- tutvustada füüsika rakendusvõimalusi.

Füüsikakursus põhikoolis annab ettekujutuse füüsikast kui loodusteadusest. Seni loodusõpetuse tunnist ja igapäevaelust tuttavatele nähtustele antakse seletus füüsika mõisteid kasutades. Põhimõistete ja seaduspärasustega tutvutakse valdavalt vaatluste ning katsete teel. Õpetuses domineerib fenomenoloogiline lähenemine füüsikalistele nähtustele. 6. klassi vanuses omandab laps kausaalse mõtlemise võime ja loodusteadused saavad aidata neid mõtlemisjõudusid kasutada. See toimub kvalitatiivse mõtlemise läbi, mis arvestab pidevalt inimese ja maailma vastastikust suhet. Tuntust tundmatu nähtuse poole.

Füüsika õppimine toimub aktiivses õpikeskkonnas. Olulise tähtsusega on füüsikaliste nähtuste emotsionaalne läbielamine, kirjeldamine, seletamine ja prognoosimine. Fenomenide süvendatud uurimine võimaldab nad vabastada subjektiivsusest, mis tekib emotsionaalse läbielamise kaudu esimesel etapil. Järgneb mõtteseoste loov kujundamine. Fenomenoloogilises lähenemisviisis saavad kokku tajumine ja mõtlemine.

Füüsikaõpetust iseloomustab suunatud avastamine. Katsete abil õpitakse märkama ja kirjeldama nähtuste olulisi tunnuseid ja seaduspärasusi, avastama erinevate nähtuste põhjuseks olevaid ühtesid ja samu loodusseaduseid.

Katsete kirjeldused vormistavad õpilased iseseisvalt ainevihikusse. Õpetaja juhhib tähelepanu sellele, kuidas muuta jutustavas stiilis kirjeldused süstematiseeritumaks ning kasutada füüsikale omast keelt. Katse kirjeldustele lisanduvad vastavad illustratsioonid või skeemid. Järeldused pannakse kirja järgmisel päeval peale ühisarutelu ja kogetu analüüsi.

Matemaatikat õpitakse kasutama lihtsamate füüsikaülesannete lahendamisel. Tutvustatakse mõõtmist ja mõõtühikuid, samuti katsetulemuste ja ülesannete lahenduskäigu vormistamist, andmete ja seoste väljendamist füüsika keeles.

Koostöös bioloogia, geograafia ja keemiaga areneb objektiivne loodusteaduslik mõtlemisviis.

### II kooliaste

#### Juhtmotiivid

II kooliastmel suureneb õpilase distants suhtes looduse ja inimestega. „Kaasilmast” saab „ümbritsev maailm”. 12. eluaasta paiku saabub ajahetk, mil laps mitte ainult ei küsi põhjuste kohta, vaid neid ise ka otsib ja luua tahab. Seda püüdlust ning kausaalset mõtlemist toetab 6. klassis läbiviidav esimene füüsikaperiood.

Füüsika õppimine toimub aktiivses õppekeskkonnas. Esimese füüsikaperioodi käigus käsitletakse võimalikult lihtsate vahenditega mitmekülgset viisil akustika-, optika-, soojus-, magnetismi- ja elektrinähtusi. Toimub n.ö. suunatud avastamine. Katsed on piisavalt lihtsad, et neid soovi korral koduski korrata. Rakendub waldorfpedagoogika põhimõte, mille kohaselt enne puberteedia läbimist peab õpetus kaasama kõiki hingeosi – nii mõtlemist, tunnet kui tahet. Fenomenoloogilise lähenemisviisi esmane ülesanne selles eas on tekitada tundeelamus – imestus, üllatus vms. Õpilase tahe rakendub, kui ta nähtut-kogetut meenutab, etapiviisiliselt kirjeldab ning illustreerib. Järgmisel päeval luuakse mõtteseosed ning töötatakse õpetaja juhendamisel analüütiliselt. Selliselt kujundatud õpetus seob õpilast nii tunde- kui mõttetasandil maailmaga uuel viisil.

Paljusid füüsikalisi katseid saavad õpilased läbi viia kas individuaalselt või grupiga koos. Füüsikaperioodi käigus võib läbi viia mõne väiksema projekti, nt akustika raames pudelipilli valmistamise.

## **6. klass**

### **Õpitulemused**

6. klassi lõpetaja:

- oskab kirjeldada, millega tegelevad füüsika erinevad harud;
- oskab füüsikalise katsena kogetut kirjeldada;
- oskab põhjendada käsitletud füüsikaliste nähtuste ilmnemist;
- omab ettekujutust päikesesüsteemi ehitusest ja füüsikalistest atmosfäärinähtustest;
- tunneb õpitud füüsikalisi termineid.

### **Õppesisu**

Akustika. Helid ja heliallikad, helide tekitamine erinevate materjalidega, võnkumist iseloomustavad suurused, infra- ja ultraheli, helide levimine, kuulmine. Tuntud muusikainstrumentid. Helihark. Chladni helifiguurid. Inimese kõrva ehitus.

*Mõisted:* sagedus, heli kõrgus, resonants, kõlakast, heli kiirus, infra- ja ultraheli.

Optika. Valgus ja vari. Värvid ja nende järelpilt silmas. Vastandvärvid. Värviring (lõimumine kunstiõpetusega). Värvide tekkimine prisma.

Soojusõpetus. Soe õhk, külm õhk. Soojusjuhtivus, temperatuur ja selle mõõtmine, soojusülekanne, soojuspaisumine. Termomeeter.

*Mõisted:* rõhk ja ruumala, kiirgus, konvektsioon, soojuslikud protsessid.

Magnetism.

Magnetiliste omadustega ained. Magnetiseerimine. Püsi- ja ajutised magnetid. Kompass. Maa magnetväli.

*Mõisted:* maa magnetväli, kompass, püsimagnet.

Elekter. Staatilelekter. Elektrostaatilised tõmbe- ja tõukejõud, kehade elektriseerimine, elektrilaeng. Elektroskoop. Äike, virmalised atmosfääris.

### **Lõiming teiste ainetega**

Magnetismi teema lõimub geograafiaga, akustika muusika ja bioloogiaga. Inimese silma ja kõrva ehitust võib klassiõpetaja käsitleda nii bioloogia kui ka füüsikaperioodi käigus. Skeleti ja lihaskonna koostoides nähtavad füüsikalised mehaanikaseadused. Katsekirjelduste koostamine ja vaadeldud nähtuste kirjeldamine lõimub eesti keelega. Värviringi käsitledes luuakse kokkupuutepunkt kunstiõpetusega.

## **Erinevused riiklikust õppekavast**

6. klassis käsitletakse füüsikat waldorfkooli õppekava järgi eraldi ainaena.

### **III kooliaste**

#### **Juhtmotiivid**

Füüsilise ja hingelise arengu kõrval toimub lapses noorukiikka üleminekul ka vaimne teadvusemuutus. Tugevamini hakkab arenema mõisteline mõtlemine, mis püüab avastada seoseid üksiknähtuste vahel ja seeläbi jõuda uue terviklikkuse tajumiseni.

Füüsika põhimõistete ja seaduspärasustega tutvutakse endiselt valdavalt vaatluste ja katsetuste teel. Domineerib fenomenoloogiline lähenemine füüsikalistele nähtustele, aine induktiivne käsitus. Uurimistee algab nähtuse või objekti kirjeldamisest, jätkub oluliste tunnuste eristamisega ning seaduse või seaduspärasuse väljatoomisega. Protsessi käigus õpitakse uuritavat füüsika keeles väljendama. 9. klassis läbiviidavad fenomenoloogilised vaatlused võivad olla suunatud ka meeltekogemuste diferentseerimisvõimele: vaatlusteemaks võib olla virtuaalse ja reaalse pildi võrdlus arvuti baasil, salvestatud ja naturaalse heli kvaliteetide võrdlemine.

Lisaks aktiivõppe meetoditele tuleb molekulaarfüüsika käsitlemisel kasutusele võtta seletavtõlgendav meetod, jäädes siiski võimalikult elava kirjelduse juurde ning luues seoseid kogemuslikult tajutavaga.

7. klassi füüsika raskuspunkt on mehaanikal. Lähtutakse mehaanika praktilisest osast maailmas, selle rollist praktikas. Iseseisva tööna on oluline katsetav harjutamine, et tundma õppida mehaanika teaduslikku süstemaatikat või järele proovida mõtteliste hüpoteeside paikapidavust.

8. klassis tehakse tutvust valemite ja nende rakendamisega, nt helikiiruse, rõhu jms arvutamiseks. Füüsikaliste suurustega opereerimisel kasutatakse matemaatilisi teadmisi. Õpitakse kasutama füüsikaliste suuruste tabeleid. Sõnastatakse peamised reeglid. Kolmandal kooliastmel saab üha diferentseeritumalt arendada erinevaid mõtlemisprotsesse – võrdlemist, liigitamist, klassifitseerimist, analüüsi ja sünteesi.

8. ja 9. klassis on olulisel kohal inimese tegevus teadlase ja leiutajana: aurumasin, sisepõlemismootor, elektrimootor, telefon. Õpitakse tundma väljapaistvaid füüsikuid, nende ideid ja plaane, mis viisid leiutisteni. Tutvustatakse füüsikaideede ajaloolist arengut ja mõju elukeskkonnale, kõneldakse teadusliku tunnetuse loomingulisest iseloomust. Teadust saab tutvustada kui teatud isikute tööd, kes on teaduse läbi seotud nii ühiskonna kui kultuuriga. Tutvustatakse üldkultuurilise tähenduse omandanud ideid ja printsiipe, mille juured on füüsikas.

Õpitakse tundma mõõteriistade ja seadmete otstarvet, tööpõhimõtteid, kasutamise näiteid ja reegleid, ohutusnõudeid.

Koostöös bioloogia, geograafia ja keemiaga arendatakse loodusteaduslikku mõtlemisviisi. Areneb arusaam, et igal nähtusel on põhjus ja iga muutus looduses kutsub esile teisi muutusi, mis võivad põhjustada keskkonnas soovitud või soovimatuid tagajärgi. Areneb keskkonnateadlikkus. Soovitavad on õppekäigud, nt seoses Eesti energiavarude käsitlemisega põlevkivikaevanduse külastamine.

## 7. klass

### Õpitulemused

7. klassi õpilane:

- tunneb põhilisi soojusnähtusi, oskab neid igapäevaelus ära tunda;
- tunneb lihtsamaid mehaanikapõhimõtteid, oskab neid vajadusel rakendada;
- tunneb lihtsamaid vooluallikaid;
- tunneb elektriohutuse põhimõtteid.

### Õppesisu

Optika. Camera obscura. Ümberpööratud kujutis. Läätsed, fookus. Prillid, pikksilm, fotoaparaat, mikroskoop (valikul). Inimese silma ehitus. Poolvari, täisvari (lõimumine kunstiõpetusega). Peegeldumine: tasapeegel, nõgus- ja kumerpeegel. Valguse murdumine.

Soojusõpetus. Soojuse levik erinevates keskkondades: soojusjuhtivus, konvektsioon vedelikes, soojuskiirgus, soojuslik tasakaal. Päikesekiirgus. Soojuse praktiline kasutamine. Päikesepatarei. Termospudel.

Mehaanika. Kehade vastastikune mõju, lihtmehhanismid, Maa külgetõmbejõud, keha mass ja selle mõõtmine. Kaalud. Dünamomeeter. Kaldpind. Ühe ja kahe õlaga kang. Plokk ja tali. Pöör. Hammasratasülekanne. Mehaanika kuldreegel.

*Mõisted*: koormus, mass, jõud, kang, plokk, tali, kaalumise, massiühikud.

Elekter. Elektrivool, voolu olemasolu tingimused, vooluallikad, elektrivoolu toimed. Ampermeeter. Voltmeeter. Erinevate materjalide elektrijuhtivus. Takisti. Pool. Elektrivoolu magnetiline toime, elektromagnet. Galvani ja Volta elemendid. Patarei. Elektriohtus. Energia säästmine.

*Mõisted*: pinge, voolutugevus, takistus.

### Lõiming teiste ainetega

Mehaanika lõimub 8. klassi bioloogiaga: inimese luud ja liigesed. Lõiming on ka ajalooga – erinevate nähtuste avastamine ning rakendamine ajaloos. Katsekirjelduste koostamine ja vaadeldud nähtuste kirjeldamine lõimub eesti keelega. Füüsikaülesannete lahendamisel kasutatakse matemaatikat. Koostöös bioloogia, geograafia ja keemiaga areneb objektiivne loodusteaduslik mõtlemisviis.

### Õpitulemused

8. klassi õpilane:

- tunneb ja oskab teisendada põhilisi mõõtühikuid;
- tunneb õpitud vaadeldud nähtustega seotud mõisteid;
- suudab vaadeldud katsete põhjal teha üldistavaid järeldusi sarnaste nähtuste kohta elus ja ümbritsevas looduses;
- mõistab seoseid käsitletud jõudude ning suuruste vahel;
- oskab koostada lihtsamaid elektriühendusi;
- mõistab ohutusreegleid elektriga ümberkäimisel.

### Õppesisu

Kordamine. Mõõdud ja kaalud. Ainete erikaalud. Ühikute teisendamine.

Hüdromehaanika. Vaakum- ja survepump. Ühendatud anumad. Rakendusvõimalused. Rõhk vedelikes. Pascali katsed. Ülesanded rõhu arvutamiseks koos joonistega. Mõõtesilinder. Üleslükkejõud. Archimedese seadus.

Aeromehaanika. Vaakum. Õhu kaal. Õhu rõhk. Õhurõhu muutumine sõltuvalt kõrgusest.

Ülesanded õhurõhu arvutamiseks.

Aerodünaamika. Õhurõhk ja õhu liikumine. Luidete tekkimine. Lennuk. Aerodünaamiline paradoks. Tuule mõju looduses.

Meteoroloogia. Kõrg- ja madalrõhkkonnad. Baromeeter. Tsüklonid, nende teke, areng. Kliimavöötmeline seos ilmastikunähtustega.

Mõisted: õhurõhk, kõrg- ja madalrõhkkond, tsüklon.

Elekter. Elektriline induksioon. Rööp- ja jadaühendus. Pinge, takistus, voolutugevus; ülesanded. Ohmi seadus. Elektrivoolu soojustoime, keemiline toime, magnetiline toime.

Voolu magnetilise toime kasutamine: morseaparaat, releed, elektrimootor, dünamo (generaator), transformaator.

Mõisted: rööp- ja jadaühendus, voolutugevus, pinge, takistus, generaator, transformaator.

Rõhk: pinnale mõjuva jõu ja kehade kokkupuutepinna suhe. Hõõrdumine ja hõõrdejõud. Elastsusjõud. Gravitatsioonijõud.

### **Lõiming teiste ainetega**

Inimese silma ehitust võib käsitleda nii bioloogia kui ka füüsikaperioodi raames. Skeleti ja lihaskonna koostoides nähtuvad füüsikalised mehaanikaseadused. Meteoroloogia teemad lõimuvad geograafiaga. Lõiming on ka ajaloo – erinevate nähtuste avastamine ning raskendamine ajaloo. Katsekirjelduste koostamine ja vaadeldud nähtuste kirjeldamine lõimub eesti keelega. Füüsikaülesannete lahendamisel kasutatakse matemaatikat. Koostöös bioloogia, geograafia ja keemiaga areneb objektiivne loodusteaduslik mõtlemisviis.

## **9. klass**

### **Õpitulemused**

Põhikooli lõpetaja

teab:

- loodusnähtuste põhjuslikke seoseid;
- füüsikaliste nähtuste iseloomulikke tunnuseid, nähtuste ilmumise tingimusi, seost teiste nähtustega;
- füüsika mõisteid, sh. füüsikalisi suurusi, nähtusi või omadusi, mida mõiste iseloomustab; suuruste seoseid teiste füüsikaliste suurustega;
- õpitud seoste sõnastust, seost väljendavat valemit, seose õigsust kinnitavaid katseid, seoste kasutamist praktikas;
- mõõteriistade ja seadmete otstarvet, tööpõhimõtet, kasutamise näiteid ja reegleid, ohutuse nõudeid;
- inimtegevuse otsest mõju keskkonnale;
- keskkonnahoiu ja energiasäästu vajalikkust;

oskab:

- täpselt vaadelda ja vaatlusi formuleerida;
- seletada kirjeldatud nähtusi füüsika seisukohalt;
- kasutada mõisteid ja seoseid loodus- ja tehnikanähtuste seletamisel;
- märgata erinevusi tehniliste abivahenditega vahendatud maailmapildi ja meeltega otseselt kogetava tegelikkuse vahel;
- lahendada ülesandeid, kasutades õpitud valemeid ja seoseid;
- leida infot teatmeteostest;
- kasutada füüsikaliste suuruste tabeleid;
- koostada skeemi järgi katseseadet;
- kasutada joonlauda, malli, mõõtesilindrit, dünamomeetrit, kella, termomeetrit, kaalu-

- sid, elektroskoopi, ampermeetrit, voltmeetrit, kompassi;
- ohutult läbi viia lihtsamaid katseid;
- töödelda mõõtmistulemusi ja teha katsetulemuste põhjal järeldusi.

## Õppesisu

Akustika. Heli töötlus. Reaalse ja salvestatud heli võrdlus. (Lõimumine muusikaõpetusega)

Optika. Optiline suurendamine ja vähendamine. Arvuti. Virtuaalne pilt, reaalne pilt.

Molekulaarfüüsika. Molekulaarfüüsika põhialused ja nende kaudsed tõestused, aine ehitus, osakeste soojusliikumine, aine agregaatolekud, osakeste mõõtmed ja mass, gaasi rõhk, absoluutne temperatuur. Tuumareaktsioonid: tuumajõud, siseenergia vabanemine. Radioaktiivsus looduses. Radioaktiivne saaste.

*Mõisted*: molekul, aatom, ainehulk, molaarmass, Avogadro arv, absoluutne null.

Termodünaamika. Aine agregaatoleku muutused. Aurumasin, ajalooline areng. Auruturbiin. Soojusülekanne, soojushulk, faasisiirded, soojuse ja töö vastastikune muutumine, protsesside pöördumatus looduses. Sisepõlemismootorid.

*Mõisted*: erisoojus, sulamissoojus, aurustumissoojus, kütteväärtus, siseenergia.

Elekter. Elektrivoolu ja veevoolu analoogia, elektrivoolu iseloomustavad suurused. Elektriskeemide koostamine ja lugemine, elektrilised mõõtmised. Ohmi seaduse rakendamine, elektritöö ja võimsus.

*Mõisted*: Voolutugevus, pingeline, takistus, ampermeeter, voltmeeter, alalisvooluallikas, voolu suund.

## Lõiming teiste ainetega

Akustika lõimub muusikaga. Bioloogias õpitava inimese skeleti ja lihaskonna koostoimes nähtuvad füüsikalised mehaanikaseadused. Molekulaarfüüsika ja termodünaamika teemadel on kokkupuutepunkte geograafiaga. Erinevate nähtuste avastamine ning rakendamine ajaloos lõimub ajaloo. Katsekirjelduste koostamine ja vaadeldud nähtuste kirjeldamine lõimub eesti keelega. Füüsikaülesannete lahendamisel kasutatakse matemaatikat. Koostöös bioloogia, geograafia ja keemiaga areneb objektiivne loodusteaduslik mõtlemisviis.

## Erinevused riiklikust õppekavast

7. klassis ei õpetata loodusõpetust ühtse ainena, vaid füüsikat ning keemiat õpetatakse eraldi õppainetena. Õpetuse lähtekohaks on vaadeldavad protsessid. 9. klassi lõpuks saavutatakse põhikooli riikliku õppekavaga ettenähtud õpitulemused.

## KEEMIA

### Õppe- ja kasvatuseesmärgid

Põhikooli keemiaõpetusega taotletakse, et õpilane:

- saab lihtsa, kuid tervikliku pildi maailmas toimuvatest keemilistest nähtustest;
- omandab elementaarse ettekujutuse keemiast kui loodusteadusest;
- õpib seostama keemiateadmisi teistes loodusainetes käsitletuga;
- õpib aru saama keemia keelest;
- õpib tundma keemia põhimõisteid ja seaduspärasusi;
- arendab kausaalse mõtlemise, analüüsi ja järelduste tegemise oskust;
- omandab laboratoorse töö oskusi, õpib keemiliste ainetega ringi käima ja lihtsamaid katseid tegema;
- õpib tegema lihtsamaid arvutusi ainete valemite ja keemiliste reaktsioonide võrrandite alusel;
- õpib nägema ja mõistma keemilisi nähtusi kodus, looduses ja ümbritsevas elus, tehnikas, saab aru keemiateadmiste vajalikkusest;
- väärtustab elu ja elukeskkonda.

Keemiat käsitletakse waldorfkoolis 7.–9. klassini perioodõppe vormis. 7. ja 8. klassis kuulub keemia klassiõpetaja valdkonda, soovitatav on koostöö aineõpetajaga. 9. klassis õpetab keemiat vastava ettevalmistusega aineõpetaja.

Murdeea füüsiliste ja hingeliste muutuste kõrval toimub lapses noorukiikka üleminekul ka vaimne teadvusemuutus. Tugevamini hakkab arenema mõisteline mõtlemine, mis püüab avastada seoseid üksiknähtuste vahel ja seega jõuda vahepealsest eraldatuseelamusest uuel tasandil taas terviklikkuseni. 7. kooliaastal lisanduv keemia sisaldab ülalöeldu mõttes väljakutset ja võimalust: esiteks tundma õppida ainete maailma ja uurida nende omadusi, teiseks luua kogetu alusel seoseid ja mõisteid, mis kaasavad uurimisprotsessi inimese ja aitavad seega luua uue, sügavama suhte maailmaga. Õpetaja püüdleb selle poole, et aine oleks tihedalt seotud inimese endaga. Tõelisust sisaldab enam mõtlev vaatlemine kui abstraktne mõiste. Ainekäsitle eesmärgiks on keemia põhimõistete ja seaduspärasuste sisuline omandamine, käsitledes abstraktsioone kui vahendeid keemiliste nähtuste üleskirjutamiseks, mitte omaette eesmärgina. Sarnaselt füüsikale toimub keemia õppimine aktiivses õppekeskkonnas, domineerib fenomenoloogiline lähenemine keemilistele nähtustele. Fenomenoloogilises lähene-misviisis saavad teineteist täiendavalt kokku tajumine ja mõtlemine.

Põhikooli keemias ei ole arvutusülesanded omaette eesmärk. Küll on nende läbi võimalik rakendada konkreetseid matemaatikaoskusi loodusteaduslike ülesannete lahendamisel. Keemia matemaatiline käsitlus aitab mõista keemiliste nähtuste kvantitatiivseid seoseid.

Koostöös bioloogia, geograafia ja füüsikaga arendatakse kolmandal kooliastmel loodusteaduslikku mõtlemisviisi. Areneb arusaam, et igal nähtusel on põhjus ja igasugune muutus looduses põhjustab teisi muutusi, mis omakorda mõjutavad keskkonda.

Keemiaperioodide käigus valmib ainevihik, mis sisaldab ühelt poolt katsete illustreeritud kirjeldusi, teisalt objektiivseid katsetulemusi, järeldusi, keemia põhimõisteid ja sümboolikat, arvutusülesandeid.

Keemia õpetamise eesmärk 7.–9. klassini on täiendada terviklikku pilti maailmast, käsitledes seda läbi keemiliste nähtuste. Keemia viib varem käsitletud loodusnähtused ja protsessid seoseid avastades läbi ainete mikrotasandile. Maailma mikrotasandil surnud ainekooslusena tajumine kätkeb endas ohtu minetada aukartus elu ees. Õiget eetilist hoiakut maailma suhtes aitab kujundada põhimõte: maailm ei koosne mitte ainetest, vaid nähtustest – loodusriikidest ja elusolenditest.

### **Kooliastme õpitulemused**

Põhikooli lõpetaja:

- märkab keemiaga seotud probleeme igapäevaelus, keskkonnas ja praktilises
- inimtegevuses;
- kasutab korrektselt ainekavakohast keemiterminoloogiat ja keemiasümboleid ning saab aru lihtsamast keemiatekstist;
- kasutab vajaliku teabe leidmiseks perioodilisustabelit, lahustuvustabelit ja metallide
- pingerida ning leiab tabelitest ja graafikutelt füüsikaliste suuruste väärtusi (lahustuvus,
- lahuse tihedus, sulamis- ja keemistemperatuur vms);
- mõistab keemiliste reaktsioonide võrrandites sisalduvat teavet ning koostab lihtsamaid
- reaktsioonivõrrandeid (õpitud reaktsioonitüüpide piires);
- rakendab teadusuuringute põhimõtteid (probleem > hüpotees > katse > järeldused);
- planeerib ja teeb ohutult lihtsamaid keemiakatseid, mõistab igapäevaelus kasutatavate
- kemikaalide ja materjalide ohtlikkust ning rakendab neid kasutades vajalikke ohutusnõudeid;
- teeb lihtsamaid arvutusi ainevalemite ja reaktsioonivõrrandite ning lahuste koostise alusel, kontrollib lahenduskäigu õigsust dimensioonanalüüsiga ning hindab arvutustulemuste vastavust reaalsusele;
- väärtustab tervisliku toitumise ja tervislike eluviiside põhimõtteid ning elukeskkonda ja sellesse säästvat suhtumist.

### **III kooliaste**

#### **Juhtmotiivid**

Sarnaselt füüsikale, on ka keemiaõpetus põhikoolis eelkõige fenomenoloogiline. 7. klassi sissejuhatuses. Kõigepealt vahendab õpetaja katsete käigus keemilise elemendi kui kõikide keemiliste ja bioloogiliste protsesside ürgjõu tundepärast kogemist. Metoodika tuum seisneb keemiliste protsessideni jõudmises kogu nende mitmekesisuses ja rikkuses. Protsesse tuleb mõista kvalitatiivselt, et ajendada õpilasi leidma loodusega uut sidet. Keemiliste nähtustega paralleelselt käsitletakse nende kultuuriloolist aspekti, nt tuli, põlemine – lubjapõletamine – happed, alused, metallid.

Uuringuid alustatakse igapäevaste materjalidega ning järk-järgult minnakse üle laboratoorse päritoluga keemilistele ainetele. Uuritakse ja otsitakse seletusi ümbritsevas elus toimuvatele keemilistele nähtustele. Küsimused ei pea tekkima mitte sensatsioonilistest katsetest, vaid igapäevanähtuste nagu näiteks tuli vaatlemisest. Järgmine etapp on nähtuste kirjeldamine. Läbi nähtuste kirjeldamise omandatakse keemilised mõisted, seaduspärasused ja muud eripärad nii orgaanilise kui anorgaanilise keemia valdkonnast. Õpitakse olulise eristamist, katsetulemuste analüüsimist ning nende vormistamist. Kasutatakse suunatud avastamist. Ained avastatakse katsete käigus kogetut mitmekülgsest analüüsides. Selline tegevus arendab eelpuber-

teedis tekkinud kausaalset mõtlemist ning võimaldab tunde pärase kogemuse seostada mõtlemise objektiivsusega. Areneb loodusteaduslik maailmapilt. Keemiliste sümbolite ja reaktsioonivõrranditeni jõutakse keemia ajaloolist arengut jälgides.

Kui 7. klassi anorgaaniline keemia pakub mõjusate katsete läbi mõtlevale vaatlemisele hulgaliselt materjali, siis 8. klassi teemaks olevaid orgaanilisi loodusnähtusi ja protsesse on nende keerukuse tõttu oluliselt raskem mõista. Appi tuleb aine otsene seostamine inimesega toitumise läbi. Tervislikku toitumist teadvustatakse uuel tasandil, organismis toimuvate keemiliste protsesside tasakaalu seisukohalt.

Struktuur korrastab nähtuste rikkust. Teisalt võimaldab struktuuri tundmine nähtusi ka käsitleda. Arvutusülesanded pole omaette eesmärk, nad võimaldavad õpilasel omandada keemiliste suurustega opereerimise põhimõtted. Lõimudes matemaatikaga süvendavad arvutusülesanded protsentarvutuste ja võrdelise sõltuvuse rakendamise oskusi.

Keemia katseid ning laboratoorseid töid koos aparatuuri ülesseadmisega saadavad õpetaja seletused, erilist tähelepanu pööratakse ohutusele ning keemiliste ainetega ümberkäimise reeglitele.

## **7. klass**

### **Õpitulemused**

7. klassi õpilane:

- mõistab seoseid vaadeldud nähtustes;
- oskab ära tunda põhilisi reaktsioonitunnuseid;
- tunneb hapete ning aluste tähtsamaid omadusi;
- oskab lihtsate indikaatorite abil määrata aluseid ning happeid;
- teab põhilisi anorgaaniliste ainete klasse;
- tunneb põhilisi ohutusnõudeid kemikaalidega ümberkäimisel.

### **Õppesisu**

#### **Millega tegeleb keemia.**

- Keemia meie ümber. Puhtad ained ja segud. Ainete füüsikalised omadused.
- Füüsikalised nähtused ja keemilised reaktsioonid, reaktsioonide esilekutsumise ja kiirendamise võimalused. Keemiliste reaktsioonide tunnused.
- Põhilised ohutusnõuded. Kemikaalide kasutamine laboritöös ja argielus. Ohutusnõuete järgimise vajalikkus.
- Tähtsamad laborivahendid (nt katseklaas, keeduklaas, kolb, mõõtesilinder, lehter, uhmer, portselankauss, piirituslamp, katseklaasihoidja, statiiv) ja nende kasutamine praktilistes töös.

#### **Hapnik. Põlemine. Oksiidid.**

- Hapnik, selle omadused ja roll põlemisreaktsioonides ning eluslooduses. Mitmesugused põlemisreaktsioonid, oksiidide teke. Oksiidid igapäevaelus. Ühinemisreaktsioon. Põlemine.

- Tuli erinevates ilminguvormides. Põlemissaaduste uurimine (tuhk, süsi, süsinikdioksiid), indikaatorid (sh looduslikud, nt punase kapsa mahl).
- süsihappegaas: omadused ja kogumiseks sobivaid võtteid.

### **Happed ja alused - vastandlike omadustega ained.**

- Tähtsamad happed. Ohutusnõuded tugevate hapete kasutamise korral.
- Tähtsamad alused. Ohutusnõuded tugevate aluste kasutamise korral.
- Indikaatorid: looduslikud ja sünteetilised.
- Hapete reageerimine alustega, neutralisatsioonireaktsioon. Soolade saamine.
- Lahuste pH-skaala, selle kasutamine ainete lahuste happelisust/aluselisust iseloomustades.
- Tähtsamad soolad ja nende rakendusi
- Soolade lagunemine: lubjakivipõletamine: happelise oksiidi ja aluselise oksiidi saamine.

### **Tuntumaid metalle: omadused, tootmine, kasutamine, sulamid, sümbolid (Au, Ag, Cu, Fe, Hg, Sn, Pb, Al)**

- Metallid, metallide iseloomulikud omadused.
- Metallide füüsikaliste omaduste võrdlus.
- Metallide tootmise põhimõtted.
- Tähtsamad metallid ja nende sulamid.
- Metallide korrosioon (raua näitel).

### **Lõiming teiste ainetega**

Lõimudes matemaatikaga süvendavad arvutusülesanded keemiad protsentarvutuste ja võrdelise sõltuvuse rakendamise oskusi. Erinevate nähtuste avastamine ning rakendamine ajaloos lõimub ajalooga. Katsekirjelduste koostamine ja vaadeldud nähtuste kirjeldamine lõimub eesti keelega. Koostöös bioloogia, geograafia ja füüsikaga areneb objektiivne loodusteaduslik mõtlemisviis.

### **Läbivad teemad:**

**1) keskkond ja jätkusuutlik areng** – taotletakse õpilase kujunemist sotsiaalselt aktiivseks, vastutustundlikuks ja keskkonnateadlikuks inimeseks, kes hoiab ja kaitseb keskkonda ning väärtustades jätkusuutlikkust, on valmis leidma lahendusi keskkonna- ja inimarengu küsimustele;

**2) tehnoloogia ja innovatsioon** – taotletakse õpilase kujunemist uuendusaltiks ja nüüdisaegseid tehnoloogiaid eesmärgipäraselt kasutada oskavaks inimeseks, kes tuleb toime kiiresti muutuvast tehnoloogilises elu-, õpi- ja töökeskkonnas;

**3) tervis ja ohutus** – taotletakse õpilase kujunemist vaimselt, emotsionaalselt, sotsiaalselt ja füüsiliselt terveks ühiskonnaliikmeks, kes on võimeline järgima tervislikku eluviisi, käituma turvaliselt ning kaasa aitama tervist edendava turvalise keskkonna kujundamisele.

## **8. klass**

### **Õpitulemused**

8. klassi lõpetaja:

- tunneb põhiliste toitainete keemilisi ja füüsikalisi omadusi;
- teab nende esinemist põhilistes toiduainetes;

- tunneb rasvade, valkude, süsivesikute seost inimesega;
- omab ettekujutust keemiliste elementide perioodilisussüsteemist;
- tunneb põhiliste keemiliste elementide sümboleid;
- omab ettekujutust molekuli ja aatomi ehitusest.

## Vesi ja lahused

### Õpilane:

- Mõistab vee olulisust, toob näiteid lahustest looduses ja igapäevaelus;
- põhjendab vee tähtsust, seostab vee iseloomulikke füüsikalisi omadusi (paisumine jäätudes, suur erisoojus ja aurustumissoojus) vee rolliga Maa kliima kujundajana (seostab varem loodusõpetuses ja geograafias õpituga);
- eristab veesõbralikke (hüdrofiilseid) ja vett-tõrjuvaid (hüdrofoobseid) aineid ning toob nende kohta näiteid igapäevaelust;
- lahendab arvutusülesandeid, rakendades lahuse ja lahustunud aine massi ning lahus massiprotsendi seost; põhjendab lahenduskäiku (seostab osa ja terviku suhtega);
- oskab koostada lahustuvuse graafikut ja sellelt andmeid lugeda;
- põhjendab soolakristallide tekkimist küllastunud lahuse jahtumisel.

## Praktilised tööd ja IKT rakendamine

- Ainete füüsikaliste omaduste uurimine ja kirjeldamine (agregaatolek, sulamis- ja keemistemperatuur, tihedus vee suhtes, värvus jt).
- Aine lahustuvuse määramine ja lahustuvuse graafiku koostamine.
- Lihtsamate katsete läbiviimine: filtreerimine, aurustamine, kuumutamine katseklaasis, lahuste valmistamine.
- Õppeprogrammiga **100 + katset keemias** tutvumine.

## Aatomi ehitus ja selle seos perioodilisussüsteemiga. Metallid ja mittemetallid.

### Õpilane:

- selgitab aatomiehitust;
- seostab omavahel tähtsamate keemiliste elementide nimetusi ja tähiseid (sümboleid) (~25, nt H, F, Cl, Br, I, O, S, N, P, C, Si, Na, K, Mg, Ca, Ba, Al, Sn, Pb, Fe, Cu, Zn, Ag, Au, Hg); loeb õigesti keemiliste elementide sümboleid aine valemis;
- seostab keemilise elemendi asukohta perioodilisustabelis (A-rühmades) elemendi aatomi ehitusega (tuumalaeng ehk prootonite arv tuumas, elektronkihtide arv, väliskihi elektronide arv) ning koostab keemilise elemendi järjenumbri põhjal elemendi elektronskeemi (1.–4. perioodi A-rühmade elementidel);
- eristab metallilisi ja mittemetallilisi keemilisi elemente ning põhjendab nende paiknemist perioodilisustabelis; toob näiteid metallide ja mittemetallide kasutamise kohta igapäevaelus;
- eristab liht- ja liitaineid (keemilisi ühendeid), selgitab aine valemi põhjal aine koostist ning arvutab aine valemi põhjal tema molekulmassi (valemassi) perioodilisustabelit kasutades;
- eristab ioone neutraalsetest aatomitest ning selgitab ionide tekkimist ja iooni laengut;
- eristab kovalentset ja ioonilist sidet ning selgitab nende erinevust;

- eristab molekulaarseid (molekulidest koosnevaid) ja mittemolekulaarseid aineid ning toob nende kohta näiteid.

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

Internetist andmete otsimine keemiliste elementide kohta, nende võrdlemine ja süstematiseerimine.

### **Lahused ja pihused**

#### **Õpilane:**

- Eristab lahuseid ja pihuseid, toob näiteid lahuste ning pihuste kohta looduses ja igapäevaelus
- lahendab arvutusülesandeid, rakendades lahuse ja lahustunud aine massi ning lahuse massiprotsendi seost; põhjendab lahenduskäiku (seostab osa ja terviku suhtega)

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

- Eri tüüpi pihuste valmistamine (suspensioon, emulsioon, vaht jms), nende omaduste uurimine.
- Soolade lahustuvuse uurimine erinevatel temperatuuridel.
- Soolakristallide kasvatamine

#### **Õpilane:**

- Hindab eluks oluliste süsinikuühendite (sahhariidide, rasvade, valkude, vitamiinide) ja mineraalainete rolli elusorganismides.
- Tunneb nimetatud ainete põhilisi füüsikalisi ja keemilisi omadusi.

#### **Õppesisu**

- Vesi, vee erilised omadused, vee tähtsus. Vesi lahustina. Vee toime ainetesse, veesõbralikud ja vett-tõrjuvad ained.
- Lahused. Küllastumata ja küllastunud lahused. Lahustuvus. Kristallisatsioon.
- Lahuse massi%

### **Süsiniku tähtsus eluslooduses. Tähtsamad toitained.**

#### **Sahhariidid**

- Mono-, di- ja polüsahhariidid. Suhkrud – glükoos, fruktoos, sahharoos, laktoos. Sahhariidide töötlemine inimorganismis.
- Tärklis. Tärklise tekkimine taimedes. Ülevaade fotosünteesist.
- Käärimine: alkoholkäärimine, piimhapekäärimine, äädikhapekäärimine.
- Toiteväärtus.
- Tselluloos, paberivalmistamine.

#### **Valgud**

- Jahu liimaine kui valgukomponent (söestamisproov).
- Valkude koostis ja ehitus.
- Valkude lagundamine organismis. Inimese kehaomaste valkude ülesehitus.

## **Rasvad ja õlid**

- Rasvade üldised omadused, tähtsus. Rasvade hüdrofoobsus.
- Seebi keetmine . Seepide puhastav toime.
- Rasvade ainevahetus. Rasv kui kütus.

## **Aatomi ehitus ja selle seos perioodilisussüsteemiga**

- Keemilised elemendid, nende tähised. Keemiliste elementide omaduste perioodilisus, perioodilisustabel. Perioodilisustabeli seos aatomite elektronstruktuuriga: tuumalaeng, elektronkihtide arv, väliskihi elektronide arv (elektronskeemid).
- Keemiliste elementide metallilised ja mittemetallilised omadused, metallilised ja mittemetallilised elemendid perioodilisustabelis.
- Ioonide teke aatomitest, ioonide laengud. Aatomite ja ioonide erinevus. Ioonidest koosnevad ained (ioonised ained). Ettekujutus ioonilisest sidemest (tutvustavalt).
- Liht- ja liitained (keemilised ühendid). Molekulid, aine valem. Ettekujutus keemilisest sidemest aatomite vahel molekulis (kovalentne side). Aatommass ja molekulmass (vaalemass). Molekulaarsed ja mittemolekulaarsed ained (metallide ja soolade näitel).

## **Lahused ja pihused:**

tõelised lahused, kolloidlahused ja jämepehussüsteemid: suspensioonid, aerosoolid, vahud, tarded.

## **Lõiming teiste ainetega**

Lõimudes matemaatikaga süvendavad arvutusülesanded protsentarvutuste ja võrdelise sõltuvuse rakendamise oskusi. Toiduainete teema seostub tihedalt inimeseõpetuses (bioloogias) 7. klassis õpituga. Erinevate nähtuste avastamine ning rakendamine ajaloos lõimub ajalooga. Katsekirjelduste koostamine ja vaadeldud nähtuste kirjeldamine lõimub eesti keelega. Koostöös bioloogia, geograafia ja füüsikaga areneb objektiivne loodusteaduslik mõtlemisviis.

## **9. klass**

### **Õpitulemused**

Põhikooli lõpetaja:

- oskab kirjeldada ja selgitada katseid;
- tunneb keemia põhimõisteid ja käsitletud keemiliste protsesside seaduspärasusi;
- oskab ära tunda keemilisi protsesse ja nende tagajärgi igapäevaelus;
- teadvustab tervislikku toitumist organismis toimuvate keemiliste protsesside seisukohalt;
- teab keemiliste reaktsioonide esilekutsumiseks vajalikke tingimusi;
- teab peamisi laborivahendeid;
- oskab ohutult kasutada katsevahendeid ja kemikaale;
- teab keemilise reaktsiooni iseloomulikke tunnuseid;
- teab aine koostisosakesi ning aatomi ehituse seoseid elemendi asukohaga perioodilisustabelis;
- tunneb tähtsamaid anorgaanilisi ja orgaanilisi ühendeid , nende põhiklasse ning omadusi;
- teab tähtsamate keemiliste elementide tähiseid ja nimetusi;
- mõistab keemiliste nähtuste füüsikalist olemust ja looduses toimuvate protsesside keemilist tagapõhja;
- mõistab füüsikaliste ja keemiliste nähtuste erinevust;
- oskab lahendada õppesisule vastavaid probleem- ja arvutusülesandeid, s.h. sooritada

arvutusi aine hulga, massi ja gaasi ruumala seoste abil ning lahuste massiprotsendi alusel;

- oskab selgitada tähtsamate keemiliste ainete ja protsesside rakendusi argielus;
- oskab iseloomustada peamisi keemilise saaste allikaid ja nende mõju keskkonnale: happesademed, osoonikihi hõrenemine, kasvuhooneefekt, üleväetamine;
- teeb järeldusi ja üldistusi õpitud materjali põhjal;
- oskab leida ja kasutada ainealast teabematerjali.

## Õpitulemused

### Metallid

#### Õpilane

- eristab aktiivseid, keskmise aktiivsusega ja väheaktiivseid metalle; hindab metalli aktiivsust (aktiivne, keskmise aktiivsusega või väheaktiivne) metalli asukoha järgi metallide pingereas;
- teeb katseid metallide ja hapete vaheliste reaktsioonide uurimiseks, võrdleb nende reaktsioonide kiirust (kvalitatiivselt) ning seostab kiiruse erinevust metallide aktiivsuse erinevusega;
- seostab redoksreaktsioone keemiliste elementide oksüdatsiooniastmete muutumisega reaktsioonis;
- põhjendab metallide käitumist keemilistes reaktsioonides redutseerijana;
- koostab reaktsioonivõrrandeid metallide iseloomulike keemiliste reaktsioonide kohta (metall + hapnik, metall + happelahus);

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

- Metallide aktiivsuse võrdlemine reageerimisel happe lahusega (nt Zn, Fe, Sn, Cu).
- Raua korrosiooni uurimine erinevates tingimustes.
- Metallide reageerimine soolade lahustega.

### Anorgaaniliste ainete põhiklassid ja nendevahelised seosed

#### Õpilane

- tunneb valemi järgi oksiide, happeid, hüdroksiide (kui tuntumaid aluseid) ja soolasid ning koostab oksiidide, hüdroksiidide ja soolade nimetuste alusel nende valemid (ja vastupidi);
- mõistab hapete ja aluste vastandlikkust (võimet teineteist neutraliseerida);
- hindab lahuse happelisust, aluselisust või neutraalsust lahuse pH väärtuse alusel; määrab indikaatoriga keskkonda lahuses (neutraalne, happeline või aluseline);
- toob näiteid tuntumate hapete, aluste ja soolade kasutamise kohta igapäevaelus;
- järgib leeliste ja tugevate hapetega töötades ohutusnõudeid;
- koostab ning tasakaalustab lihtsamate hapete ja aluste vaheliste reaktsioonide võrrandeid;
- mõistab reaktsioonivõrrandite tasakaalustamise põhimõtet (keemilistes reaktsioonides elementide aatomite arv ei muutu);
- seostab omavahel tähtsamate hapete ning happeanioonide valemid ja nimetusi (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>);
- analüüsib valemite põhjal hapete koostist, eristab hapnikhappeid ja hapnikuta happeid ning ühe- ja mitmeprootonilisi happeid;

- eristab tugevaid ja nõrku happeid ning aluseid; seostab lahuse happelisi omadusi  $H^+$ -ioonide ja aluselisi omadusi  $OH^-$ -ioonide esinemisega lahuses;
- kasutab aineklasside vahelisi seoseid ainetevahelisi reaktsioone põhjendades ja vastavaid reaktsioonivõrrandeid koostades (õpitud reaktsioonitüüpide piires: lihtaine +  $O_2$ , happeline oksiid + vesi, (tugevalt) aluseline oksiid + vesi, hape + metall, hape + alus, aluseline oksiid + hape, happeline oksiid + alus, hüdroksiidi lagunemine kuumutamisel); korraldab neid reaktsioone praktiliselt;
- kasutab vajaliku info saamiseks lahustuvustabelit;
- kirjeldab ja analüüsib mõnede tähtsamate anorgaaniliste ühendite ( $H_2O$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $NaOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $NaCl$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $NaHCO_3$ ,  $CaSO_4$ ,  $CaCO_3$  jt) peamisi omadusi ning selgitab nende ühendite kasutamist igapäevaelus.

## Praktilised tööd ja IKT rakendamine

- Erinevate oksiidide ja vee vahelise reaktsiooni uurimine (nt  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $SO_2 + H_2O$ ).
- Erinevate oksiidide ja hapete või aluste vaheliste reaktsioonide uurimine (nt  $CuO + H_2SO_4$ ,  $CO_2 + NaOH$ ).
- Internetist andmete otsimine olmekemikaalide happelisuse/aluseliseuse kohta, järelduste tegemine.
- Erinevat tüüpi hapete ja aluste vaheliste reaktsioonide uurimine.
- Rasklahustuva hüdroksiidi saamine; hüdroksiidi lagundamine kuumutamisel.
- Lahuste elektrijuhtivuse võrdlemine.

## Mool ja molaararvutused

### Õpilane

- tunneb põhilisi aine hulga, massi ja ruumala ühikuid (mol, kmol, g, kg, t,  $cm^3$ ,  $dm^3$ ,  $m^3$ , ml, ning teeb vajalikke ühikute teisendusi);
- teeb arvutusi aine hulga, massi ja gaasi ruumala vaheliste seoste alusel, põhjendab neid loogiliselt;
- mõistab ainete massi jäävust keemilistes reaktsioonides ja reaktsioonivõrrandi kordajate tähendust (reageerivate ainete hulkade ehk moolide arvude suhe);
- analüüsib keemilise reaktsiooni võrrandis sisalduvat (kvalitatiivset ja kvantitatiivset) infot;
- lahendab reaktsioonivõrranditel põhinevaid arvutusülesandeid, lähtudes reaktsioonivõrrandite kordajatest (ainete moolsuhtest) ja reaktsioonis osalevate ainete hulkadest (moolide arvust), tehes vajaduse korral ümberarvutusi ainehulga, massi ja (gaasi) ruumala vaheliste seoste alusel;
- põhjendab lahenduskäiku; hindab loogiliselt arvutustulemuste õigsust ning teeb arvutustulemuste põhjal järeldusi ja otsustusi.

## Süsinikuühendite keemia

### Õpilane

- võrdleb ning põhjendab süsiniku lihtainete ja süsinikuoksiidide omadusi;
- analüüsib süsinikuühendite paljususe põhjust (süsiniku võime moodustada lineaarseid ja hargnevaid ahelaid, tsükleid, kordseid sidemeid);

- koostab süsinikuühendite struktuurivalemeid etteantud aatomite (C, H, O) arvu järgi (arvestades süsiniku, hapniku ja vesiniku aatomite moodustatavate kovalentsete sidemete arvu);
- kirjeldab süsivesinike esinemisvorme looduses (maagaas, nafta) ja kasutusalasid (küttused, määrdeained) ning selgitab nende kasutamise võimalusi praktikas;
- koostab süsivesinike täieliku põlemise reaktsioonivõrrandeid;
- eristab struktuurivalemi põhjal süsivesinikke, alkohole ja karboksüülhappeid;
- koostab mõnede tähtsamate süsinikuühendite ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) iseloomulike keemiliste reaktsioonide võrrandeid (õpitud reaktsioonitüüpide piires) ja teeb katseid nende reaktsioonide uurimiseks;
- hindab etanooli füsioloogilist toimet ja sellega seotud probleeme igapäevaelus;
- selgitab keemiliste reaktsioonide soojusefekti (energia eraldumist või neeldumist);
- hindab eluks oluliste süsinikuühendite (sahhariidide, rasvade, valkude) rolli elusorganismides ja põhjendab nende muundumise lõppsaadusi organismis (vesi ja süsinikdioksiid);
- analüüsib süsinikuühendite kasutusvõimalusi kütusena ning eristab taastuvaid ja taastumatuid energiaallikaid (seostab varem loodusõpetuses õpituga);
- iseloomustab tuntumaid süsinikuühenditel põhinevaid materjale (kiudained, plastid) ning analüüsib nende põhiomadusi ja kasutusvõimalusi;
- mõistab tuntumate olmekemikaalide ohtlikkust ning järgib neid kasutades ohutusnõudeid;
- mõistab elukeskkonda säästva suhtumise vajalikkust, analüüsib keskkonna säästmise võimalusi.

## Praktilised tööd ja IKT rakendamine

- Lihtsamate süsivesinike jt süsinikuühendite molekulide mudelite koostamine.
- Süsinikuühendite molekulide mudelite koostamine ja uurimine arvutikeskkonnas (vastava tarkvara abil).
- Süsivesinike omaduste uurimine (lahustuvus, märguvus veega).
- Erinevate süsinikuühendite (nt etanooli ja parafiini) põlemisreaktsioonide uurimine.
- Etaanhappe happeliste omaduste uurimine (nt etanhape + sooda, etanhape + leeliselahus).

## Õppesisu

### Metallid ja mittemetallid.

- Metallid redutseerijatena; jaotus aktiivseteks, keskmise aktiivsusega ja väheaktiivseteks metallideks. Metallide keemilised omadused.
- Mittemetallid oksüdeerijatena ja redutseerijatena ning nende kasutamine igapäevaelus.

### Anorgaaniliste ainete põhiklassid ja nendevahelised seosed

- Oksiidid. Happelised ja aluselised oksiidid, nende reageerimine veega.
- Happed. Hapete liigitamine (tugevad ja nõrgad happed, ühe- ja mitmeprootonihapped, hapnikhapped ja hapnikuta happed). Hapete keemilised omadused (reageerimine metallide, aluseliste oksiidide ja alustega). Happed argielus.

- Alused. Aluste liigitamine (tugevad ja nõrgad alused, hästi lahustuvad ja rasklahustuvad alused) ning keemilised omadused (reageerimine happeliste oksiidide ja hapetega). Hüdroksiidide koostis ja nimetused. Hüdroksiidide lagunemine kuumutamisel. Lagunemisreaktsioonid.
- Soolad. Soolade saamise võimalusi (õpitud reaktsioonitüüpide piires), lahustuvuse tabel.
- Vesiniksoolad (söögisooda näitel). Seosed anorgaaniliste ainete põhiklasside vahel.
- Anorgaanilised ühendid igapäevaelus. Vee karedus, väetised, ehitusmaterjalid.

### **Mool, molaararvutused**

- Aine hulk, mool. Molaarmass ja gaasi molaarruumala (normaalingimustel). Ainekoguste ühikud ja nende teisendused.
- Aine massi jäävus keemilistes reaktsioonides. Reaktsioonivõrrandi kordajate tähendus.
- Keemilise reaktsiooni võrrandis sisalduva (kvalitatiivne ja kvantitatiivne) info analüüs.
- Arvutused reaktsioonivõrrandite põhjal (moolides, vajaduse korral teisendades lähteainete või saaduste koguseid).

### **Süsinikuühendite keemia**

- Süsinik lihtainena. Süsinikuoksiidid. Süsivesinikud. Süsinikuühendite paljusus. Süsiniku võime moodustada lineaarseid ja hargnevaid ahelaid, tsükleid, kordseid sidemeid. Molekulimudelid ja struktuurivalemid. Ettekujutus polümeeridest. Polümeerid igapäevaelus.
- Süsivesinike esinemisvormid looduses (maagaas, nafta) ja kasutusala (kütused, määrdained) ning nende kasutamise võimalused.
- Süsivesinike täielik põlemine (reaktsioonivõrrandide koostamine ja tasakaalustamine).
- Tähtsamatele süsinikuühenditele iseloomulikud keemiliste reaktsioonide võrrandid (õpitud reaktsioonitüüpide piires).
- Alkoholid ja karboksüülhapete tähtsamad esindajad (etanool, etanhape), nende tähtsus igapäevaelus, etanooli füsioloogiline toime.
- Energia eraldumine ja neeldumine keemilistes reaktsioonides, ekso- ja endotermilised reaktsioonid.
- Eluks olulised süsinikuühendid (sahhariidid, rasvad, valgud), nende roll organismis. Tervisliku toitumise põhimõtted, tervislik eluviis.
- Tarbekeemia saadused, plastid ja kiudained. Olmekemikaalide kasutamise ohutusnõuded. Keemia ja elukeskkond.

### **Lõiming teiste ainetega**

Lõimudes matemaatikaga süvendavad arvutusülesanded protsentarvutuste ja võrdelise sõltuvuse rakendamise oskusi. Erinevate nähtuste avastamine ning rakendamine ajaloos lõimub ajaloo ja katsekirjelduste koostamine ja vaadeldud nähtuste kirjeldamine lõimub eesti keelega. Koostöös bioloogia, geograafia ja füüsikaga areneb objektiivne loodusteaduslik mõtlemisviis.

### **Erinevused riiklikust õppekavast**

7. klassis ei õpetata loodusõpetust ühtse ainena, vaid keemiat ning füüsikat õpetatakse eraldi õppainetena. Õpetuse lähtekohaks on vaadeldavad protsessid. 8. klassis käsitletakse põhjalikumalt orgaanilist keemiat. 9. klassi lõpuks saavutatakse põhikooli riikliku õppekavaga ettenähtud õpitulemused.

## **LOODUSAINED GÜMNAASIUMIS**

### **Õppe- ja kasvatusesmärgid**

Gümnaasiumi lõpetaja:

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

### **Ainevaldkonna kirjeldus**

Ainevaldkonda kuuluvad:

- bioloogia
- esmaabi
- geograafia
- füüsika
- keemia.

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

- empiiriliste teadmiste omandamine bioloogilistest ja füüsikalis-keemilistest süsteemidest (mõisted, seaduspärasused ning teooriad, mis määravad konkreetse õppeaine sisu ja vastavad konkreetse aja teaduse saavutustele);
- loodusteadusliku meetodi omandamine, mis sisaldab ka teaduslikku suhtumist, sh viigade tunnistamist. Loodusteadusliku uurimismeetodi kaudu on seotud kõik loodusvaldkonna õppeained, moodustades ühise aluse;

- probleemide lahendamise ja otsuste tegemise oskuste arendamine, arvestades nii loodusteaduslikke kui ka majanduslikke, poliitilisi, sotsiaalseid, eetilisi ja moraalseid aspekte;
- õpilaste personaalsete võimete, sh loovuse, kommunikatsiooni- ja koostööoskuste arendamine, hoiakute kujundamine loodusteaduste, tehnoloogia ja ühiskonna suhtes; riskide teadvustamine ja karjääriteadlikkuse kujundamine.

Tähtis koht on uurimuslikul õppel, mis toimub nii praktiliste tööde kui ka teoreetilise iseloomuga igapäevaeluprobleemide lahendamise kaudu.

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

Esmaabi tsüklis võetakse bioloogiateadmised inimese anatoomiast ja füsioloogiast läbi erilisest vaatenurgast – kuidas aidata, kui inimese elu satub õnnetuse läbi ohtu.

Geograafiat õppides kujuneb õpilastel arusaam Maast kui terviksüsteemist, looduses ja ühiskonnas esinevatest protsessidest, nende ruumilisest levikust ning vastastikustest seostest.

Keemiaõpetuses saavad õpilased ülevaate keemiliste protsesside põhilistest seaduspärasustest, seostest erinevate nähtuste ja seaduspärasuste vahel, keemia tulevikusuundumustest ning nendega seotud rakendustest ja elukutsetest.

Füüsikaõppes käsitletakse nähtusi süsteemselt, taotledes terviklikku ettekujutust füüsikast kui fundamentaalsest teadusest. Füüsikaõpe on tihedalt seotud matemaatikaga, loob aluse tehnika ja tehnoloogia mõistmisele ning aitab väärtustada tehnikaga seotud elukutseid.

Oluline on ainevaldkonna sisemine lõiming, mis loob arusaama keskkonnast kui terviksüsteemist nii mikro-, makro- kui ka mega- (globaalsel) tasandil.

## **Üldpädevuste kujundamine**

Väärtuspädevus – loodusainete õpetamisel kujundatakse õpilaste suhtumist teadusesse kui inimtegevuse tähtsasse valdkonda, süvendatakse säästlikku hoiakut keskkonna ja väärtustatakse jätkusuutlikku, vastutustundlikku ning tervislikku eluviisi.

Sotsiaalne pädevus kujuneb eelkõige dilemmaide lahendamise ja sotsiaalteaduslike otsuste tegemise protsessis, kus arvestatakse lisaks loodusteaduslikele seisukohtadele ka inimühiskonnaga seotud aspekte – seadusandlikke, majanduslikke ning eetilis-moraalseid seisukohti. Oluline on rühmatöö, ajurünnakud, rollimängud, kriitiliste essee kirjutamine ja analüüs.

Loodusained toetavad õpipädevuse kujunemist erinevate õpitegevuste kaudu. Õpipädevust arendatakse probleemide lahendamise ja uurimusliku õppe rakendamisega: õpilased omandavad oskused leida loodusteaduslikku infot, sõnastada probleeme ja uurimisküsimusi, planeerida ja teha katset või vaatlust, analüüsida, tõlgendada ning esitada tulemusi.

Matemaatikapädevus kujuneb eelkõige uurimusliku õppega, kus õpilastel tuleb katse- või vaatlusandmeid esitada tabelina ja arvjoonisena, neid analüüsida, leida seoseid ning siduda arvulisi näitajaid lahendatava probleemiga.

Õpilaste initsiatiivi toetamine õppes (katsete disainimine, rollimängud, väitlused jm õppetegevused) aitab neil kujuneda mõtlemis- ning algatusvõimelisteks isikuteks, kes lähenevad loovalt ning paindlikult elus ettetulevatele probleemidele (muutuv tööjõuturg, majanduskriisid jms).

Sotsiaalteaduslike probleemide lahendamise ning otsuste langetamise käigus süvendatakse õpilase teadlikkust demokraatliku ühiskonna poliitilisest ja majanduslikust toimimisest, et õpilane saaks oma kogemuse kaudu tunnetada aktiivseks ja informeeritud kodanikuks olemise eeliseid.

Suhtluspädevust arendatakse nii uurimuslike tööde tulemuste kirjaliku ja suulise esituse, dilemmaide ja sotsiaalteaduslike probleemide lahendamise kui ka loodusteadusliku info otsimise ning interpreteerimise kaudu.

Enesemääratluspädevust arendatakse inimeseõpetuse tundides tervislike eluviiside teemasid käsitledes. Nii on võimalik ennetada teadmatuset ja väärinterpretatsioonist tekkivaid ohte.

### **Läbivad teemad**

Elukestev õpe ja karjääri planeerimine. Kõik loodusained toetavad õpipädevuse kujunemist ning elukestva õppe väärtustamist. Probleemide lahendamine ja uurimusliku õppe rakendamine süvendavad koolist igapäevaellu ülekantavate oskuste kujunemist.

Loodusvaldkonna õppeainete ühine eesmärk on kujundada õppimisse positiivne suhtumine, mis on ühtlasi elukestva õppimise üks tähtsamaid eeldusi. Õpilasel avardatakse ettekujutust loodusteadusvaldkonna erialadest ning kujundatakse nüüdisaegset ettekujutust teadlase tööst.

Keskkond ja jätkusuutlik areng. Gümnaasiumiastmes kujundavad õpilased keskkonnaküsimustes otsuste langetamise ning hinnangute andmise oskusi, arvestades nüüdisaja teaduse ja tehnoloogia arengu võimalusi ja piiranguid, normatiivdokumente ning eetilis-moraalseid aspekte.

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

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

Läbivat teemat „Teabekeskkond” käsitletakse seenduvalt eri infoallikatest teabe kogumise, teabe kriitilise hindamise ning kasutamisega.

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

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

### **Hindamine**

Kasutatakse kujundavat ja kokkuvõtvat hindamist.

Kujundav hindamine on enamasti mitterumbriline. Õppetunni või muu õppetegevuse ajal antakse õpilasele tagasisidet aine ja ainevaldkonna teadmiste ja oskuste ning õpilase hoiakute ja väärtuste kohta. Koostöös kaaslaste ja õpetajaga saab õpilane seatud eesmärkide ja õpitulemuste põhjal julgustavat ning konstruktiivset tagasisidet oma tugevuste ja nõrkuste kohta. Praktiliste tööde ja ülesannete puhul ei hinnata mitte ainult töö tulemust, vaid ka protsessi. Kirjalikke ülesandeid hinnates parandatakse ka õigekirjavead, mida hindamisel ei arvestata.

Kokkuvõtva hindamise korral võrreldakse õpilase arengut õppekavas toodud oodatavate õpitulemustega, kasutades rumbrilist hindamist. Õpitulemuste saavutatust hinnatakse tunnikontrollide ja kontrolltöödega ning muude kontrollivõtetega. Kursuse kokkuvõttev hinne kujundatakse nende ja vajaduse korral kursust kokku võtva arvestustöö tulemuste alusel.

Õpilaste teadmisi ja oskusi kontrollitakse eespool esitatud kolmel tasemel: teadmine, rakendamine ning arutlemine. Hindamisel lähtutakse Tartu Waldorfgümnaasiumi hindamisjuhendist. Õpilase õpinguraamatusse kirjutab õpetaja lisaks rumbrilisele hindele ka sõnalise hinnangu.

Ainevaldkonna piires on bioloogia ainekava lõiming gümnaasiumiosas kõige suurem keemia ainekavaga, sellele järgnevad geograafia, füüsika ja matemaatika. Bioloogia, keemia, füüsika ja geograafia õppimisel kujuneb kokkuvõttes terviklik ülevaade elusorganismidest ja nende dunaamilisest elukeskkonnast.

## BIOLOOGIA

### Juhtmotiivid

Ülaastme bioloogiaõpetus haarab bioloogiat koos keskkonnaõpetusega. Tähtis on ülesande püstitus: mis bioloogias on väärt, et teenida noore inimese enese- ja maailmamõistmist antud vanuses? Otsustusjõu iseseisvumisega hingelises murdeas ärkab tunnetus- ja seega ka teadusvajadus, millega kaasnevad isiklikku elujoonist otsides veel teadvustamata tulevikuideaalid. Looduseni jõutakse nii, et elav iseloomustus, reeglid ja seadused leitakse enda olemisviisist. 9.-10. klassis on seetõttu esiplaanil inimbioloogia (bioloogiline antropoloogia).

Alates 11. klassist käsitletakse lihtsaimatest eluvormidest alustades ülejäänud elusloodust. Abiks on ka loodusteaduste ajaloo vaatlemine. 19.-20. sajandi kausaalanalüütilise loodusteaduse võidukäik tõi kaasa võõrandumise biosfäärist, mis killustati teadusharude vahel.

Keskkonnaõpetus on tähtis, kuid ei maksa liiga ruttu eraldada organismi tema keskkonnast lõhkudes nii seosed juba verbaalselt. Ökoloogilist katastroofiseisundit ei saa parandada muutmatu analüütikaga ja selle najal tõstatavate eetiliste nõudmistega, vaid tervikliku ja seega ökoloogilise pilguga, mida koolibioloogia peab esmajoones vahendama. Moraalsed nõudmised toimivad alati nõuetena teistele ja jäävad seeläbi eneserahustamiseks. Püüdlemist vääriv on ühendav ja monistlik tajumisviis.

Üheteistkümnendas ja kaheteistkümnendas klassis tegeletakse bioloogia raames tervikust osade otsimisega ning süsteemi mõistmisega eraldatuse tasemel. Üheteistkümnendes klassis tegeleb peamiselt osakeste õppimisega ja olemasolevate teadmiste faktiliste täiendamistega. Kaheteistkümnendas klassis ehk bioloogia kursuse lõpuks tekib osadest taas tervik, kuid täiendatud ja loogiliselt üles ehitatud süsteemina.

### 10. klass

#### I kursus

#### Õpitulemused

10. klassi lõpetaja:

- seostab inimese närvisüsteemi osi nende talitlusega;
- analüüsib eri tegurite mõju närviimpulsi tekkes ja levikus;
- seostab närvisüsteemiga seotud levinumaid puudeid ja haigusi nende väliste ilmingutega;
- omandab negatiivse hoiaku närvisüsteemi kahjustavate ainete tarbimise suhtes;
- selgitab inimorganismi kaitsesüsteeme ning immuunsüsteemi tähtsust;
- koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte neuraalse ja humoraalse regulatsiooni osa kohta inimorganismi talitluste kooskõlastamises;
- selgitab vere püsiva koostise tagamise mehhanisme ja selle tähtsust;
- kirjeldab inimese termoregulatsiooni mehhanisme ning nendevahelisi seoseid;
- väärtustab tervislikke eluviise.

#### Õppesisu

##### Inimeseõpetus

*Süda ja vereringe.* Embrüonaalne vereringe, veresoonte ja südame moodustumine läbi fülogeneesi ja ontogeneesi. Arterite ja veenide ehituse ja funktsioonide polaarsus. Vere koostisosad. Suur ja väike vereringe, kapillaarid ja anastomoosid. Südame ehitus ja funktsioneerimine. Südamehaigused.

*Hingamiselundid.* Elundkonna embrüonaalne moodustumine, bronhiaalpuu, kopsualveoolid, pulsi/hingamise rütmid. Hingamine kui hingelise väljendus ja psühhosomaatika.

*Seedeelundkond.* Seedetrakt maksa, sapipõie, pankrease, põrnaga. Ülakõhuelundite psühhosomaatika (hüpohondria).

*Urogenitaalsüsteem.* Neerude ehitus ja funktsioon kuni hingeliste mõjustusteni iseäranis neerupealiste kaudu (adrenaliin, kortikoidid). Sugude polaarsus.

*Närvisüsteem.* Närvisüsteemi kolmeosalisus – peaaju, seljaaju ja vegetatiivne närvisüsteem. Südame autonoomne närvisüsteem. Suuraju, vahe-, kesk- ja väikeaju. Seljaaju, refleksikaar, selle osalemine suurajukoore integratiivsetes funktsioonides. Südame ja hingamise ahelrefleksid. Sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi antagonism. Sisenõrenäärmed ja nende vastastikune seotus.

Kretschmeri konstitutsioonitüübid ja temperamendid seoses füsioloogiaga.

### **Lõiming teiste ainetega**

Palju bioloogias õpitavast toetub keemiateadmistele. Inimese käsitlemine pakub alati võimalust võrdluseks ülejäänud elusloodusega. Põhjalikust inimese anatoomia, füsioloogia ja tervishoiu kursusest, mis algas juba III kooliastmes, kasvab välja praktiline aine – esmaabi 11. klassis. Vihikutekstide koostamine lõimub emakeelega. Arvandmete võrdlemist ja analüüsi, samuti mõõtmisi toetab matemaatika.

## **11. klass**

### **II kursus**

#### **Õpitulemused**

11. klassi lõpetaja:

- 1) võrdleb elus- ja eluta looduse tunnuseid ning eristab elusloodusele ainuomaseid tunnuseid;
- 2) seostab eluslooduse organiseerituse tasemeid elu tunnustega ning kirjeldab neid uurivaid bioloogiateadusi ja elukutseid;
- 3) põhjendab teadusliku meetodi vajalikkust loodusteadustes ja igapäevaelu probleemide lahendamisel;
- 4) kavandab ja viib läbi eksperimente lähtuvalt loodusteaduslikust meetodist;
- 5) analüüsib loodusteadusliku meetodi rakendamisega seotud tekste ning annab neile põhjendatud hinnanguid;
- 6) väärtustab loodusteaduslikku meetodit usaldusväärsete järelduste tegemisel;
- 7) võrdleb elus- ja eluta looduse keemilist koostist;
- 8) seostab vee omadusi organismide talitlusega;
- 9) selgitab peamiste katioonide ja anioonide tähtsust organismide ehituses ning talitluses;
- 10) seostab süsivesikute, lipiidide ja valkude ehitust nende ülesannetega;
- 11) võrdleb DNA ja RNA ehitust ning ülesandeid;
- 12) väärtustab vee, mineraalainete ja biomolekulide osa tervislikus toitumises.

#### **Õppesisu**

## **Elu alused**

Elu tunnused, elusa ja eluta looduse võrdlus. Eluslooduse organiseerituse tasemed ning nendega seotud bioloogia haruteadused ja vastavad elukutsed. Eluslooduse molekulaarset, raku-, organismilist, populatsioonilist ja ökosüsteemilist organiseerituse taset iseloomustavad elu tunnused. Loodusteadusliku uuringu kavandamine ja tegemine ning tulemuste analüüsimine ja esitamine. Loodusteadusliku meetodi rakendamine, lahendades bioloogiaalaseid ja igapäevaelu probleeme. Viib läbi väikesemahulise uurimusliku töö loodusteadusliku meetodi omandamiseks ning IKT rakendamiseks.

## **Biomolekulid ja orgaaniline keemia**

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 peamiste biomolekulide – süsivesikute, lipiidide, valkude ja nukleiinhapete – ehituslikud ning talitluslikud seosed. DNA ja RNA ehituse ning ülesannete võrdlus. Vee, mineraalainete ja biomolekulide osa tervislikus toitumises. Eri organismide keemilise koostise võrdlemine, kasutades infoallikana internetimaterjale.

## **12. klass**

### **III ja IV kursus**

#### **III Kursus**

#### **Õppesisu**

#### **Rakud ja funktsioneerimine**

Rakuteooria põhiseisukohad, selle olulisus eluslooduse ühtsuse mõistmisel. Rakkude ehituse ja talitluse omavaheline vastavus peamiste inimkudede näitel. Päristuumse raku ehituse seos bioloogiliste protsessidega loomaraku põhjal. Rakutuum 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.

#### **Rakk ja nende eristamine**

Taimeraku iseloomulike plastiidide, vakuoolide ja rakukesta seos taimede elutegevusega. Seeneraku ehituse ja talitluse erinevused, võrreldes teiste päristuumsete rakkudega. Seente roll looduses ja inimtegevuses, nende rakendusbioloogiline tähtsus. Inimese nakatumine seenhaigustesse ning selle vältimine. Eeltuumse raku ehituse ja talitluse erinevus võrreldes päristuumse rakuga. Bakterite elutegevusega kaasnev mõju loodusele ja inimtegevusele. Inimese nakatumine bakterhaigustesse, selle vältimine. Bakterite rakendusbioloogiline tähtsus. Looma-, taime- ja seeneraku eristamine mikroskoobis ning nende peamiste rakuosiste kirjeldamine. Uurimuslik töö keskkonnategurite mõjust rakkude kasvule.

#### **Rakkude paljunemine**

Suguline ja mitesuguline paljunemine eri organismirühmadel, nende tähtsus ja tulemus. Raku muutused rakutsükli eri faasides. Kromosoomistiku muutused mitoosis ja meioosis ning nende tähtsus. Mehe ja naise sugurakkude arengu võrdlus ning nende arengut mõjutavad tegurid.

Kehaväline ja kehasisene viljastumine eri loomarühmadel. Munaraku viljastumine naise organismis. Erinevate rasestumisvastaste vahendite toime ja tulemuslikkuse võrdlus. Suguhai- gustesse nakatumise viisid ning haiguste vältimine. Inimese sünnieelses arengus toimuvad muutused, sünnitus. Lootejärgse arengu etapid selgroogsetel loomadel. Organismide eluiga mõjutavad tegurid. Inimese vananemisega kaasnevad muutused ja surm.

### **Pärilikkus**

Organismi tunnuste kujunemist mõjutavad tegurid. Molekulaarbioloogiliste põhiprotsesside (replikatsiooni, transkriptsiooni ja translatsiooni) osa päriliku info realiseerumises. DNA ja RNA sünteesi võrdlus. Geenide avaldumine ja selle regulatsioon, geeniregulatsiooni häiretest tulenevad muutused inimese näitel. Geneetilise koodi omadused. Geneetilise koodi lahtimõ- testamine valgusünteesis. Valgusünteesis osalevate molekulide ülesanded ning protsessi üldi- ne kulg. Molekulaarbioloogiliste põhiprotsesside uurimine arvutimudeliga.

### **Geneetika ja pärilikkus**

Pärilikkus ja muutlikkus kui elu tunnused. Päriliku muutlikkuse osa organismi tunnuste kuju- nemisel. Mutatsioonilise ja kombinatiivse muutlikkuse roll looduses ning inimtegevuses. Mit- tepäriliku muutlikkuse tekkemehhanismid ja tähtsus. Päriliku ja mittepäriliku muutlikkuse omavaheline seos inimese näitel.

Mendeli hübriidiseerimiskatsetes ilmnunud seaduspärasused ja nende rakenduslik väärtus. Soo määramine inimesel ning suguliiteline pärandumine. Geneetikaülesanded Mendeli seadusest, AB0- ja reesusüsteemi vererühmadest ning suguliitelisest pärandumisest. Pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju inimese tervislikule seisundile. Päriliku muutlikkuse tekkemehha- nismide ja avaldumise uurimine arvutimudeliga.

### **Õpitulemused**

Kursuse lõpetanu:

- 1) selgitab eluslooduse ühtsust, lähtudes rakuteooria põhiseisukohtadest;
- 2) seostab inimese epiteel-, lihas-, side- ja närvikoe rakkude ehitust nende talitlusega ning eristab vastavaid kudesid mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel;
- 3) selgitab rakutuuma ja kromosoomide osa raku elutegevuses;
- 4) võrdleb ainete aktiivset ja passiivset transporti läbi rakumembraani;
- 5) seostab loomaraku osade (rakumembraani, rakutuuma, ribosoomide, mitokondrite, lüso- soomide, Golgi kompleksi, tsütoplasmaõrgustiku ja tsütoskeleti) ehitust nende talitluse- ga;
- 6) eristab loomaraku peamisi koostisosi mikrofotodel ja joonistel;
- 7) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte raku koostisosade omavahe- listest talitluslikest seostest.
- 8) loomaraku osade ehituslike ja talitluslike seoste uurimine arvutimudeli või praktilise tööga.
- 9) valdab mikroskoopimise peamisi võtteid;
- 10) analüüsib plastiidide, vakuoolide ja rakukesta ülesandeid taime elutegevuses;
- 11) võrdleb looma-, taime- ja seeneraku ehitust ning eristab neid nähtuna mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel;
- 12) võrdleb bakteriraku ehitust päristuumsete rakkudega;
- 13) eristab bakteri-, seene-, taime- ja loomarakke mikrofotodel ning joonistel;
- 14) toob näiteid seente ja bakterite rakendusbioloogiliste valdkondade kohta;
- 15) seostab inimesel levinuimaisse seen- ja bakterhaigustesse nakatumise viise nende haigus- te vältimise võimalustega ning väärtustab tervislikke eluviise;
- 16) hindab seente ja bakterite osa looduses ja inimtegevuses ning väärtustab neid eluslooduse oluliste osadena;

- 17) toob näiteid mittesugulise paljunemise vormide kohta eri organismirühmadel;
- 18) hindab sugulise ja mittesugulise paljunemise tulemust ning olulisust;
- 19) selgitab fotode ja jooniste põhjal mitoosi- ja meioosifaasides toimuvaid muutusi;
- 20) võrdleb inimese spermatogeneesi ja ovogeneesi ning analüüsib erinevuste põhjusi;
- 21) analüüsib erinevate rasedumisvastaste vahendite toimet ja tulemuslikkust ning väärtustab pereplaneerimist;
- 22) lahendab dilemmaprobleeme raseduse katkestamise otstarbekusest probleemsituatsioonis ning prognoosib selle mõju;
- 23) väärtustab tervislikke eluviise seoses inimese sugurakkude ja loote arenguga;
- 24) analüüsib inimese vananemisega kaasnevaid muutusi raku ja organismi tasandil ning hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju elueale.
- 25) hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite osa organismi tunnuste kujunemisel;
- 26) analüüsib DNA, RNA ja valkude osa päriliku info avaldumises;
- 27) võrdleb DNA ja RNA sünteesi kulgu ning tulemust;
- 28) hindab geeniregulatsiooni osa inimese ontogeneesi eri etappidel ning väärtustab elukeskkonna mõju geeniregulatsioonile;
- 29) koostab eksperimendi kavandi, mis tõestab molekulaarbioloogiliste põhiprotsesside universaalsust;
- 30) toob näiteid inimese haiguste kohta, mis seostuvad geeniregulatsiooni häiretega;
- 31) selgitab geneetilise koodi omadusi ning nende avaldumist valgusünteesis;
- 32) selgitab valgusünteesi üldist kulgu.
- 33) toob näiteid pärilikkuse ja muutlikkuse avaldumise kohta eri organismirühmadel;
- 34) võrdleb mutatsioonilise ja kombinatiivse muutlikkuse tekkepõhjust ning tulemust;
- 35) analüüsib modifikatsioonilise muutlikkuse graafikuid;
- 36) hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju inimese tunnuste kujunemisel;
- 37) seostab Mendeli katsetes ilmnunud fenotüübilisi suhteid genotüüpide rekombineerumisega;
- 38) selgitab inimesel levinumate suguliiteliste puuete geneetilisi põhjusi;
- 39) lahendab geneetikaülesandeid Mendeli seadusest, AB0- ja reesusüsteemi vererühmadest ning suguliitelisest pärandumisest;
- 40) suhtub vastutustundlikult keskkonnategurite rolli inimese puuete ja haiguste tekkes.

#### **IV kursuse**

##### **Õpitulemused**

Gümnaasiumi lõpetaja:

- 1) selgitab viiruste ehitust ning toob näiteid inimesel esinevate viirushaiguste kohta;
- 2) analüüsib viiruste tunnuseid, mis ühendavad neid elusa ja eluta loodusega;
- 3) võrdleb viiruste ja bakterite levikut ja paljunemist;
- 4) seostab AIDSi haigestumist HIVi organismisisese toimega;
- 5) võrdleb viirus- ja bakterhaigustesse nakatumist, organismisisest toimet ja ravivõimalusi ning väärtustab tervislikke eluviise, et vältida nakatumist;
- 6) toob näiteid viiruste ja bakterite geenitehnoloogiliste rakenduste kohta;
- 7) lahendab dilemmaprobleeme geenitehnoloogiliste rakenduste kohta, arvestades teaduslike, seadusandlike, majanduslike ja eetilisi seisukohti;
- 8) on omandanud ülevaate geneetika ja geenitehnoloogiaga seotud teadusharudest ning elukutsetest;
- 9) selgitab Darwini evolutsioonikäsitlust;
- 10) toob näiteid loodusteaduslike uuringute kohta, mis tõestavad bioevolutsiooni;
- 11) analüüsib ja hindab erinevaid seisukohti elu päritolu kohta Maal;

- 12) võrdleb loodusliku valiku vorme, nende toimumise tingimusi ja tulemusi;
- 13) analüüsib ning hindab eri tegurite osa uute liikide tekkes;
- 14) analüüsib evolutsioonilise mitmekesistumise, täiustumise ja väljasuremise tekkemehhanisme ning avaldumisvorme;
- 15) hindab bioloogiliste ja sotsiaalsete tegurite osa nüüdisinimese evolutsioonis;
- 16) suhtub kriitiliselt bioevolutsiooni pseudoteaduslikesse käsitlustesse;
- 17) seostab abiootiliste tegurite toimet organismide elutegevusega;
- 18) analüüsib abiootiliste ja biootiliste tegurite toime graafikuid ning toob rakenduslikke näiteid;
- 19) seostab ökosüsteemi struktuuri selles esinevate toitumissuhetega;
- 20) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte toitumissuhetest ökosüsteemis;
- 21) selgitab iseregulatsiooni kujunemist ökosüsteemis ning seda ohustavaid tegureid;
- 22) hindab antropogeense teguri mõju ökoloogilise tasakaalu muutumisele ning suhtub vastutustundlikult ja säästvalt looduskeskkonda;
- 23) lahendab ökoloogilise püramiidi reegli ülesandeid;
- 24) koostab ja analüüsib biosfääri läbiva energiavoo muutuste skemaatilisi jooniseid.

## Õppesisu

### Viirused ja bakterid

DNA ja RNA viiruste ehituslik ja talitluslik mitmekesisus, näited ning tähtsus looduses. Viiruste levik ja paljunemine. HIVi organismisisene toime ning haigestumine AIDSi. Inimesel levinud viirushaigused ning haigestumise vältimine. Bakterite levik ja paljunemine. Viiruste ja bakterite geenitehnoloogilised kasutusvõimalused. Geenitehnoloogia rakendamise kaasnivad teaduslikud, seadusandlikud, majanduslikud ja eetilised probleemid. Geneetika ja geenitehnoloogiaga seotud teadusharud ning elukutsed. Bakterite elutegevust mõjutavate tegurite uurimine praktilise töö või arvutimudeliga

### Evolutsioon

Evolutsiooniidee täiustumise seos loodusteaduste arenguga. Darwini evolutsiooniteooria põhiseisukohad. Loodusteaduslikest uuringutest tulenevad evolutsioonitõendid. Eri seisukohad elu päritolust Maal. Bioevolutsiooni varased etapid ja nüüdisaegsete eluvormide kujunemine. Olevusvõitlus, selle vormid. Loodusliku valiku vormid ja tulemused. Kohastumuste eri vormide kujunemine. Mutatsioonilise muutlikkuse, kombinatiivse muutlikkuse, geneetilise triivi ja isolatsiooni osa liigi tekkes. Makroevolutsiooniliste protsesside – evolutsioonilise mitmekesistumise, täiustumise ja väljasuremise – tekkemehhanismid ning avaldumisvormid. Bioevolutsioon ja süstemaatika.

Inimlaste lahknemine inimahvidest ning uute tunnuste kujunemine. Perekond inimene, selle eripära võrreldes inimahvidega. Teaduslikud seisukohad nüüdisinimese päritolust. Inimese evolutsiooni mõjutavad tegurid, bioloogiline ja sotsiaalne evolutsioon. Bioevolutsiooni pseudoteaduslikud käsitlused.

Evolutsiooni uurimisega seotud teadusharud ning elukutsed. Evolutsiooni uurimisega seotud teadusharud ja elukutsed.

## Ökoloogia

Abiootiliste ökoloogiliste tegurite mõju organismide elutegevusele. Ökoloogilise teguri toime graafiline iseloomustamine ning rakendamise võimalused. Biootiliste ökoloogiliste tegurite mõju organismide erinevates kooseluvormides.

Ökosüsteemi struktuur ning selles esinevad vastastikused seosed. Toiduahela peamiste lülide – tootjate, tarbijate ja lagundajate – omavahelised toitumissuhted. Iseregulatsiooni kujunemine ökosüsteemis ning seda mõjutavad tegurid. Ökoloogilise tasakaalu muutuste seos populatsioonide arvu ja arvukusega. Ökoloogilise püramiidi reegli ülesannete lahendamine. Biosfääri läbiv energiavoog kui Maal eksisteeriva elu alus. Ökosüsteemi iseregulatsiooni uurimine arvutimudeliga.

### **Lõiming teiste ainetega**

Oluline on lõimida 11. klassi bioloogia tegelikkusega – tutvuda näiteks loodusainete tundmist vajavate elukutsetega ning äratada huvi erinevate teemade vastu. Lõpuklassis saab õpilaste jaoks bioloogiast taas ühine tervik nii ainealaselt kui ka loodusteadustest üldiselt. Tekkib suurem tervik reaalse elu ja ainealaste teadmiste vahel.

## **ESMAABI**

### **Juhtmotiivid**

Bioloogiateadmised inimese anatoomiast ja füsioloogiast võetakse esmaabi tsüklis läbi erilisest vaatenurgast – kuidas aidata, kui inimese elu satub õnnetuse läbi ohtu. Kursusega omandatakse mõistliku ning sihipärase esmaabi teoreetilised alused. Enim tähtsustatakse õnnetuste ennetamist. Teooria õppimisega samaväärne on praktiline harjutamine. Nuku peal harjutatakse reanimeerimist ja haavade sidumist. Esmaabivõtteid harjutavad õpilased ka üksteise peal. Nii saavad õpilased teoreetiliselt ja praktiliselt kogeda, et esmaabi osutamine on tähtis kaasinimeste teenimine.

### **11. klass**

#### **Õpitulemused**

11. klassi lõpetaja:

- Väärtustab tervislikku ja turvalist eluviisi;
- On kaasinimeste suhtes tähelepanelik ja hooliv;
- Oskab vajadusel anda esmaabi ja otstarbekalt käituda ohuolukorras.

#### **Õppesisu**

Teoreetilised ja praktilised teadmised esmaabist.

Abiosutamise vajalikkus ning kohustus.

Esmaabi osutaja ülesanded.

Päästmisahel.

Ohutsoonid: äratundmine, kindlustamine, päästmine.

Elupäästvad kiirabinõud teadvusekaotuse, hingamisseisaku, vereringe seiskumise, tugeva verejooksu, šoki korral.

Haavad ja haavade sidumine.

Loomahammustused. Söövitused. Põletused. Külmmumised. Alajahtumine.

Muljumised.

Liigesevigastused, luumurrud, rinnakorvivigastused, kõhuvigastused.

Mürgistused.

#### **Lõiming teiste ainetega**

Esmaabi on waldorfkooli bioloogia inimeseõpetuse kursuse praktiline väljund. Tundides kasutatakse keemia-, bioloogia jt tundides kogutud teadmisi ja oskusi.

#### **Erinevused riiklikust õppekavast**

Vastav aine riiklikus õppekavas puudub.

## GEOGRAAFIA

### Juhtmotiivid

9. klassis oli vaade maailmale veel üsna üldine. 10. klassiks on noortes tärganud süvenemishõud, millega õpitakse tähele panema protsesside peeni nüansse. Geograafiatunnis kogetakse Maad kui elavat organismi koos rütmiliste protsessidega, mis toimuvad Maa sügavustes, maakoores, hüdro sfääris, atmosfääris ning kosmoses. Selles vanuses elavad noored läbi sise-misi kõhk lusi, mistõttu otsustamist eeldavad, näiteks keskkonnakaitsega seotud teemad jäägu vanematesse klassidesse.

11. klassi õpilased astuvad sammu eneseleidmise suunas. Nad saavutavad enesekindluse mõtlemises, tundes ja tahtes. Nad võivad hakata mõistma peeni seoseid põhjuse ja tagajärje vahel. Sedalaadi mõtlemine on hädavajalik, et mõista näiteks nii kõikehõlmavat fenomeni nagu ökosüsteem. See võimaldab õpilastel luua kujutlus pilte reaalselt raskesti hoomatavast maailmast. Geograafiatunnis võib käsitleda astronoomia teemasid, et võimaldada õpilastel siseneda kujuteldamatusse lõpmatusse. Teisest küljest arendab kartograafia käsitlemine õpilaste võimet kujutada kerakujulist Maad kahemõõtmelise tasapinnana.

11. klassi keskne teema on ökogeograafia, mis uurib maailmaruumi, pinnamoe, kliima, taimkatte ja inimese vahelisi seoseid. 11. klassi geograafia peab sisaldama enam majandus- ja sotsiaalgeograafiat kui 10. klassi oma. Tähelepanu tuleb pöörata keskkonnakaitseküsimustele. Siiski ei tohi käsitleda üksnes negatiivseid arenguid, nagu näiteks saastumine ja ökoloogilised katastroofid, vaid peab näitama võimalusi Maa jätkusuutlikuks arenguks. Traditsioonilised maaharimisviisid võivad avaldada positiivset mõju ökosüsteemide bioloogilisele mitmekesisusele. Näiteks mõned pärandkooslused võivad püsima jääda vaid inimese toetusel.

12. klassis avardub noore inimese silmaring. Õpilased koondavad tähelepanu oma eluülesannetele. Nad vaatlevad maailmaprobleeme suurema vastutustundega. See kõik nõuab muutust õpetamisviisis. Õpilased ootavad üldistusi, otsivad seoseid teiste ainetega ning arutlevad meelsasti elu üle kõrgtehnoloogilises maailmas. Ülaastme lõpus muutub geograafia õppimine Maa evolutsiooni õppimiseks. Noor inimene peaks mõistma, et on vajalik uut tüüpi partnerluseks loodusega ning iga üksikisik peab töötama selles suunas. Vestlused inimväärikast sotsiaalsest korraldusest võivad avada õpilasele tulevikuperspektiive.

### *1 kursus „Maa kui süsteem“ (kuulub loodusainete valdkonda)*

#### Õpitulemused

Kursuse lõpetaja:

- tunneb litosfääris, hüdro sfääris ja atmosfääris toimivaid protsesse;
- oskab selgitada maavärinate, vulkaanide, tormide, üleujutuste ja maalihete tekkepõhjust, teab nende peamisi esinemisalasid ning oskab analüüsida võimalikke tagajärgi;
- teab vee jaotumist ja ringlust Maal ning vee mõju pinnamoe kujundamisel;
- teab kalavarude esinemist ja kalanduse olukorda maailmas;
- teab kliimat kujundavaid tegureid;
- oskab selgitada rõhkkondade kujunemist, liikumist ja rolli koha kliima kujunemisel;
- tunneb ilmaennustamise tagamaid ja oskab lugeda ilmakaarti;
- teab kliimamuutustest tingitud probleeme ja inimtegevuse rolli selles;
- teab ökosüsteemide kujunemist ja inimtegevuse mõju ökosüsteemidele;

- omab ülevaadet rahvusvahelisest koostööst vee ja õhuga seotud probleemide leeven-  
damiseks;
- mõistab üksikisiku kasvavat rolli looduse säilitamisel;
- oskab kasutada erinevaid mõõteriistu ilmavaatlusteks, maa mõõdistamiseks jne;
- oskab analüüsida tabeleid, graafikuid, diagramme, kartogramme, teha järeldusi neil  
esitatud nähtuste arengusuundadest;
- oskab kasutada kaarte ja infotehnoloogiavahendeid teabe hankimiseks, korrastamiseks  
ja esitamiseks (arvutikaardid, Internet, CD jne);
- iseloomustab, võrdleb ja analüüsib teabeallikate järgi erinevate piirkondade ilmastik-  
ku, jõgede hüdrograafiat, maavärinate esinemist jne;
- oskab kasutada geograafiateadmisi igapäevaelus.

## Õppesisu

Maa sfäärid – litosfäär, hüdrofäär, atmosfäär. Maa magnetväli. Maa siseehitus. Laamade liikumine, sellega kaasnevad protsessid. Vulkanism. Maavärinad.

Hüdrofäär. Vee jaotumine Maal, veeringe. Siseveekogud. Vee omadused ja selle liikumine. Maailmameri. Hoovused. Hoovuste ja kliima vaheline seos (Golfi hoovus, passaadid, El Niño jne). Maailmamere elustik. Kalandus. Maailmamere reostumine. Tõus ja mõõn. Rannikuprotsessid. Liustikud, nende kujunemine ja mõju pinnamoele. Rahvusvahelised konventsioonid. Atmosfääri koostis, ehitus. Atmosfääri üldtsirkulatsioon. Kohalikud tuuled. Atmosfäärifrontid. Tsükloni ja antitsükloni kujunemine, nende mõju ilmastikule.

Meteoroloogia koos praktiliste harjutustega (ilmavaatlused, mõõtmised, ilmakaardi võrdlus satelliidifoto ja reaalse ilmaga) . Inimtegevuse mõju atmosfäärile: kasvuhooneefekt, osoonikihi hõrenemine, sudu, happevihmad. Maa rütmid ja liikumine (öö ja päeva vaheldumine, aastaegade vaheldumine). Kliimat kujundavad tegurid. Kliima ja taimkatte vastastikune mõju.

Maa ökosüsteemid.

*Põhimõisted:* mineraal, kivim, sette-, tard- ja moondekivim, kivimiringe, mandriline ja ookeaniline maakoor, litosfäär, astenosfäär, vahevöö, sise- ja välistuum, ookeani keskahelik, süvik, kurdmäestik, vulkaaniline saar, kuum täpp, kontinentaalne rift, magma, laava, kiht- ja kilpvulkaan, aktiivne ja kustunud vulkaan, murrang, maavärina kolle, epitsenter, seismilised lained, tsunami; maailmameri, tõus ja mõõn, šelf, rannik, rannanõlv, lainete kulutav ja kuhjav tegevus, rannavall, maasäär, fjordrannik, laguunrannik, skäärrannik, järsk- ja laugrannik, mandri- ja mägiliustik, vesiviljelus, šelf, veeringe, veerežiim, hüdrograaf, jõgede äravool, valgla, infiltratsioon, alanduslehter, niisutuspõllundus; osoonikiht, kiirgusbilanss, kasvuhoonegaas, kasvuhooneefekt, polaar- ja pöörjooned, üldine õhuringlus, õhumass, õhurõhk, tsüklon, antitsüklon, soe ja külm front, mussoon, passaat, läanetuuled, ilmaprognoos.

*Geograafilised objektid:* suuremad jõed, järved, mered, lahed, väinad, saared, poolsaared, pinnavormid.

*Praktilised tööd ja IKT rakendamine*

Igapäevane ilmavaatlus koos pilvede vaatlusega ja mõõtmisvahendite kasutamine. Kliimadiagrammide ja –kaartide järgi koha kliima iseloomustamine. EMHI kodulehelt info leidmine kodukoha ilmade võrdlemiseks eri aastatel. Ilmakaardi ja mudelite järgi ilma ennustamine. Teabeallikate põhjal mingi piirkonna seismilise aktiivsuse analüüs.

## Lõiming teiste ainetega

Loodusgeograafias käsitletavaid nähtusi aitavad seletada füüsikast ja keemiast saadud teadmised, samuti põhikooli loodusõpetusest pärinevad teadmised Maa liikumisest, Päikese ja teiste taevakehade mõjust. Teemakohaste populaarteaduslike tekstide lugemine, kokkuvõtete kirjutamine ja klassis ettekandmine lõimub eesti keelega, arendades eneseväljendus- ja kirju-

tamisoskust, ning ühiskonnaõpetusega, andes ainekse oma seisukohtade argumenteerimiseks. Epohhivihiku kujundamine, illustratsioonide ja jooniste tegemine on seotud kunstioskuste arendamisega. Tutvumine loodusobjektidega annab ainekse maalimise, joonistamise ja voolimise jaoks. Arvandmetega tegelemine aitab süvendada matemaatikas õpitud. Kõnekujunduses omandatu aitab end selgemalt väljendada.

## ***II kursus „Looduskeskkond ja majandus“ (kuulub osaliselt loodus-, osaliselt sotsiaalainete valdkonda)***

### **Õpitulemused**

Kursuse lõpetaja:

- oskab kaarti kasutada nii ruumis kui ka looduses;
- saab aru looduses ja majanduses protsessidest ning teab nende ruumilist levikut;
- teab bioomide kujunemist ja inimtegevuse mõju bioomidele;
- mõistab maailmamajandust kujundanud ja praegu toimivaid protsesse ning selle tulemusena tekkinud majandusharude paiknemist maailmas;
- oskab üldjoontes selgitada majanduse struktuuri omapära erinevates ühiskondades;
- teab muutusi loodusressursside tähtsustamises, kasutamises ja jaotumises;
- mõistab arengumaade majandusliku mahajäämuse põhjusi;
- oskab tuua näiteid mahepõllunduse kohta;
- oskab kasutada kaarte ja infotehnoloogiavahendeid teabe hankimiseks, korrastamiseks ja esitamiseks (arvutikaardid, Internet, CD jne);
- oskab analüüsida tabeleid, graafikuid ja diagramme, teha järeldusi neil esitatud nähtuste arengusuundadest;
- mõistab looduse ja ühiskonna vastastikuseid mõjusid kohalikul, regionaalsel ja globaalsel tasandil, saab aru säästliku arengu vajadusest;
- oskab kasutada geograafiateadmisi igapäevaelus ja tulevikukavade tegemisel;
- teab maailma ja Euroopa suuremaid riike ja nende pealinnu.

### **Õppesisu**

Kaart. Kaardiprojektsioonid. GPS. Kaugseire. GIS. Bioomid. Kliima, taimestiku ja mullastiku seosed. Kivimite murenemine. Mullatekketegurit. Iga bioomi eeldused asustuseks ja majanduse arendamiseks (põllumajandus, metsandus). Majanduse arengut mõjutavad tegurid. Põllumajanduslik spetsialiseerumine tänapäeval. Põllumajanduse mõju keskkonnale. Bioloogilise mitmekesisuse tähtsus, selle vähenemine. GMO. Majanduse arenguetapid läbi ajaloo. Üleilmastumine ja maailmamajanduse areng.

Maavarad, nende leidumine ja kasutamine. Maailma energiamajandus ja sellega kaasnevad probleemid. Metallurgia. Masinatööstus. Transport. Turism. Ekspluateerimise tulemusena tekkinud arengumaade vaesustumine. Riikide jagunemine arengutaseme ja panuse järgi maailmamajandusse. Ökoloogiline majandus ja maksustamine tänapäeval.

Õiglane kaubandus. Tulevikuülesanded.

*Põhimõisted:* bioom, ökosüsteem, aineringe, füüsikaline ja keemiline murenemine, mullatekketegur, lähtekivim, mulla mineraalne osa, huumus, mineraliseerumine, mullahorisont, mullaprofiil, leetumine, sisse- ja väljauhtehorisont, gleistunud muld, leetmuld, mustmuld, ferraliitmuld, mulla veerežiim, muldade kamardumine, vegetatsiooniperiood, haritav maa, põllumajanduse spetsialiseerumine, ekstensiivne ja intensiivne põllumajandus, ökoloogiline ehk mahepõllumajandus, segatalu, hiigelfarm, ekstensiivne teraviljatalu, rantšo, istandus, muldade erosioon, sooldumine ja degradeerumine, GMO, metsatüüp, bioloogiline mitmekesisus, metsasus, puidu juurdekasv, metsamajandus, energiamajandus, taastuvad ja taastumatud

energiaallikad, alternatiivenergia, fossiilsed kütused, biokütused, tuuma-, hüdro-, tuule-, päikese-, bio-, loodete, lainete ja geotermaalenergia, energiakriis, maak, jätkusuutlik ja säästev areng, majanduse struktuur, kapital, rahvusvaheline firma, geograafiline tööjaotus, transpordiliik, transpordigeograafiline asend.

*Geograafilised objektid:* maailma suuremad riigid, nende pealinnad.

*Praktilised tööd ja IKT rakendamine*

Etteantud info põhjal kaardi/plaani joonistamine. Maa-ameti kaardiserveri kasutamine ja sealt vajaliku info leidmine. Teabeallikate põhjal ühe riigi andmete kogumine ja analüüsimine.

### **Lõiming teiste ainetega**

Bioomid, looduslik mitmekesisus ja põllumajanduse teemad on seotud bioloogiaga. Murenemise, mullastiku teema ja energeetika mõistmine põhineb füüsika- ja keemiateadmistel. Maamõõdu-, metsandus- ja põllumajanduspraktikal kogetu tuleb kasuks vastavate teemade õppimisel geograafias. Epohhivihiku kujundamine, illustratsioonide ja jooniste tegemine on seotud kunstioskuste arendamisega. Arvandmete töötlemine, graafikute lugemine arendab matemaatilisi oskusi. Kõnekujundus ja draamaõpetus aitavad õpilasel tundides esineda selge diktsiooniga ja julgelt. Omandatud kaardilugemisoskust aitab hakkama saada liikumistundide raames toimival orienteerumispäeval.

### ***III kursus „Inimene ja globaliseeruv maailm“ (kuulub sotsiaainete valdkonda)***

#### **Õpitulemused**

Kursuse lõpetaja:

- omab ettekujutust inimese evolutsioonist ja levikust maakeral;
- omab terviklikku ettekujutust inimese, ühiskonna ja looduse olemusest;
- saab aru looduses ja ühiskonnas toimuvatest nähtustest ja protsessidest ning teab nende ruumilist levikut;
- oskab analüüsida ja leida seoseid looduses ja ühiskonnas toimuvate nähtuste ja protsesside vahel;
- väärtustab maailma looduslikku ja kultuurilist mitmekesisust;
- mõistab maailmas toimuvaid rahvastiku- ja kultuuriprotsesse;
- teab rände ja linnastumisega kaasnevaid sotsiaalseid ning keskkonnaprobleeme;
- mõistab üksikisiku kasvavat rolli looduse säilitamisel;
- oskab kasutada kaarte, ja infotehnoloogiavahendeid teabe hankimiseks, korrastamiseks ja esitamiseks (arvutikaardid, Internet, CD jne);
- oskab analüüsida tabeleid, graafikuid ja diagramme, statistilisi andmeid, teha järeldusi neil esitatud nähtuste arengusuundadest;
- oskab rakendada geograafiateadmisi ökoloogia-, demograafia-ja poliitilistes diskussioonides;
- mõistab looduse ja ühiskonna vastastikuseid mõjusid kohalikul, regionaalsel ja globaalsel tasandil, saab aru säästliku arengu vajadusest;
- oskab kasutada geograafiateadmisi igapäevaelus ja tulevikukavade tegemisel.

#### **Õppesisu**

Maa käsitlemine nii looduse kui ka kultuurilisest lähtekohast.

Inimese eellaste areng ja Homo sapiens sapiens'i ilmunine. Inimese evolutsiooni tähtsus: keel, tehnoloogia, kultuur, religioon ja ajalugu kui erinevate rahvaste ja rahvuste kujunemisel määravad faktorid. Demograafia. Rahvastikupüramiid. Demograafilise siirde etapid. Ränne, selle põhjused. Peamised rändevood maailmas. Pagulased. Asustus. Linnastumine, sellega

kaasnevad probleemid. Linnakeskkonna planeerimine. Looduslik-kultuuriliste regioonid, nende kujunemine. Globaalprobleemid. Jätkusuutlik areng. Loodust ja ühiskondlik-kultuurilist struktuuri arvestava vastutustundliku käitumise näited maailmast. Projektid ja algatused. *Põhimõisted*: evolutsioon, demograafia, demograafiline üleminek, traditsiooniline rahvastiku tüüp, nüüdisaegne rahvastiku tüüp, demograafiline plahvatus, rahvastiku vananemine, sündimus, suremus, loomulik iive, rahvastiku soolis-vanuseline koosseis, migratsioon, immigratsioon, emigratsioon, pendelränne, migratsiooni tõmbe- ja tõuketegurid, tööhõive struktuur, rahvastikupoliitika, linnastumine, eeslinnastumine, ülelinnastumine, slumm, linna sisestruktuur, usund, globaalprobleem, jätkusuutlik areng.

*Praktilised tööd ja IKT rakendamine*

Oma koduasula/linnaosa sisestruktuuri analüüs ja muutuste planeerimine. Väitluse jaoks info kogumine ja väitlusel osalemine. Teabeallikate järgi ühe riigi rahvastiku ja asustuse analüüs.

### **Lõiming teiste ainetega**

Inimese evolutsiooni teema lõimub bioloogiaga. Inimeste leviku ja rahvaste kujunemisega seonduvat aitavad mõista teadmised ajaloosündmustest ja tehnoloogia arengust. Arhitektuuri-ajalugu aitab mõista linnade teket, arengut ja linnakeskkonna kujunemist. Rahvastiku ja arengu teemad on tihedalt seotud ühiskonnaõpetusega. Sotsiaalpraktika aitab mõista demograafilist situatsiooni ja selle valdkonna probleeme. Epohhivihiku kujundamine, illustratsioonide ja jooniste tegemine on seotud kunstioskuste arendamisega. Arvandmete töötlemine ja graafikute lugemine arendab matemaatilisi oskusi. Kõnekujundus ja draamaõpetus aitavad õpilasel tundides esineda julgelt selge diktsiooniga, kasutades sobivaimat hääletööni ja rõhuasetusi.

### **Erinevused riiklikust õppekavast**

Waldorfkoolis algab geograafia õppimine gümnaasiumis looduses toimuvate protsesside mõistmisest. Teine epohh keskendub loodusressursside kasutamisele ja majandusele. Seda toetavad praktikad. Kolmanda kursuse peateemaks on inimene, kultuur, maailma hõivamine, selle tagajärjed ja uute võimaluste leidmine tasakaalu leidmiseks inimese ja looduse vahel.

## FÜÜSIKA

### Õppe- ja kasvatuseesmärgid

- Füüsikaliste mõistete süsteemi ja füüsika keele tundmine ning kasutamine nähtuste kirjeldamisel ja seletamisel.
- Füüsika meetodite tundmine ja rakendamine probleemide lahendamisel ja uute teadmiste omandamisel.
- Põhiliste looduseaduste tundmine ning nähtuste põhjuslikkuse ja tõenäosuslikkuse mõistmine.
- Oskus planeerida ja läbi viia lihtsamaid eksperimente, kasutada mõõtmisvahendeid, korrastada ja analüüsida eksperimendi tulemusi.
- Arusaamine seadmete ohutu ja säästva kasutamise vajadusest.
- Arusaamine energia- ja keskkonnasäästliku käitumise vajadusest.
- Arusaamine looduseaduste olulisest osast kultuuri ja ühiskonna arengus.

### Gümnaasiumi lõpetaja teab:

- füüsikaliste nähtuste iseloomulikke tunnuseid, nähtuste ilmnmise tingimusi, seost teiste nähtustega; nähtusi selgitavaid teaduslikke teooriaid, nähtuste kasutamist praktikas;
- füüsikamõisteid, sh füüsikalisi suurusi, nähtusi või omadusi, mida mõiste iseloomustab; suuruste seoseid teiste füüsikaliste suurustega; mõõtühikuid, mõõtmisviise ja mõõtmisvahendeid;
- seaduste või seaduspärasuste sõnastust, seadust väljendavat valemit, nende õigsust kinnitavaid katseid, kasutamist praktikas ja seaduse rakendatavust;
- teooria eksperimentaalset põhjendust; põhimõisteid, -seisukohti, -seadusi; põhilisi järeldusi, praktilist kasutamist ja rakendatavust;
- mõõteriistade, mehhanismide, masinate otstarvet, töötamispõhimõtet, kasutamise näiteid ja reegleid, ohutusnõudeid;
- erinevust klassikalise ja kvantmehaanilise füüsikalise maailmapildi vahel;
- keskkonna- ja energiasäästu vajalikkust;
- füüsika osa ühiskonna ja kultuuri arengus, tema osa rahvuskultuuris.

### Gümnaasiumi lõpetaja oskab:

- vaadelda nähtusi füüsika seisukohalt;
- kasutada mõisteid, seadusi ja teooriaid loodus- ja tehnikanähtuste seletamisel;
- eristada teaduslikku ja pseudoteaduslikku maailmakäsitust;
- lahendada arvutus- ja graafilisi ülesandeid, kasutades õpitud seadusi ja valemeid, vormistada lahendusi;
- leida infot teatmeteostest ja füüsikaliste suuruste tabelitest;
- planeerida katset;
- koostada skeemi järgi katseseadet;
- kasutada mõõteriistu;
- ohutult läbi viia lihtsamaid katseid;
- töödelda mõõtmistulemusi ja teha katsetulemuste põhjal järeldusi;
- hinnata mõõtemääramatust;
- lahendada probleemülesandeid.

## Juhtmotiivid

Füüsika õpetamine gümnaasiumiastmes aitab kujundada koolilõpetajal kaasaegset teadusliku maailmapilti. Füüsikateadmised ja oskused annavad õpilastele ühe võimaliku meetodi loodusnähtuste seletamiseks ja arendavad kriitilise mõtlemise võimet. Füüsika õppimisel omandatakse oskused teadmiste saamiseks uurimuste ja eksperimentide abil. Saadud teadmiste võrdlemine, liigitamine, analüüs ja süntees arendavad mõtlemisprotsesse, ülesannete lahendamine ja katsete läbiviimine kujundavad probleemide lahendamise oskuseid. Füüsika ajaloo tutvumine aitab mõista teaduse osa ühiskonnas ning seoseid uute teadmiste lisandumise ja tehnika arengu vahel. Füüsikateadmised on eelduseks kaasaegse tehnoloogia mõistmisel ja kasutamisel ning eluliste probleemide lahendamisel.

10. klassi õpilane tajub järjest teadlikumalt oma suhet ümbrusega. Ta on kõrgete ideaalide ja ebakindla käitumise vahelises pingeväljas. Erinevates õppeainetes minnakse veelkord algusesse. Füüsikas keskendutakse tasakaalustavalt lihtsusele ja selgusele, uuritakse kõige vahetumalt vaadeldavat ja lihtsamini kirjeldatavat reaalsust (erinevad liikumised, kehade vastastikused mõjud jms.)

Ülevaatlike ja põhjapanevate mõistete kaudu mehaanikas püütakse võrreldaval viisil luua tunnetuses selgust ja kindlust. Sealjuures käsitletakse näitlikustavalt füüsika matematiseerimist. Õpilane leiab innustust teoreetiliste ennustuste ja vaatlustulemuste kooskõlast (nt viskeparabool, keha pidurdumine ja soojenemine hõõrdejõu tõttu, raskuse ja toetuspinna vastastikune deformeerimine, võnkeamplituudi võimendumine resonantsis jne), kusjuures vaatlustulemuste kinnitamiseks piisab meelelisest kogemusest (eelkõige nägemine), saab teostada ka lihtsamaid mõõtmisi (joonlaud, kaalud, stopper), mis ei vaja keerukat aparatuuri.

Õpilane tutvub ka tähtsamate ajalooliste suurkujudega (Archimedes, Galileo Galilei, Isaac Newton), nende kultuurilise konteksti ja elulugudega, samuti tutvub nende tehtud katsetega. Omaenda tunnetusarengu nagu ka oma eksimuste äratundmisega õpib ta varasema aja suurvaimude uurimistulemusi nägema õiges valguses ja lisaks ka vigadest õppimise tähtsust uurimistöö ja arengu jaoks. Nii kogeb õpilane tunnetuskindlust ja õpib ennast uuel viisil maa ja selle seadustega ühendama.

10. klassis vaatluste ja mõõtmistega harjutatud üldistamisvõimet rakendatakse ja arendatakse 11. klassis edasi valdkondades, mille tunnetuslikuks haaramiseks ja mõistmiseks on mõttelised ja matemaatilised seosed üha olulisemad. 11. klassis hakatakse käsitlema nähtusi ja süsteeme, mis pole enam nii vahetult meeleliselt tajutavad: kui liikuva keha trajektoori, pikkuse või kiiruse muutused on suhteliselt kergesti vaadeldavad, siis temperatuuri, õhurõhu, õhuniiskuse ja muu taolisega seonduv on juba raskemini meeleliselt aistitavad ja võrreldavad. Veel vahendatavad on elektri ja magnetismi nähtused, mida käsitletakse õppeaasta teisel poolel. Katseseadmed muutuvad keerukamaks (termomeeter, manomeeter, voltmeeter, ampermeeter (sh kodumajapidamises kasutatav multimeeter) jne.) Kasvab süsteemi ammendavalt kirjeldavate parameetrite arv ja juurde tulevad mikroparameetrid. Süvenemine paljumuutujalistesse süsteemidesse (eelkõige ideaalne gaas) arendab sünteesivõimet ja võimet näha korrelatsiooni erinevate muutujate vahel. Tutvustatakse aurumasina ja teiste soojusmasinate ning elektriseadmete ajaloolist arengut ja rolli sh keskkonnamõjusid ja tänapäeva energeetikaga seonduvaid küsimusi.

12. klassi lõpuks püütakse õpilase anda terviklik ülevaade XX sajandi füüsikateooriatest, nende arengust ja tänapäevastest suundumustest. Õpilane suunatakse klassikaliste füüsikateooriate heuristilistele kitsaskohtadele (suutmatus seletada keemilist sidet, kosmoloogilisi

paradokse, valguse olemust jms.), mis viisid alternatiivsete teooriate (eelkõige kvantteooria ja relatiivsusteooria) välja töötamistele. 12. klassi on jäetud teooriad, mis on tavamõistusele kõige kontraintuiitsemad ja mille matemaatilisele aparatuurile puuduvad kirjelduslikud analoogiad inimese meeleliselt kogetavas maailmas. Õpilast tutvustatakse uute teooriate postuleeritud ontoloogiatega (aja ja ruumi ühtsus, ontoloogiline tõenäosuslikkus, diskreetsus, komplemantaarsusprintsip jms) ja ärgitatakse sel teemal iseseisvalt mõtlema, ühtlasi tuuakse näiteid erinevatest interpretatsioonidest ja suurtest vaidlustest (nt valguse korpuskulaarteooria vs valguse laineteooria, Einsteini ja Bohri vaidlus tõenäosuslikkuse üle jne.). Käsitletakse muutusi teaduslikus maailmapildis. Õpilasele selgitatakse tehnoloogia kiire arenguga seotud ohtusid ja väljakutseid (radioaktiivsus, tuumarelvad ja tuumaenergeetika, kosmosetehnoloogiad, energeetika, keskkonnoahud jne.) 12. klassis antakse ülevaade ka kosmoloogiast.

## 10. klass

### Õpitulemused

10. klassi lõpetaja:

- tunneb liikumise üldmudeleid – kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine ja laine; oskab nimetada iga liikumisliigi olulisi erisusi;
- mõistab, et füüsikalised suurused pikkus (ka teepikkus), ajavahemik ( $\Delta t$ ) ja ajahetk ( $t$ ) põhinevad kehade ja nende liikumise (protsesside) omavahelisel võrdlemisel;
- teab, et keha liikumisolekut iseloomustab kiirus ning oskab tuua näiteid liikumise suhtelisuse kohta makromailmas;
- teab relativistliku füüsika peamist erinevust klassikalisest füüsikast;
- teab, et välja liikumine aine suhtes toimub alati suurima võimaliku kiiruse ehk absoluutkiirusega;
- teab skalaarsete ja vektoriaalsete suuruste erinevust ning oskab tuua nende kohta näiteid;
- seletab füüsika valemities esineva miinusmärgi tähendust (suuna muutumine esialgsele vastupidiseks);
- nimetab nähtuste (ühtlane sirgjooneline liikumine, ühtlaselt kiirenev sirgjooneline liikumine, ühtlaselt aeglustuv sirgjooneline liikumine, vaba langemine) olulisi tunnuseid, oskab tuua näiteid;
- seletab füüsikaliste suuruste (kiirus, kiirendus, teepikkus ja nihe) tähendust, mõõtühikuid ning nende suuruste mõõtmise või määramise viise;
- rakendab kiiruse ja kiirenduse definitsioone;
- rakendab ühtlase sirgjoonelise liikumise ja ühtlaselt muutuva liikumise kirjeldamiseks vastavaid liikumisvõrrandeid;
- kujutab graafiliselt ja kirjeldab graafiku abil ühtlase ja ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise kiiruse ning läbitud teepikkuse sõltuvust ajast; oskab leida teepikkust kui kiiruse graafiku alust pindala;
- teab, et vaba langemise korral tuleb kõigis seostes kiirendus asendada vaba langemise kiirendusega  $g$ , ning oskab seda teadmist rakendada, arvestades kiiruse ja kiirenduse suundi;
- nimetab nähtuste (vastastikmõju, gravitatsioon, hõõrdumine ja deformatsioon) olulisi tunnuseid ning selgitab seost teiste nähtustega;
- täiendab etteantud joonist vektoritega, näidates kehale mõjuvaid jõudusid nii liikumisoleku püsimisel ( $v = \text{const}$ ,  $a = 0$ ) kui muutumisel ( $a = \text{const} \neq 0$ );
- oskab leida resultantjõudu;
- seletab Newtoni III seaduse olemust – mõjuga kaasneb alati vastumõju;

- tunneb mõistet kiirendus ja teab, et see iseloomustab keha liikumisoleku muutumist;
- seletab ja rakendab Newtoni II seadust – liikumisoleku muutumise põhjustab jõud;
- teab, milles seisneb kehade inertsuse omadus; teab, et seda omadust iseloomustab mass;
- seletab ja rakendab Newtoni I seadust – liikumisolek saab olla püsiv vaid siis, kui kehale mõjuvad jõud on tasakaalus;
- kasutab Newtoni seadusi liikumisülesandeid lahendades;
- seletab füüsikalise suuruse impulss tähendust, teab impulsi definitsiooni ning impulsi mõõtühikut;
- sõnastab impulsi jäävuse seaduse ja oskab praktikas kasutada selle matemaatilise formuleeringuid;
- seletab reaktiivliikumise nähtust, seostades seda impulsi jäävuse seadusega, toob näiteid reaktiivliikumisest looduses ja rakendustest tehnikas;
- seletab jõu seost impulsi muutumise kiirusega keskkonna takistusjõu tekkimise näitel;
- rakendab gravitatsiooniseadust;
- teab et gravitatsioonijõud mõjub gravitatsiooniväljas;
- mõistab, et üldrelatiivsusteooria kirjeldab gravitatsioonilist vastastikmõju aegruumi kõverdumise kaudu;
- nimetab mõistete (raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon, rõhumisjõud ja rõhk) olulisi tunnuseid ning rakendab seost  $P=m(g\pm a)$ ;
- nimetab mõistete hõõrdejõud ja elastsusjõud olulisi tunnuseid ning toob näiteid nende esinemise kohta looduses ja tehnikas;
- rakendab hõõrdejõu ja elastsusjõu arvutamisel seoseid  $F_h = \mu N$  ja  $F_e = -k\Delta l$ ;
- avab tavakeele sõnadega järgmiste mõistete sisu: töö, energia, kineetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasulik energia, kasutegur, kasutab seost  $A = F \cos \alpha$ ;
- seletab füüsikalise suuruse mehaaniline energia tähendust ning kasutab probleemide lahendamisel seoseid  $E_k = mv^2/2$ ,  $E_p = mgh$  ja  $E = E_k + E_p$ ;
- rakendab mehaanilise energia jäävuse seadust ning mõistab selle erinevust üldisest energia jäävuse seadusest;
- sõnastab energia miinimumi printsiibi ja oskab tuua näiteid selle kehtivuse kohta;
- toob loodusest ja tehnikast näiteid ühtlase ja mitteühtlase tiirlemise ning pöörlemise kohta, kasutab ringliikumise kirjeldamisel õigesti füüsikalisi suursi pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus ja kesktõmbekiirendus ning teab nende suuruste mõõtühikuid;
- kasutab ringliikumise probleemide lahendamisel vastavaid matemaatilisi formuleeringuid;
- seletab orbitaalliikumist kui inertsia ja kesktõmbejõu koostoime tagajärge;
- nimetab vabavõnkumise ja sundvõnkumise olulisi tunnuseid ning toob näiteid nende esinemise kohta looduses ja tehnikas;
- tunneb füüsikaliste suuruste (hälve, amplituud, periood, sagedus ja faas) tähendust, mõõtühikuid ning mõõtmisviisi;
- kasutab probleeme lahendades seoseid  $\varphi = \omega t$  ja  $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$  nii võnkumiste kui ringliikumise kontekstis seletab energia muundumisi pendli võnkumisel;
- teab, et võnkumiste korral sõltub hälve ajast ning oskab selgitada võnkumise graafikut;
- nimetab resonantsi olulisi tunnuseid ning toob näiteid selle esinemise kohta looduses;
- oskab nimetada piki- ja ristlainete olulisi tunnuseid ning toob näiteid;

- tunneb füüsikaliste suuruste lainepikkus, laine levimiskiirus, periood ja sagedus tähendust, mõõtühikuid;
- nimetab lainenähtuste peegeldumine, murdumine, interferents ja difraktsioon olulisi tunnuseid ning toob näiteid loodusest ja tehnikast.

## Õppetegevused

Õppetöö toimub kahe epohhi vältel hommikustes põhitundides. Õppeaine on liigendatud teemaatilisteks osadeks, iga osa käsitlemine lõpeb teadmiste kontrollimisega ja hindamisega. Tsükli lõpul meenutatakse veelkord kõike õpitut.

Õppemeetoditest kasutatakse avastuslikku õpet, eelkõige suunatud avastust, ja probleemõpet mõtteliste eksperimentide ja laboritöödena, õpetaja selgitav-illustreerivat esitust, ülesannete lahendamist ja iseseisvat füüsikaalase kirjanduse uurimist.

Teadmiste kinnistamiseks ja oskuste omandamiseks toimub uute teadmiste rakendamine erinevate probleemide lahendamisel ja seoste loomine varasemate teadmistega, teadmiste esitamine erinevas vormis, võrdlemine ja üldistamine ning iseseisev kordamine ja ülesannete lahendamine.

## Õppesisu

### Kinemaatika, staatika, dünaamika

Mehaanika põhiülesanne. Punktmass kui keha mudel. Koordinaadid. Taustsüsteem, liikumise suhtelisus. Relativistliku füüsika olemus. Absoluutkiiruse printsiip. Teepikkus ja nihe. Ühtlane sirgjooneline liikumine ja ühtlaselt muutuv sirgjooneline liikumine: kiirus, kiirendus, liikumisvõrrand, kiiruse ja läbitud teepikkuse sõltuvus ajast, vastavad graafikud. Nihe, kiirus ja kiirendus kui vektoriaalsed suurused. Vaba langemine kui näide ühtlaselt kiireneva liikumise kohta. Vaba langemise kiirendus. Kiiruse ja kõrguse sõltuvus ajast vertikaalsel liikumisel. Erisihiliste liikumiste sõltumatus. Newtoni seadused. Jõud. Jõudude vektoriaalne liitmine. Resultantjõud. Muutumatu kiirusega liikumine jõudude tasakaalustumisel. Keha impulss. Impulsi jäävuse seadus. Reaktiivliikumine. Gravitatsiooniseadus. Raskusjõud, keha kaal, toe-reaktsioon. Kaalutus. Elastsusjõud. Hooke'i seadus. Jäikustegur. Hõõrdejõud ja hõõrdeegur. Töö ja energia. Mehaaniline energia. Mehaanilise energia jäävuse seadus. Mehaanilise energia muundumine teisteks energia liikideks. Energia miinimumi printsiip. Energia jäävuse seadus looduses ja tehnikas.

### Perioodilised liikumised

Ühtlase ringjoonelise liikumise kirjeldamine: pöördenurk, periood, sagedus, nurk- ja joonkiirus, kesktõmbekiirendus. Tiirlemine ja pöörlemine looduses ning tehnikas, orbitaalliikumine. Võnkumine kui perioodiline liikumine. Pendli võnkumise kirjeldamine: hälve, amplituud, periood, sagedus, faas. Energia muundumine võnkumisel. Võnkumised ja resonants looduses ning tehnikas. Lained. Piki- ja ristlained. Lainet iseloomustavad suurused: lainepikkus, kiirus, periood ja sagedus. lainenähtused: peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon, lainedlooduses ning tehnikas.

10.klassi õppesisu on võrreldes teiste klassidega kõige homogeensem ja jaotumine kaheks kursuseks ehk epohhiks kõige rohkem sõltuv õpilaste edasijõudmisest. Orienteeruv jaotus on järgmine:

**1. kursus. Kinemaatika ja staatika.**

**2. kursus. Dünaamika ja perioodilised liikumised**

## Lõiming teiste ainetega ja IKT kasutamine

Kursuse sisu lõimitakse diakroonselt riikliku õppekava kursuse „Füüsika meetod” sisu läbi, sünkroonselt maksimaalselt matemaatikaga. Seostamine argieluga toimub eelkõige liiklusohutuse ja tehnilise ohutuse näidetel.

**IKT:** kasutatakse lihtmehhanismide arvutisimulatsioone.

## Hindamine

Hindamisel lähtutakse Tartu Waldorfgümnaasiumi hindamisjuhendist

### 11. klass

## Õpitulemused

11. klassi lõpetaja:

- tunneb mõistet siseenergia ning seletab soojusenergia erinevust teistest siseenergia liikidest;
- kirjeldab Kelvini temperatuuriskaalat, oskab üle minna Celsiuse skaalalt Kelvini skaalale ning vastupidi, kasutades seost  $T = t(^{\circ}\text{C}) + 273\text{K}$ ;
- nimetab mudeli ideaalgaas olulisi tunnuseid;
- kasutab probleemide lahendamisel seoseid  $E_k = 3kT/2$  ;  $p = nkT$ ;  $pV = \nu RT$ ;
- määrab graafikutelt isoprotsesside parameetreid;
- seletab soojusenergia muutumist mehaanilise töö või soojusülekande vahendusel ning toob selle kohta näiteid loodusest, eristades soojusülekande liike;
- nimetab mõistete avatud süsteem ja suletud süsteem olulisi tunnuseid;
- sõnastab termodünaamika I printsiibi ja seostab seda valemiga;
- sõnastab termodünaamika II printsiibi ja seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet seostab termodünaamika printsiipe soojusmasinatega;
- teab erinevate soojusmasinate kasutegureid;
- teab, et energeetika ülesanne on muundada üks energialiik teiseks;
- teab, et termodünaamika printsiipidest tulenevalt kaasneb energiakasutusega vältimatult saastumine;
- kirjeldab olulisemaid taastumatuid ja taastuvaid energiaallikaid, tuues esile nende osatähtsuse Eestis ja maailmas;
- kirjeldab Eesti ja ülemaailmse energeetika tähtsamaid arengusuundi;
- teab mõistete laeng, elektrivool ja voolutugevus tähendust, seletab voolu suuna sõltumatust laengukandjate märgist, teab valemi  $I = q/t$  tähendust;
- teab, et looduse kaks oluliselt erinevate omadustega põhivormi on aine ja väli, nimetab peamisi erinevusi;
- kasutab tõrjutuse printsiipi aine ja välja võrdlemisel;
- teab, et elektrostaatiliselt välja tekitab laetud keha;
- kasutab probleeme lahendades Coulomb'i seadust;
- teab elektrivälja tugevuse definitsiooni ning oskab rakendada definitsioonivalemit  $E = F/q$ ;
- kasutab probleeme lahendades valemeid  $U = A/q$  ,  $\phi = Ep/q$  ,  $E = U/d$  ja  $U = \phi_1 - \phi_2$ ;
- teab, milles seisneb väljade puhul kehtiv superpositsiooni printsiip;
- joonistab kuni kahe väljatekitaja korral elektrostaatiliselt välja E-vektorit etteantud punktis;
- teab, et kahe erinimeliselt laetud plaadi vahel tekib homogeenne elektriväli;
- teab, et kondensaatoreid kasutatakse elektrivälja energia salvestamiseks;

- teab, et magnetväljal on kaks põhimõtteliselt erinevat võimalikku tekitajat – püsimag-net ja vooluga juhe;
- kasutab probleeme lahendades Ampere'i seadust;
- teab magnetinduktsiooni definitsiooni ning oskab rakendada selle definitsioonivale-mit;
- kasutab magnetinduktsiooni vektorite suundade määramise eeskirja;
- tunneb Oersted'i katsest tulenevaid sirgujuhtme magnetvälja geomeetrilisi omadusi;
- kasutab Ampere'i seadust kujul  $F=BI\sin\alpha$  ja rakendab vastava jõu suuna määramise eeskirja;
- joonistab kuni kahe väljatekitaja korral juhtmelõigu või püsimagneti magnetvälja B-vektorit etteantud punktis;
- teab, et solenoidis tekib homogeenne magnetväli;
- rakendab probleemide lahendamisel Lorentzi jõu valemit  $FL=qvB\sin\alpha$  ning oskab määrata Lorentzi jõu suunda;
- teab, et magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele tekib pinge;
- kirjeldab generaatori ja elektrimootori tööpõhimõtet;
- seletab füüsikalise suuruse magnetvoog tähendust, teab magnetvoo definitsiooni;
- seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel, kasutab elektromotoorjõu mõistet;
- seletab mõistet eneseinduktsioon;
- teab, et induktiivpoole kasutatakse magnetvälja energia salvestamiseks;
- seletab elektrivoolu tekkemehhanismi mikrotasemel, rakendades seost  $I=qnvS$ ;
- rakendab probleemide lahendamisel Ohmi seadust vooluringi osa ja kogu vooluringi kohta:  $I=U/R$ ,  $I=\varepsilon/(r+R)$ ;
- rakendab probleemide lahendamisel elektrivoolu töö ja võimsuse avaldise:  $A=IUt$ ,  $N=IU$ ;
- arvutab elektrienergia maksumust ning planeerib selle järgi uute elektriseadmete kasu-tuselevõttu;
- teab, et metallkeha takistus sõltub lineaarselt temperatuurist ning teab, kuidas takistu-se temperatuurisõltuvus annab infot takistuse tekkemehhanismi kohta;
- kirjeldab pooljuhi oma- ja lisandjuhtivust, sh elektron- ja aukjuhtivust;
- teab, et pooljuhtelektroonika aluseks on pn-siire kui erinevate juhtivustüüpidega pool-juhtide ühendus; seletab jooniste abil pn-siirde käitumist päri- ja vastupingestamisel;
- kirjeldab pn siirde abil valgusdiodi ja fotoelemendi toimimist;
- kirjeldab vahelduvvoolu kui laengukandjate sundvõnkumist;
- teab, et vahelduvvoolu korral sõltuvad pinge ja voolutugevus perioodiliselt ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinusfunktsioon;
- arvutab vahelduvvoolu võimsust aktiivtarviti korral ning seletab graafiliselt voolutu-gevuse ja pinge efektiivväärtuste  $I$  ja  $U$  seost amplituudväärtustega  $I_m$  ja  $U_m$ ,  $N=IU=I_m U_m/2$ ;
- kirjeldab trafot kui elektromagnetilise induktsiooni nähtusel põhinevat seadet vahel-duvvoolu pinge ja voolutugevuse muutmiseks;
- kirjeldab elektriohutuse nõudeid ning sulav-, bimetall- ja rikkevoolukaitsme tööpõhi-mõtet õnnetuste ärahoidmisel.

## Õppetegevused

Vt 10. klass.

## **Õppesisu**

### **3. kursus. Soojusõpetus (termodünaamika ja energeetika)**

Siseenergia ja soojusenergia. Temperatuur kui soojusaste. Celsiuse ja Kelvini temperatuuriskaalad. Ideaalgaas ja reaalgaas. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Avatud ja suletud süsteemid. Isoprotsessid. Gaasi olekuvõrrandiga seletatavad nähtused looduses ja tehnikas. Mikro- ja makroparameetrid, nende vahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. Temperatuuri seos molekulide keskmise kineetilise energiaga. Soojusenergia muutmise viisid: mehaaniline töö ja soojusülekanne. Soojushulk. Termodünaamika I printsiip, selle seostamine isoprotsessidega. Adiabaatiline protsess. Soojusmasina tööpõhimõte, soojusmasina kasutegur, soojusmasinad looduses ja tehnikas. Termodünaamika II printsiip. Pööratavad ja pöördumatud protsessid looduses. Entroopia. Elu Maal energia ja entroopia aspektist lähtuvalt. Energiaülekanne looduses ja tehnikas. Energeetika alused ning tööstuslikud energiaallikad. Energeetilised globaalprobleemid ja nende lahendamise võimalused. Eesti energiavajadus, energeetikaprobleemid ja nende lahendamise võimalused. Biofüüsikalise majandusteaduse üldprintsiibid.

### **4. kursus. Elektriväli ja magnetväli**

Elektrilaeng. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus. Elektrivool. Aine ja väli. Tõrjutuse printsiip. Coulomb'i seadus. Punktilaeng. Väljatugevus. Elektrivälja potentsiaal ja pinge. Pinge ja väljatugevuse seos. Välja visualiseerimine, välja jõujooned. Väljade liitumine, superpositsiooni printsiip. Homogeenne elektriväli kahe erinimeliselt laetud plaadi vahel, kondensaatore. Püsomagnet ja vooluga juhe. Ampere'i seadus. Magnetinduktsioon. Liikuvale laetud osakesele mõjuv magnetjõud. Magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritav pinge. Elektromagnetiline induktsioon. Induktsiooni elektromotoorjõud. Magnetvoog. Faraday induktsiooniseadus. Elektrimootor ja generaator. Lenzi reegel. Eneseinduktsioon. Induktiivpool. Homogeenne magnetväli solenoidis. Elektri- ja magnetvälja energia.

#### **Elektrotehnika**

Elektrivoolu tekkemehhanism. Ohmi seaduse olemus. Ülijuhtivus. Ohmi seadus kogu vooluringi kohta. Vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus. Metallkeha takistuse sõltuvus temperatuurist. Vedelike, gaaside ja pooljuhtide elektrijuhtivus. pn-siire. Valgusdiodid ja fotoelement. Vahelduvvool kui laengukandjate sundvõnkumine. Vahelduvvoolu saamine ja kasutamine. Elektrienergiaülekanne. Trafod ja kõrgepingeliinid. Vahelduvvooluvõrk. Faas ja neutraal. Elektriohutus. Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel. Voolutugevuse ja pinge efektiivväärtused.

### **Lõiming teiste ainetega ja IKT kasutamine**

Kursuse sisu lõimitakse diakroonselt riikliku õppekava kursuse „Füüsika meetod” sisu läbi, sünkroonselt maksimaalselt matemaatikaga. Olulisel kohal on biofüüsikalise majandusteaduse aluste tutvustamine, mis lõimib endas keskkonna ja tsivilisatsioonide ajaloo, bioloogia ja kompleksüsteemide ökoloogia.

Elektriõpetuses on keskseks lõiminguks kodumajapidamisega seonduv: maandus, kaitsekilp, elektrienergia maksumuse arvutamine, säästmisstrateegiad.

**IKT:** kasutatakse erinevate soojusmasinate ja termodünaamiliste süsteemide arvutisimulatsioone. Kasutatakse interaktiivseid mudeleid kolmemõõtmeliste elektromagnetnähtuste visualiseerimiseks (sh elektrimootori arvutisimulatsioon).

## **Hindamine**

## 12. klass

### Õpitulemused

Gümnaasiumi lõpetaja:

- teab elektromagnetlaine mõistet;
- kirjeldab võnkeringi kui elektromagnetlainete kiirgamise ja vastuvõtu baasseadet;
- kirjeldab elektromagnetlainete skaalat, määratleb etteantud spektraalparameetriga elektromagnetkiirguse kuuluvana selle skaala mingisse kindlasse piirkonda;
- kirjeldab elektromagnetlainete rakendusi;
- rakendab seost  $c=\lambda f$ ;
- teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust;
- teab lainete amplituudi ja intensiivsuse mõisteid;
- seletab valguse koherentsuse tingimusi ja nende taidetuse vajalikkust vaadeldava interferentsipildi saamisel;
- seletab joonise või arvutisimulatsiooni järgi interferentsi- ja difraktsiooninähtusi optikas;
- seletab polariseeritud valguse olemust;
- tunneb valguse murdumisseadust;
- kirjeldab valge valguse lahtumist spektriks prisma ja difraktsioonvõre näitel;
- tunneb spektrite põhiliike ja teab, mis tingimustel nad esinevad;
- seletab valguse tekkimist aatomi energiatasemetel skeemil, rakendab probleemide lahendamisel valemit  $E=hf$ ;
- sõnastab atomistliku printsiibi;
- selgitab valguse korral dualismiprintsiipi ja selle seost atomistliku printsiibiga;
- teab, et valguse laineomadused ilmnevad valguse levimisel, osakese-omadused aga valguse kiirgumisel ja neeldumisel;
- eristab soojuskiirgust ja luminesentsi, toob näiteid vastavatest valgusallikatest;
- kirjeldab mõisteid: gaas, vedelik, kondensaine ja tahkis;
- nimetab reaalgasi omaduste erinevusi ideaalgasi mudelist;
- kasutab õigesti mõisteid: küllastunud aur, absoluutne niiskus, suhteline niiskus, kastepunkt;
- seletab mikrotasemel nähtusi: pindpinevus, märgamine ja kapillaarsus ning oskab tuua näiteid loodusest ja tehnikast;
- kirjeldab aine olekut kasutades õigesti mõisteid: faas ja faasisiire;
- seletab faaside muutusi erinevatel rõhkudel ja temperatuuridel;
- nimetab välis- ja sisefotoefekti olulisi tunnuseid, kirjeldab fotoefekti;
- tunneb mõistet leiulaine; teab, et elektronorbitaalidele aatomis vastavad elektroni leiulaine kui seisulaine kindlad kujud;
- kirjeldab elektronide difraktsiooni kui kvantmehaanika aluskatset;
- nimetab selliste füüsikaliste suuruste paare, mille vahel valitseb määramatusseos;
- seletab aatomi tuumade eriseoseenergia mõistet ja eriseoseenergia sõltuvust massiarvust;
- teab valemit  $E = mc^2$  tulenevat massi ja energia samaväärsust;
- kirjeldab tuumade lõhustumise ja sünteesi reaktsioone;

- teab mõisteid: radioaktiivsus ja poolestusaeg, kasutab radioaktiivse lagunemise seadust;
- seletab radioaktiivse dateerimise meetodi olemust, toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta;
- seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning analüüsib tuumaenergeetika eeliseid ja sellega seonduvaid ohte;
- nimetab ioniseeriva kiirguse liike ja allikaid, kirjeldab ioniseeriva kiirguse positiivset ja negatiivset mõju elusorganismidele ja võimalusi kiirgusohu vähendamiseks;
- teab, et info maailmaruumist jõuab meieni elektromagnetlainetena;
- nimetab ja eristab maapealseid ja kosmoses tegutsevaid astronoomia vaatlusvahendeid;
- kirjeldab mõõtmete ja liikumisviisi aspektis Päikesesüsteemi põhilisi koostisosi: Päike, planeedid, kaaslased, asteroidid, komeedid, meteorokehad;
- kirjeldab tähti, nende evolutsiooni ja planeedisüsteemide tekkimist;
- kirjeldab galaktikate ehitust ja evolutsiooni;
- kirjeldab Universumi tekkimist ja arengut Suure Pangu teooria põhjal.

## Õppetegevused

Vt 10. klass.

## Õppesisu

### **5. kursus. Optika (Elektromagnetlained)**

Elektromagnetlainete skaala. Lainepikkus ja sagedus. Nähtava valguse värvuse seos valguse lainepikkusega vaakumis. Elektromagnetlainete amplituud ja intensiivsus. Difraktsioon ja interferents, nende rakendusnäited. Murdumisseadus. Murdumisnäitaja seos valguse kiirusega. Valguse dispersioon. Spektroskoobi too põhimõte. Spektraalanalüüs. Polariseeritud valgus, selle saamine, omadused ja rakendused. Valguse dualism ja dualismiprintsiip looduses. Footoni energia. Atomistlik printsiip. Valguse kiirgumine. Soojuskiirgus ja luminesents.

### **Aine ehituse alused ja mikromaailma füüsika**

Aine olekud, nende sarnasused ja erinevused. Aine olekud mikrotasemel. Molekulaarjõud. Veeaur õhus. Õhuniiskus. Küllastunud ja küllastumata aur. Absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt. Ilmastikunähtused. Pindpinevus. Märgamine ja kapillaarsus, nende ilmnemine looduses. Faasisiirded ja siirdesoojused. Välis- ja sisefotoefekt. Aatomimudelid. Osakeste leiulained. Kvantmehaanika. Elektronide difraktsioon. Määramatusseos. Nüüdisaegne aatomimudel. Aatomi kvantarvud. Aatomituum. Massidefekt. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Massi ja energia samaväärsus. Tuumareaktsioonid. Tuumaenergeetika ja tuumarelv. Radioaktiivsus. Poolestusaeg. Radioaktiivne dateerimine. Ioniseerivad kiirgused ja nende toimed. Kiirguskaitse.

### **6. kursus. Kosmoloogia (Megamaailma füüsika)**

Vaatlusastronoomia. Vaatlusvahendid ja nende areng. Tähtkujud. Maa ja Kuu perioodiline liikumine aja arvestuse alusena. Kalender. Kuu faasid. Varjutused. Päikesesüsteemi koostis, ehitus ja tekkimise hüpoteesid. Päike ja teised tähed. Tähtede evolutsioon. Galaktikad. Linnutee galaktika. Universumi struktuur. Suur Pauk. Universumi evolutsioon.

## **Lõiming teiste ainetega ja IKT kasutamine**

Kursuse sisu lõimitakse diakroonselt riikliku õppekava kursuse „Füüsika meetod” sisu läbi, sünkroonselt maksimaalselt matemaatikaga ning radioaktiivsuse juures keskkonnahoiuga.

**IKT:** kasutatakse mikromaailma mudelite arvutisimulatsioone ja interaktiivseid kolmemõõtmelisi mudeleid universumist.

**Hindamine**

Hindamisel lähtutakse Tartu Waldorfgümnaasiumi hindamisjuhendist

**Erinevused riiklikust õppekavast**

Peamiseks erinevuseks on riikliku õppekava kursuse „Füüsika meetod” sisu ühtlane ja kordav integreerimine kogu gümnaasiumi ainekava ulatuses, pärssimaks arengupsühholoogilisest spetsiifikast tulenevat tendentsi omandada ainekursuste sisu võrdlemisi isoleerituina ja ise-seisvana. Muus osas vastab füüsika ainekava riiklikule õppekavale. Elektromagnetlainete osa käsitletakse 12. klassis.

## KEEMIA

### Õppe- ja kasvatuseesmärgid

Gümnaasiumi keemiaõpetusega taotletakse, et õpilane:

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

### Juhtmotiivid

Õpilane peab suutma kindlalt orienteeruda hästi ülevaatlikus soolade, hapete ja aluste valdkonnas. Ta peab õppima tundma hapete ja aluste vastandlikkust, ning nendest soolade saamise võimalusi. Koos õpetajaga leitakse seoseid happe-, aluse- ja soolaprotsessidele inimese organismis ja teistes eluvaldkondades. Suurt tähelepanu pööratakse tehniliste protsesside käsitlemisele ja nende tähtsusele igapäevaelus.

Keemial on oluline koht õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kujunemises. Gümnaasiumi keemia tugineb põhikoolis omandatud teadmistele, oskustele ja hoiakutele ning seostub gümnaasiumi füüsikas, bioloogias, matemaatikas jt õppeainetes õpitavaga, toetades samas teiste õppeainete õppimist ja õpetamist. Nii kujunevad õpilastel olulised pädevused ning omandatakse positiivne hoiak keemia ja teiste loodusteaduste suhtes, mõistetakse loodusteaduste tähtsust inimühiskonna majanduslikus, tehnoloogilises ja kultuurilises arengus.

Õpilastel kujuneb vastutustundlik suhtumine elukeskkonda ning õpitakse väärtustama tervislikku ja säästvat eluviisi. Keemias ning teistes loodusainetes omandatud teadmised, oskused ja hoiakud on aluseks sisemiselt motiveeritud elukestvale õppimisele. Õpilastel kujuneb gümnaasiumitasemele vastav loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus ning terviklik loodusteaduslik maailmapilt, nad saavad ülevaate keemiliste protsesside põhilistest seaduspärasustest, keemia tulevikusuundumustest ning keemiaga seotud elukutsetest, mis aitab neil elukutset valida.

Keemiateadmised omandatakse suurel määral uurimuslike ülesannete kaudu, mille vältel õpilased saavad probleemide püstitamise, hüpoteeside sõnastamise ja katsete või vaatluste pla-

neerimise ning nende tegemise, tulemuste analüüsi ja tõlgendamise oskused. Keemia arvutusülesandeid lahendades pööratakse gümnaasiumis tähelepanu eelkõige käsitletavate probleemide mõistmisele, tulemuste analüüsile ning järelduste tegemisele, mitte rutiinsele tüüpülesannete matemaatiliste algoritmide õppimisele ja treenimisele. Keemiat õpetades rõhutatatakse keemia seoseid teiste loodusteadustega ja looduses (sh inimeses endas) toimuvate protsessidega ning inimese suhteid ümbritsevate looduslike ja tehismaterjalidega.

Omandatud teadmisi ja oskusi õpitakse rakendama igapäevaelu probleeme lahendades, pädevaid ja eetilisi otsuseid tehes ning oma tegevuse võimalikke tagajärgi hinnates. Õpitav materjal esitatakse võimalikult probleemipõhiselt, õpilaskeskselt ja igapäevaeluga seostatult. Õppes lähtutakse õpilaste individuaalsetest iseärasustest ning võimete mitmekülgsusest arendamisest, suurt tähelepanu pööratakse õpilaste sisemise õpimotivatsiooni kujundamisele. Selle saavutamiseks kasutatakse erinevaid aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, arutelu, ajurünnakuid, õppekäike jne. Aktiivõppe põhimõtteid järgiva õppetegevusega kaasneb õpilaste kõrgemate mõtlemistasandite areng.

Õpitakse tegema järeldusi õpitu põhjal, seostama erinevaid nähtusi ning rakendama õpitud seaduspärasusi uudsetes olukordades. Õppetegevus on suunatud õpilaste mõtlemisvõime arendamisele. Suurt tähelepanu pööratakse õpilaste iseseisva töö oskuste arendamisele, oskusele kasutada erinevaid teabeallikaid ning eristada olulist ebaolulisest. Keemia nagu teistegi loodusteaduste õppimisel on oluline õpilase isiksuse väljakujunemine: iseseisvuse, mõtlemisvõime ja koostööoskuse areng ning vastutustunde ja tööharjumuste kujunemine.

## Õpitulemused

Gümnaasiumi lõpetaja:

- omab põhiteadmisi üldisest, anorgaanilisest ja orgaanilisest keemiast;
- suudab teha järeldusi ning üldistusi õpitud materjali põhjal ja võtta vastu ning analüüsida uut keemiaalast infot;
- suudab lahendada ainekavale vastavaid arvutus- ning probleemülesandeid;
- tunneb laboratoorse töö põhimõtteid ja samuti ohutusnõudeid ümberkäimisel keemiliste ainetega;
- tunneb kohalikke maavarade, keemiatööstuse ning keskkonnaga seonduvaid probleeme üldises ja anorgaanilises keemias
- mõistab keemilist sidet ja selle tekkeseletust;
- oskab koostada ainete valemeid oksüdatsiooniastmete alusel;
- oskab õpitud teemade ulatuses koostada reaktsioonivõrrandeid ja teha nende põhjal molaararvutusi;
- mõistab tasakaalu vastassuunaliste reaktsioonide vahel;
- tunneb põhilisi reaktsiooni kiirust mõjustavaid tegureid ja reaktsiooni kiirendamise võimalusi;
- tunneb keemilise reaktsiooni olulisi tunnuseid ja oskab neid seletada;
- oskab seletada ja põhjendada keemiliste elementide ja nende ühendite omaduste perioodilist sõltuvust aatomi tuumalaengust (4 perioodi);
- oskab iseloomustada lihtainete ja keemiliste ühendite omadusi, lähtudes vastavate elementide asukohast perioodilisussüsteemis;
- teab ainete põhiklasside omadusi ja saamisviise;
- eristab elektrolüüte ja mitteelektrolüüte;
- tunneb põhilisi happeid ja aluseid, oskab neid iseloomustada;

- oskab eristada redoksreaktsioone mitteredoksreaktsioonidest, määrata oksüdeerija ning redutseerija ja tunneb vastavate võrrandite tasakaalustamispõhimõtteid;
- tunneb molekulide ruumilist ehitust;
- mõistab struktuuri ning omaduste vastavust;
- mõistab orgaanilise keemia osa eluslooduses, tööstuses ja olmes;
- oskab õpitud ainerühmade ulatuses nimetada lihtsamaid orgaanilisi aineid IUPACi nomenklatuuri järgi ja teha nimetuste järgi struktuurivalemeid;
- tunneb õpitud funktsionaalseid rühmi ja struktuuriühikuid;
- oskab ennustada nende ainete keemilist käitumist õpitud reaktsioonitüüpides ja tähtsamaid füüsikalisi omadusi nagu keemistemperatuur, lahustuvus vees ja orgaanilistes lahustites, suhet veega;
- suudab selgitada nende ainete osa ja keemilist muundumist elusorganismides;
- oskab leida teatmeteostest vajalikku infot ainete ja materjalide omaduste ning kasutamise kohta;
- tunneb käsitletud tehispõlumeere;
- oskab struktuuri alusel selgitada koolis õpitud ainete keemilist alust ja mõju keskkonnale;
- suudab määratleda ühendiklassi reaktsioonide alusel.

## **I kursus: (10. klass) Anorgaanilised ained**

### **Õppesisu**

#### **1. Anorgaaniliste ainete põhiklassid. Elektrolüütiline dissotsiatsioon**

Happed, alused ja soolad looduses ning igapäevaelus. Ainete lahustumisprotsess. Ioone sisaldavate lahuste teke hapete, aluste ja soolade lahustumisel. Elektrolüüdid ja mitteelektrolüüdid; tugevad ja nõrgad elektrolüüdid. Hüdraatumine, kristallhüdraadid. Hapete ja aluste protolüütiline teooria. Molaarne kontsentratsioon (tutvustavalt). Ioonidevahelised reaktsioonid lahustes, nende kulgemise tingimused. pH. Keskkond (happeline, aluseline) hüdroolüüsuva soola lahuses. Puhverlahused.

Lahuse massi%.

#### **2. Metallid**

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 (reaktsioonivõrrandeid nõudmata). Saagise ja lisandite arvestamine moolarvutustes reaktsioonivõrrandi järgi.

#### **3. Mittemetallid**

Ülevaade mittemetallide füüsikalistest ja keemilistest omadustest olenevalt elemendi asukohast perioodilisustabelis. Mittemetallide keemilise aktiivsuse võrdlus. Mõne mittemetalli ja tema ühendite käsitus (vabal valikul, looduses ja/või tööstuses kulgevate protsesside näitel).

### **Õpitulemused**

## **1. Anorgaaniliste ainete põhiklassid. Elektrolüütiline dissotsiatsioon**

Õpilane:

- 1) kirjeldab lahuste teket hapete, aluste ja soolade puhul;
- 2) eristab elektrolüüte ja mitteelektrolüüte ning tugevaid ja nõrku elektrolüüte;
- 3) selgitab happe ja aluse mõistet protolüütilise teooria põhjal;
- 4) oskab arvutada molaarset kontsentratsiooni;
- 5) koostab ionidevaheliste reaktsioonide võrrandeid (molekulaarsel ja ioonsel kujul);
- 6) hindab ning põhjendab ainete vees lahustumise korral lahuses tekkivat keskkonda;
- 7) selgitab puhverlahuste põhimõtet ning nende rolli tehnoloogilistes protsessides ja eluslooduses;

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

- 1) lahustumise soojusefektide uurimine;
- 2) erinevate lahuste elektrijuhtivuse võrdlemine (pirni heleduse või Vernier' anduriga); nõrkade ja tugevate hapete ning aluste pH ja elektrijuhtivuse võrdlemine;
- 3) ionidevaheliste reaktsioonide toimumise uurimine;
- 4) erinevate ainete vesilahuste keskkonna (lahuste pH) uurimine;
- 5) lahuse kontsentratsiooni määramine tiitrimisel (nt vee mööduva kareduse määramine, leelise kontsentratsiooni määramine puhastusvahendis või happe kontsentratsiooni määramine akuhappes vms).

## **2. Metallid**

Õpilane:

- 1) seostab õpitud metallide keemilisi omadusi vastava elemendi asukohaga perioodilisustabelis ja pingereas ning koostab sellekohaseid reaktsioonivõrrandeid (metalli reageerimine mittemetalliga, veega, lahjendatud happe ja soolalahusega);
- 2) kirjeldab õpitud metallide ja nende sulamite rakendamise võimalusi praktikas;
- 3) teab levinumaid metallide looduslikke ühendeid ja nende rakendusi;
- 4) selgitab metallide saamise põhimõtet metalliühendite redutseerimisel ning korrosiooni metallide oksüdeerumisel;
- 5) põhjendab korrosiooni ja metallide tootmise vastassuunalist energeetilist efekti, analüüsib korrosioonitõrje võimalusi;
- 6) analüüsib metallidega seotud redoksprotsesside toimumise üldisi põhimõtteid (nt elektrolüüsi, korrosiooni ja keemilise vooluallika korral);
- 7) lahendab arvutusülesandeid reaktsioonivõrrandite järgi, arvestades saagist ja lisandeid.

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

- 1) metallioksiidi redutseerimine- metalli tootmine microkitiga;
- 2) metallide füüsikaliste omaduste ja keemilise aktiivsuse võrdlemine;
- 3) metallide korrosiooni mõjutavate tegurite ning korrosioonitõrje võimaluste uurimine ja võrdlemine;
- 4) metallide tootmise, elektrolüüsi ja keemilise vooluallika uurimine animatsioonidega;
- 5) ettekanded metallidest.

### **Mittemetallid**

Õpilane:

- 1) seostab tuntumate mittemetallide ning nende tüüpühendite keemilisi omadusi vastava elemendi asukohaga perioodilisustabelis;
- 2) koostab õpitud mittemetallide ja nende ühendite iseloomulike reaktsioonide võrrandeid;
- 3) kirjeldab õpitud mittemetallide ja nende ühendite tähtsust looduses ja/või rakendamise võimalusi praktikas.

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

Mittemetallide ja/või nende iseloomulike ühendite saamine, omaduste uurimine ning võrdlemine.

## **II kursus „Orgaanilised ained“**

### **Süsivesinikud ja nende derivaadid**

Õpitulemused

Kursuse lõpus õpilane:

- 1) kasutab erinevaid molekuli kujutamise viise (lihtsustatud struktuurivalem, tasapinnaline ehk klassikaline struktuurivalem, molekuli graafiline kujutis;
- 2) kasutab süstemaatilise nomenklatuuri põhimõtteid alkaanide näitel; seostab süstemaatiliste nimetuste ees- või lõppliiteid õpitud aineklassidega, määrab molekuli struktuuri või nimetuse põhjal aineklassi;
- 3) hindab molekuli struktuuri (vesiniksideme moodustamise võime) põhjal aine füüsikalisi omadusi (lahustuvust erinevates lahustites ja keemistemperatuuri);
- 4) võrdleb küllastunud, küllastumata ja aromaatsete süsivesinike keemilisi omadusi, koostab lihtsamaid reaktsioonivõrrandeid alkaanide, alkeenide ja areenide halogeenimise ning alkeenide hüdrogeenimise ja katalüütilise hüdraatimise reaktsioonide kohta (ilma reaktsiooni mehhanismideta);
- 5) kirjeldab olulisemate süsivesinike ja nende derivaatide omadusi, rakendusi argielus ning kasutamisega kaasnevaid ohtusid;
- 6) kujutab alkeenist tekkivat polümeeri lõiku.

### **Õppesisu**

Süsiniikuühendite struktuur ja selle kujutamise viisid. Alkaanid, nomenklatuuri põhimõtted, isomeeria.

Asendatud alkaanide (halogeeniühendite, alkoholide, primaarsete amiinide) füüsikaliste omaduste sõltuvus struktuurist. Küllastumata ja aromaatsete süsivesinike ning alkaanide keemiliste omaduste võrdlus. Liitumispolümerisatsioon. Süsivesinikud ja nende derivaadid looduses ning tööstuses (tutvustavalt).

Põhimõisted:

isomeeria, asendatud süsivesinik, alkaan ehk küllastunud süsivesinik, küllastumata süsivesinik, aromaatne ühend, liitumispolümerisatsioon.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine:

- 1) süsivesinike ja nende derivaatide molekulide struktuuri uurimine ning võrdlemine molekulimudelite ja/või arvutiprogrammiga;

2) molekulidevaheliste jõudude tugevuse uurimine aurustumissoojuse võrdlemise teel; hüdrofiilsete ja hüdrofoobsete ainete vastastiktoime veega.

## **Orgaanilised ained meie ümber**

### **Õpitulemused**

Kursuse lõpus õpilane:

- 1) määrab molekuli struktuuri põhjal aine kuuluvuse aineklassi;
- 2) kirjeldab olulisemate karboksüülhapete omadusi ja tähtsust argielus ning looduses;
- 3) selgitab seost alkoholide, aldehüüdide ja karboksüülhapete vahel;
- 4) võrdleb karboksüülhapete ja anorgaaniliste hapete keemilisi omadusi ning koostab vastavaid reaktsioonivõrrandeid;
- 5) selgitab alkoholijoobega seotud keemilisi protsesse organismis ning sellest põhjustatud sotsiaalseid probleeme;
- 6) võrdleb estrite tekke- ja hüdroolüüsireaktsioone ning koostab vastavaid võrrandeid;
- 7) kujutab lähteühenditest tekkiva kondensatsioonipolümeeri lõiku;
- 8) selgitab põhimõtteliselt biomolekulide (polüsahhariidide, valkude ja rasvade) ehitust.

### **Õppesisu**

Aldehüüdid kui alkoholide oksüdeerumissaadused. Asendatud karboksüülhapped (aminohapped, hüdroksühapped) ja karboksüülhapete funktsionaalderivaadid (estrid, amiidid). Polükondensatsioon.

Orgaanilised ühendid elusorganismides: rasvad, sahhariidid, valgud.

Põhimõisted:

asendatud karboksüülhappe, karboksüülhappe funktsionaalderivaat, hüdroolüüs, polükondensatsioon.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine:

- 1) alkoholi ja aldehüüdi oksüdeeruvuse uurimine ning võrdlemine;
- 2) karboksüülhapete tugevuse uurimine ja võrdlemine teiste hapetega;
- 3) estrite saamine ja hüdroolüüs;
- 4) sahhariidide (nt tärklise) hüdroolüüsi ja selle saaduste uurimine;
- 5) valkude (nt munavalge vesilahuse) käitumise uurimine hapete, aluste, soolalahuste ja kuumutamise suhtes;
- 6) seebi ning sünteetiliste pesemisvahendite käitumise uurimine ja võrdlemine erineva happelisusega vees ning soolade lisandite korral.

## **III kursus (12. klass) Keemia alused**

### **Õppesisu**

#### **1. Aine ehitus**

Tänapäevane ettekujutus aatomi ehitusest. Perioodilisusseadus ja keemiliste elementide perioodilisussüsteem. Perioodilisusseaduse avastamislugu (Döbereiner, Meyer, Mendelejev). Elementide paiknemine perioodilisussüsteemi tabelis: perioodid ja rühmad, read. Elementide elektronstruktuuri vaatlemine esimese nelja perioodi piires. Informatsioon perioodilisustabelis ja selle tõlgendamine. Keemilise sideme liigid. Vesinikside. Molekulidevahelised jõud. Ainete füüsikaliste omaduste sõltuvus aine ehitusest.

#### **2. Miks ja kuidas toimuvad keemilised reaktsioonid**

Keemilise reaktsiooni aktiveerimisenergia, aktiivsed põrked. Ekso- ja endotermilised reaktsioonid. Keemilise reaktsiooni kiirus, seda mõjutavad tegurid. Keemiline tasakaal ja selle nihkumine (Le Chatelier' printsiibist tutvustavalt).

### **3. Füüsikalised ja keemilised uurimismeetodid keemias**

Kvalitatiivne ja kvantitatiivne analüüs. Keemiaga seotud karjäärivalikud.

### **4. Reaktsioonide mehhanism**

Kovalentse sideme katkemise viisid: radikaaliline, iooniline. Radikaalid, elektrofiilid, nukleofiilid. Reaktsioonivõrrandi analüüsimine: reaktsioonitsenter, ründav osake, lahkuv rühm.

## **Õpitulemused**

### **1. Aine ehitus**

Õpilane:

- 1) kirjeldab elektronide paiknemist aatomi välises elektronkihis (üksikud elektronid, elektronipaarid) sõltuvalt elemendi asukohast perioodilisustabelis (A-rühmade elementide korral);
- 2) selgitab A-rühmade elementide metallilisuse ja mittemetallilisuse muutumist perioodilisustabelis seoses aatomi ehituse muutumisega;
- 3) määrab A-rühmade keemiliste elementide maksimaalseid ja minimaalseid oksüdatsiooniastmeid elemendi asukoha järgi perioodilisustabelis ning koostab elementide tüüpühendite valemide;
- 4) selgitab tüüpiliste näidete varal kovalentse, ioonilise, metallilise ja vesiniksideme olemust;
- 5) hindab kovalentse sideme polaarsust, lähtudes sidet moodustavate elementide asukohast perioodilisustabelis;
- 6) kirjeldab ja hindab keemiliste sidemete ja molekulide vastastiktoime (ka vesiniksideme) mõju ainete omadustele.

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

Lihtsamate molekulide struktuuri uurimine ja võrdlemine molekulimudelite või arvutiprogrammide abil.

### **2. Miks ja kuidas toimuvad keemilised reaktsioonid**

Õpilane:

- 1) seostab keemilist reaktsiooni aineosakeste üleminekuga püsivamasse olekusse;
- 2) selgitab keemiliste reaktsioonide soojusefekte, lähtudes keemiliste sidemete tekkimisel ja lagunemisel esinevatest energiamuutustest;
- 3) analüüsib keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toimet ning selgitab keemiliste protsesside kiiruse muutmist argielus;
- 4) mõistab, et pöörduvate reaktsioonide puhul tekib vastassuunas kulgevate protsesside vahel tasakaal, ning toob vastavaid näiteid argielust ja tehnoloogiast.

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

- 1) Keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toime uurimine.
- 2) Keemilise reaktsiooni soojusefekti uurimine.

- 3) Auto heitgaaside katalüsaatori tööpõhimõtte selgitamine internetimaterjalide põhjal.
- 4) Keemilise tasakaalu nihkumise uurimine (katseliselt või arvutisimulatsiooni abil).

### 3. Füüsikalised ja keemilised uurimismeetodid keemias

Õpilane:

- 1) omab ettekujutust keemia ajaloolisest arengust;
- 2) eristab kvalitatiivset ja kvantitatiivset analüüsi, füüsikalisi ja keemilisi uurimismeetodeid.

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Õppekäik keemiaga seotud ettevõttesse, õppeasutusse vms.

### 4. Reaktsioonide mehhanism

- 1) selgitab, mis on radikaal ja radikaalreaktsioonid (alkaanide näitel);
- 2) tunneb ära elektrofiilsed ja nukleofiilsed tsentrid ning mõtestab selle alusel lahti asendusreaktsioone.

### Keemia lõimingu võimalusi teiste ainevaldkondadega

**Keel ja kirjandus, sh võõrkeeled.** Keemiat õppides ja loodusteaduslike tekstidega töötades arendatakse õpilaste teksti mõistmise ja analüüsimise oskust. Erinevaid tekste (nt referaate, esitlusi jm) luues kujundatakse oskust end selgelt ja asjakohaselt väljendada nii suuliselt kui ka kirjalikult. Õpilased kasutavad kohaseid keelevahendeid, ainealast sõnavara ja väljendusrikast keelt ning järgivad õigekeelsusnõudeid. Õpilastes arendatakse oskust hankida teavet eri allikaist ja seda kriitiliselt hinnata. Juhitakse tähelepanu tööde korrektsele vormistamisele, viitamisele ning intellektuaalomandi kaitsele. Selgitatakse võõrkeelse algupäraga loodusteaduslikke mõisteid ning võõrkeeleoskust arendatakse ka lisamaterjali otsimise ja mõistmisega.

**Matemaatika.** Matemaatikapädevuste kujunemist toetab keemia uurimusliku ja probleem-õppe kaudu, arendades loovat ja kriitilist mõtlemist. Uurimuslikus õppes on tähtis koht andmete analüüsil ja tõlgendamisel ning tulemuste esitamisel tabelite, graafikute ja diagrammi-  
dena.

**Sotsiaalsained.** Loodusainete, sh keemia õppimine aitab mõista inimese ja ühiskonna toimimist, kujundab oskust näha ühiskonna arengu seoseid keskkonnaga, oskust teha teadlikke valikuid, toimida kõlbelise ja vastutustundliku ühiskonnaliikmena ning isiksusena.

**Kunstiained.** Kunstipädevuse kujunemist toetavad uurimistulemuste vormistamine, esitluste tegemine

**Kehaline kasvatus, ininmeseõpetus.** Keemia õppimine toetab tervisliku eluviisi väärtustamist.

### Läbivate teemade rakendamise võimalusi loodusainetes, sh keemias

**Elukestev õpe ja karjääri planeerimine.** Eesmärk on kujundada üldine positiivne suhtumine loodusteadustesse ja nende õppimisesse, huvi loodusainete edasise õppimise vastu ning loodusteadustega seotud karjääriteadlikkus. See saavutatakse õpilase huvide ja individuaalse arvestamisega, probleem- ning uurimusliku õppe rakendamisega. Õpilasel avatakse arusaama loodusteadusvaldkonna erialadest ning nüüdisaegsest teadlaste tööst.

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

**Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus.** Loodusained väärtustavad demokraatlikku ja vabatahtlikkusel põhinevat ühistegevust, kujundavad koostööoskusi ning toetavad algatusvõimet. Kodanikuõiguste ja -kohustuste tunnetamine seostub kõigi inim- ja keskkonnaarengu küsimustega nii kohalikul kui ka globaalsel tasandil.

**Kultuuriline identiteet.** Väärtustatakse Eesti elukeskkonda, pärandkultuuri, Eestiga seotud loodusteadlasi ja nende panust teadusloos. Kujundatakse sallivust erinevate rahvaste ja kultuuride suhtes.

**Teabekeskkond.** Loodusaineid õppides kogutakse teavet eri infoallikatest ning hinnatakse seda kriitiliselt.

**Tehnoloogia ja innovatsioon.** Tutvustatakse uusi teadussaavutusi ja uut tehnoloogiat, et väärtustada loodusteaduste rolli inimeste elukvaliteedi parandamisel ja keskkonnanahoiul. Rakendatakse uuenduslikke õppemeetodeid ja -vahendeid, mis toetavad õpilaste algatusvõimet, loovust ja kriitilise mõtlemise võimet, mis võimaldavad hinnata uute teadussaavutustega kaasnevaid eeliseid ja riske.

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

**Väärtused ja kõlblus.** Loodusteaduslike teadmiste ja oskuste alusel kujunevad elu ning elukeskkonna säilitamiseks vajalikud väärtushinnangud.