

## Ainevaldkond „LOODUSAINED“

### 1. Üldalused

#### 1.1. Ainevaldkonna kirjeldus

Loodusvaldkonna õppe põhialused on loodusteadusliku pädevuse arendamine ning loodusteadusliku maailmapildi kujundamine.

Loodusteadusliku pädevuse all mõistetakse loodusteaduslikke teadmisi, uurimis- ja probleemi lahendamise, seoste nägemise ja analüüsisioskusi ning jätkusuutlikku arengut väärtustavaid hoiakuid. See aitab märgata igapäevaelu probleeme ning langetada arukaid ja põhjendatud otsuseid, kasutades loodusteaduslikke teadmisi ja oskusi.

Loodusteadusliku pädevuse tuumaks on loodusteaduslik maailmapilt, teaduslik mõtlemisviis ning seda väärtustav suhtumine, mida iseloomustab uudishimu ümbritsevate nähtuste vastu, avatud kuid kriitiline mõtlemine ning järjekindel pürgimine tõendus põhiste ja erapooletute teadmiste poole.

Õpet kavandades lähtutakse kooli õppekava alusväärtustest ja fookusteemadest (teaduspõhine maailmapilt, tulevikuoskused, maailmaharidus), üldpädevustest, loodusteaduslikust pädevusest ning loodusainete õpitulemustest. Selle kõrval toetatakse lõimingut nii valdkonna siseselt kui teiste õppeainete ja läbivate teemadega.

#### 1.2. Valdkonnapädevus

Loodusainete valdkonna õpetamise eesmärk on kujundada õpilaste loodusteaduslikku pädevust, et kujuneks vastutustundlik ja ennastjuhtiv õpilane, kes

- huvitub keskkonnast ja selle uurimisest, mõistab loodusteaduste omavahelisi seoseid;
- kasutab loodusainetes omandatud teadmisi ja oskusi keskkonna objektide, nähtuste ja nendevaheliste põhjuse-tagajärje seoste selgitamiseks ning analüüsimiseks mikro-, makro- ja megatasandil, kasutades loodus- ja täppisteadustele omast keelt ning mudeleid;

- sõnastab uurimisküsimusi ja hüpoteese, kavandab ja korraldab loodusteadusuuringuid, analüüsib ja tõlgendab tulemusi ning teeb kehtivaid järeldusi ja ennustusi;
- lahendab probleeme ja langetab igapäevaeluga seotud põhjendatud otsuseid, rakendades süsteemseid loodusteaduslikke teadmisi ning kasutades loovat ja kriitilist mõtlemist;
- leiab erinevatest allikatest infot loodusteaduste ja tehnoloogia kohta, hindab seda kriitiliselt;
- kasutab õppimiseks, andmekogumiseks ning koostööks erinevaid meedia- ja tehnoloogiavahendeid;
- väärtustab elurikkust ja jätkusuutlikku arengut, käitub turvaliselt, järgib tervislikke eluviise ning on ühiskondlikult aktiivse hoiakuga;
- arendab oma digioskusi ning korrektset eesti teaduskeelt loodusvaldkonna kontekstis.

Loodusainete õppimise käigus kujuneb õpilase teadlikkus loodusteaduste ning tehnoloogiaga seotud erialadest ja ametitest, mida tutvustatakse nii igapäevases õppes kui ka kutsutakse külalislektoreid, käiakse asutustes ning osaletakse kooli AHHA-nädalatel, mille sisuks on õppekäigud, praktikumid, õpiprojektid.

### 1.3. Ainevaldkonna õppeainete kohustuslikud kursused ja valikkursused

Ainevaldkonna õppeained on bioloogia, füüsika, keemia ja geograafia.

#### *Kohustuslikud kursused õppeainete kaupa*

	<b>Keemia</b>	<b>Füüsika</b>
1	Keemia alused	Füüsika meetod. Kinemaatika
2	Anorgaanilised ained	Dünaamika
3	Orgaanilised ained	Elektromagnetism
4		Energia
5		Mikro- ja megamaailma füüsika
	<b>Bioloogia</b>	<b>Geograafia</b>
1	Rakud ja organismid	Maa kui süsteem
2	Molekulaarsed protsessid	Loodusvarade majandamine ja keskkond
3	Pärilikkus ja evolutsioon	Rahvastik ja majandus
4	Inimene ja keskkond	

#### *Valdkonnasisesed valikkursused*

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keemia + (süvakursus kõrgkooli sisseastumiseks, olümpiaadideks)</li> </ul> |
|---|

valmistumiseks)
• FANLAB – praktiline keemia laboris
• Füüsika + (süvakursus kõrgkooli sisseastumiseks, olümpiaadideks valmistumiseks)
• Bioloogia süvakursus (süvakursus kõrgkooli sisseastumiseks, olümpiaadideks valmistumiseks)
• Bioloogia praktikum

#### **1.4. Võimalusi valdkonnasiseseks ja -üleseks lõiminguks, üldpädevuste arengu toetamiseks ja õppekava läbivate teemade käsitlemiseks**

Loodusainete omavahelise lõimingu kujuneb õpilastel arusaam loodus-, sotsiaal- ja tehiskeskkonnast kui terviksüsteemist ning iga loodusaine osast selles tervikus. Loodusaineid lõimitakse loodusteadusliku pädevuse kujundamise, kattuva õppesisu ehk temaatilise lõimumise ning kooli õppekava ja loodusainete õpetajate koostöö kaudu.

Nii loodusteaduslike pädevuste kui üldpädevuste saavutamist toetab loodusaine valdkonna õppeainete eesmärgipärane lõimimine teiste valdkondade õppeainetega ning läbivate teemade õpilase jaoks tähenduslik käsitlemine.

Ainevaldkonnaülest lõimingu toetavad valikkursused, projektõpe, õppekäigud ja kooli AHHA-nädala õppetegevused.

Näiteid lõimingu

- Loodusained omavahel ja matemaatika temaatiline lõimimine: mõõtmine ja mõõtühikud, suurusjärgud, statistika (nt laboritöös)
- Eesti keele õppega: mõisted, sõnavara, keele struktuur jms
- Liikumisõpetusega: orienteerumine looduses, loodusteaduslik mõõtmine
- Sotsiaalainetega: rahvastikuprobleemid, keskkonnakaitse ja säästev eluviis.

Täpsemalt kirjeldatakse lõiming ainekavas ja/või konkreetse kursuse kursusepassis, mille sisu on õpilastele kättesaadav Stuudiumis kursuse päevikus.

Ainevaldkonnaülest valikkursuste kursusepassid kinnitatakse eraldi direktori käskkirjaga.

#### **1.5. Õppe kavandamine ja korraldamine**

Õpet kavandades lähtutakse riikliku õppekava ja kooli õppekava alusväärtustest ja fookusteemadest, üldpädevustest, loodusteaduslikust pädevusest ning loodusainete õpitulemustest. Loodusainete õppes saavad õpilased ise mõelda ja tegutseda ning panna oma võimeid proovile. Õppimist toetavad mitmekesised õppemeetodid: arutelud, interaktiivsed loengud, uurimuslikud, sh praktilised tööd, esitlused, loodusteaduslike mudelite uurimine ja koostamine, vastastikune õpetamine, kvalitatiivsete ning kvantitatiivsete probleemülesannete lahendamine, väitlused, projektöpe, rollimängud jne.

Õpetaja koostab iga kursuse kohta kursusepassi, milles kirjeldab kursuse täpsema sisu, õppevormid, praktilised tööd. Kursusepassi sisu on õpilastele kättesaadav Stuudiumis kursuse päevikus.

## **1.6. Hindamine**

Õpitulemuste tagasisidestamisel ja hindamisel lähtutakse kooli üldisest hindamisjuhendist ning riikliku õppekava hindamise aluspõhimõtetest.

Hindamine loodusvaldkonna õppeainetes on mitmekesine ning kursusest, teemadest ja õpetaja autonoomiast lähtuv. Hinnatakse nõ traditsiooniliste kontrolltööde, suulise vastamise, individuaalsete ja rühmatööde, projekti- ja uurimistööde sooritamise kaudu, aga ka tunni-, iseseisva- ja rühmatööde koondhindana. Täpsem hindamine kirjeldatakse konkreetse kursuse passis ja Stuudiumis kursuse päevikus.

## **1.7. Õppekeskkond**

Õppekeskkond on innustav, koostööle suunatud ning turvaline, kus märgatakse ja tunnustatakse õpilase pingutusi ning edasiminekut. Õpitakse võimalikult mitmekesistes keskkondades, sh looduskeskkonnas, muuseumides, teadushuvihariduskeskustes ja partnerite poolt pakutavates keskkondades, näiteks laborites. Kasutatakse kõrgkoolide pakutavaid võimalusi ja kursusi jms. Õppes rakendatakse nüüdisaegseid õppematerjale ja digivahendeid ning e-õppekeskkondi, mis toetavad ühtlasi õpilaste digipädevuse arengut.

Koolil on ajakohased loodusainete klassid ja praktiliste tööde tegemiseks tingimused. Koostöös partneritega kasutatakse õppekeskkonnana ka kooliväliseid võimalusi.

## 2. Ainekavad

### GEOGRAAFIA

#### Õppeaine kirjeldus, sh lõimingu võimalused

Geograafia on integreeritud õppeaine, mis kuulub nii loodus- (loodusgeograafia) kui ka sotsiaalteaduste (inimgeograafia) hulka. Geograafiat õppides kujuneb arusaam Maast kui tervikust, keskkonna ja inimtegevuse vastastikusest mõjust. Olulisel kohal on igapäevaelu probleemide lahendamise ja põhjendatud otsuste tegemise oskused, mis aitavad toime tulla kiiresti muutuvas ühiskonnas. Geograafias ning teistes loodus- ja sotsiaalainetes omandatud teadmised, oskused ja hoiakud on aluseks sisemiselt motiveeritud elukestvatele õppele. Õppes lähtutakse õpilaste individuaalsetest iseärasustest ja võimete mitmekülgsest arendamisest. Kasutatakse mitmekesiseid õppemeetodeid: projektõpet, arutelusid, ajurünnakuid, rollimänge, õuesõpet, õppekäike, muuseumides käimist jne. Kõigis õppeetappides rakendatakse nüüdisaegseid meedia- ja infotehnoloogiavahendeid.

Geograafiakurusused on

- rahvastik ja majandus,
- maa kui süsteem,
- loodusvarade majandamine ja keskkonnaprobleemid.

Kursuste läbimise järjekorra valib aineõpetaja ise.

Lõiminguvõimalused matemaatikaga (nt andmete töötlemine, absoluutne kasv ja kasvutempo, majandusandmete analüüs), ühiskonnaõpetusega (nt sotsiaal- ja rahvuspoliitika, tööhõive ja tööjõu õiglane kasutamine, majanduse toimimine, üleilmsed probleemid), ajalooaga (nt ränne ja majanduse areng erinevatel ajalooperioodidel, tööstusrevolutsioon), füüsikaga (nt energia muundumine veeringes, hoovuste liikumine, õhuniiskus, ilmastikunähtused, energia, aatomi- ja tuumafüüsika), keemiaga (nt kivimite keemiline koostis, lahustumine, oksüdeerumine, hüdrolüüs, maailmamere soolasus, atmosfääri keemiline koostis, osoonikiht, happesademed, süsinikuühendid, väetised, muldade pH, puidukeemia), bioloogiaga (nt evolutsioonid, fossiilid, kliima ja keskkonna mõjud organismile, ökosüsteemid, keskkonnakaitse).

## **Gümnaasiumi lõpuks taotletavad teadmised, oskused, hoiakud**

Geograafia kursuste läbimisega taotletakse, et õpilane

- tunneb huvi geograafia ning teiste loodus- ja sotsiaalteaduste vastu ning mõistab nende tähtsust igapäevaelus ja ühiskonna arengus;
- rakendab loodusainetes omandatud teadmisi ja oskusi keskkonna objektide, nähtuste ja nendevaheliste põhjuse-tagajärje seoste selgitamiseks ning analüüsimiseks, kasutades loodusteadustele omast keelt ning loodusteaduslikke mudeleid;
- märkab, sõnastab ja lahendab igapäevaelu probleeme, langetab põhjendatud otsuseid, kasutab loovat ja kriitilist mõtlemist;
- sõnastab loodusteadustega seotud uurimisküsimusi, kavandab ja korraldab uuringut, järgides ohutusnõudeid, ning teeb tõenduspõhiseid järeldusi;
- leiab geograafiainfo nii eesti- kui ka võõrkeelsetest allikatest ja hindab selle usaldusväärsust; kasutab õppimiseks ning koostööks media- ja tehnoloogiavahendeid;
- mõistab teaduse olemust, olulisust ja piiranguid, loodusteaduste ja tehnoloogia seoseid ning riske;
- väärtustab elurikkust ja kultuurilist mitmekesisust ning jätkusuutlikku arengut;
- on omandanud ülevaate geograafiaga seotud elukutsetest ja karjäärivõimalustest ning on motiveeritud elukestvaks õppeks.

## **Kursus "Rahvastik ja majandus"**

### **Teema „Geograafia areng ja uurimismeetodid“**

#### **Õppesisu**

- Geograafiateaduse areng ja peamised uurimisvaldkonnad
- Nüüdisaegsed uurimismeetodid geograafias
- Asukoha määramise meetodid ja nende rakendused
- Andmebaasid, geoinfosüsteemid ja kohateabe analüüs
- Põhirõhk õpipädevusel, enesemääratluspädevusel, suhtluspädevusel

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- teab üldjoontes geograafiateaduse arengut, seoseid teiste teadusharudega ning nüüdisaegseid uurimismeetodeid geograafias;
- kavandab ja korraldab geograafiauuringuid, teeb vaatlusi ja mõõdistamisi ning korraldab küsitlusi andmete kogumiseks;
- kasutab eesti- ja võõrkeelseid teabeallikaid, sh kohateabe teenuseid ja geoportaale, et leida infot, analüüsida seoseid ning teha üldistusi ja järeldusi;

- koostab teabeallikatest leitud info põhjal ülevaate mõnest objektist, nähtusest või piirkonnast;
- tõlgendab eri projektsioonide ja kujutusviisidega kaarte ning määrab kaardi põhjal koha ristkoordinaadid;
- koostab kaardi või mõne muu ruumiinfot edastava mudeli.

### Teema „Maailma rahvastik ja asustus“

#### **Õppesisu**

- Maailma rahvaarv ja selle muutumine
- Sündimust ja suremust mõjutavad tegurid
- Demograafiline üleminek
- Rahvastiku struktuur ja selle mõju riigi arengule
- Rände põhjused ning liigitamine, peamised rändevood maailmas, rändega seotud probleemid
- Rahvastikupoliitika
- Rahvastiku paiknemine ja tihedus maailmas
- Linnastumine arenenud ja arengumaades
- Linnade sisestruktuur ning selle muutumine
- Linnastumisega kaasnevad probleemid arenenud ja arengumaades
- Linnakeskkond ning selle planeerimine

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- teab rahvastiku-uuringute olulisust, uurimistulemuste kasutamise võimalusi ühiskonnas ja piiranguid;
- analüüsib andmeportaalide andmete põhjal rahvastikuprotsesse ning nende seost ühiskonna arenguga eri riikide näiteil;
- seostab riigi rahvastikusituatsiooni demograafilise ülemineku etapiga;
- teab rahvusvaheliste rännete peamisi suundi ning analüüsib mõne piirkonna rännet, seostades selle tõmbe- ja tõuketeguritega ning tagajärgedega lähte- ja sihtriigile;
- teab rahvastikupoliitika meetmeid ja nende mõju ühiskonnale;
- analüüsib teabeallikate põhjal rahvastiku paiknemist ja tihedust maailmas, mõnes regioonis või riigis;
- analüüsib linnastumise kulgu maailmas ja eri arengutasemega riikides ning kaasnevaid sotsiaal- ja keskkonnaprobleeme;
- iseloomustab teabeallikate põhjal mõne linna sisestruktuuri.

### Teema „Ühiskonna areng ja muutused maailmamajanduses“

#### **Õppesisu**

- Majanduse ja ühiskonna areng ning ruumiline korraldus agraar-, tööstus- ja

infoühiskonnas

- Infoühiskonna majanduse toimimine globaalse tööjaotuse tingimustes mõnede tööstusharude näidetel
- Rahvusvahelised ettevõtted, nende roll maailmamajanduses
- Üleilmastumine ehk globaliseerumine, selle eri aspektid ja mõju riikide majandusele
- Turismimajanduse areng, selle seos teiste majandusharudega ning mõju keskkonnale ja kultuuriruumile
- Transpordi areng, selle seos teiste majandusharudega ja mõju keskkonnale
- Riikide arengutaseme mõõtmine ja nende liigitamine arengutaseme järgi

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- seostab tehnoloogia, majanduse ja ühiskonna arengu ning ruumilise korralduse agraar-, industriaal- ja infoajastul;
- selgitab üleilmset tööjaotust ja väärtusahela etappide paigutust mõne tööstusharu näitel ning analüüsib sellega kaasnevat probleeme;
- arutleb rahvusvaheliste ettevõtete rolli üle maailmamajanduses ning toob näiteid nende mõju kohta eri arengutasemega riikidele;
- analüüsib mõne riigi näitel üleilmastumise eri aspekte ning nende mõju eri eluvaldkondadele;
- analüüsib transpordiliikide arengut ning nende mõju majandusele, ühiskonnale ja keskkonnale;
- analüüsib teabeallikate põhjal mõne riigi transpordisüsteemi, selle seost teiste majandusharudega ja mõju keskkonnale;
- analüüsib teabeallikate põhjal maailma ja mõne riigi turismimajandust, selle seoseid teiste majandusharudega ning mõju keskkonnale ja kultuuriruumile;
- võrdleb andmeportaalide näitajate põhjal riikide arengutaset ning arutleb näitajate piirangute üle.

## **Kursus "Maa kui süsteem"**

### **Teema „Litosfäär“**

#### **Õppesisu**

- Maa teke ja areng
- Geoloogiline ajaarvamine
- Maa siseehitus
- Laamtektoonika, laamade liikumisega seotud protsessid
- Vulkanism
- Maavärinad
- Kivimite liigitus tekke alusel ja kivimiringe. Kivimite murenemine ja selle tähtsus looduses



### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- on omandanud ettekujutuse geoloogide tööst ja mõistab geoloogiliste uuringute vajalikkust;
- selgitab laamade liikumist ja sellega kaasnevaid geoloogilisi protsesse;
- seostab vulkaani kuju ja purske iseloomu magma omadustega;
- selgitab maavärina teket ja seismiliste lainete levikut, teab maavärina võimsuse määramist;
- teab maavärinate ja vulkanismiga kaasnevaid nähtusi ning nende mõju keskkonnale ja inimtegevusele;
- eristab kivimeid, selgitab nende teket ning seostab kivimiringega;
- selgitab kivimite murenemist eri tegurite mõjul erinevates keskkonnatingimustes, teab murenemise tähtsust looduses.

### **Teema „Atmosfäär“**

#### **Õppesisu**

- Atmosfääri tähtsus, koostis ja ehitus
- Päikesekiirguse jaotumine Maal, kiirgusbilanss
- Kasvuhooneefekt ja selle tähtsus
- Kliimat kujundavad tegurid
- Üldine õhuringlus
- Temperatuuri ja sademete territoriaalsed erinevused
- Õhumassid, tsüklonid ning antitsüklonid
- Kliimamuutused, selle tagajärjed ning kliimamuutustega kohanemise võimalused

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- iseloomustab ilmakaardi põhjal ilma, seostades ilmanäitajad rõhualade ja frontidega;
- selgitab Maa kiirgusbilanssi ning seostab selle atmosfääri koostise ja ehitusega;
- analüüsib teabeallikate põhjal mõne piirkonna kliimat ning seostab selle kliimat kujundavate tegurite mõjuga;
- teab kliimamuutusi põhjustavaid tegureid;
- arutleb kliimamuutuste võimalike tagajärgede ning kliimamuutustega kohanemise võimaluste üle.

### **Teema „Hüdrofäär“**

#### **Õppesisu**

- Vee jaotumine Maal ja veeringe
- Maailmamere tähtsus ning roll kliima kujunemises

- Hoovused ja looded maailmameres
- Rannaprotsessid ning erinevate rannikute kujunemine
- Liustikud, nende teke, levik ja tähtsus
- Kliimamuutuste ja inimtegevuse mõju maailma veestikule

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- analüüsib veeringe lülisid maailma eri piirkondades, seostab neid kliimaga ja vee kasutamise võimalustega;
- analüüsib teabeallikate põhjal vee omadusi maailmamere eri osades, seostab neid kliimaga ning teiste teguritega;
- selgitab hoovuste ja loodete teket ning liikumise seaduspära;
- analüüsib maailmameres toimunud muutusi, seostades neid kliimamuutuste ja inimtegevusega;
- selgitab rannikuprotsesse ning analüüsib inimtegevuse mõju rannikule mõne piirkonna näitel;
- selgitab liustike teket, jaotumist ja tähtsust.

### **Kursus “Loodusvarade majandamine ja keskkonnaprobleemid”**

#### **Teema „Sissejuhatus“**

##### **Õppesisu**

- Kestlik areng
- Jätkusuutlik majandamine, selle olulisus
- Loodusvarade jätkusuutlik kasutamine
- Jätkusuutlikku majandamist toetav tehnoloogiline areng
- Lineaarne majandus ja ringmajandus

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- teab kestliku arengu olemust ja selle olulisust;
- arutleb majanduse jätkusuutlikkuse teemadel;
- arutleb kestliku majandamist toetavate tehnoloogiliste võimaluste üle;
- selgitab tootmisahelate ja ringmajanduse olemust ning seoseid eri majandusharude ja eluvaldkondadega.

#### **Teema „Põllumajandus ja keskkonnaprobleemid“**

##### **Õppesisu**

- Maailma toiduprobleemid ja nende lahendamise võimalused Põllumajanduse roll toidu-tootmisahelas ning seosed teiste majandusharudega
- Põllumajandust mõjutavad looduslikud ja majanduslikud tegurid
- Eri tüüpi põllumajandusettevõtted maailmas, nende seos kohalike oludega (loodusolud, majanduslik arengutase jms)
- Põllumajanduse mõju keskkonnale, sh veevarudel

- Nüüdisaegne jätkusuutlik põllumajandus
- Maailma kalandus ja vesiviljelus ning selle mõju veekeskkonnale

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- arutleb maailma toiduprobleemide ning nüüdisaegse põllumajanduse, sh tehnoloogia võimaluste üle nende lahendamisel;
- selgitab põllumajanduse osa toidu tootmisahelas, seost teiste majandusharude ja eluvaldkondadega;
- arutleb muldade hävimise ja selle peatamise võimaluste üle;
- iseloomustab eri tüüpi põllumajandusettevõtteid maailmas, seostab neid kohalike oludega ja analüüsib nende mõju keskkonnale;
- analüüsib teabeallikate põhjal mõne riigi põllumajandust mõjutavaid tegureid, põllumajanduslikku tootmist ja selle mõju keskkonnale;
- selgitab põhjavee kasutamisega kaasnevaid keskkonnaprobleeme eri piirkondade näidetel;
- iseloomustab vesiviljelust ja selle mõju veekeskkonnale mõne piirkonna näitel.

### **Teema „Metsamajandus ja -tööstus ning keskkonnaprobleemid“**

#### **Õppesisu**

- Metsavarude hindamise võimalused
- Eri tüüpi metsade levik, nende majandamine ja kaitse
- Metsade hävimine ja selle põhjused
- Erinevate loodus- ja majandusoludega riikide metsamajandus- ja metsatööstus
- Metsamajanduse- ja -tööstusega seotud keskkonnaprobleemid
- Metsa ökosüsteemi teenused, roll aineriingetes. Kestlik metsamajandus

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- teab kestliku metsamajanduse olemust ja selle olulisust ning selgitab metsamajanduse ja -tööstusega seotud keskkonnaprobleeme;
- teab metsavarude hindamise võimalusi;
- teab metsatüüpe ja maailma metsarikkamaid piirkondi ning seostab neid metsa kasutamise võimalustega;
- võrdleb teabeallikate põhjal metsamajandust ja -tööstust eri riikides;
- arutleb ökosüsteemi teenuste üle metsa näitel ja selgitab puidu rolli süsinikuringes.

### **Teema „Energiamajandus ja keskkonnaprobleemid“**

#### **Õppesisu**

- Maailma energiaprobleemid

- Muutused energiamajanduses seoses kliimapoliitikaga, energiamajanduse jätkusuutlikkus
- Uued tehnoloogiad energiamajanduses
- Energiaressursside paiknemine maailmas ja eri riikide kasutusvõimalused
- Energiamajandusega kaasnevad majandus-, sotsiaal- ja keskkonnaprobleemid eri riikides.

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- arutleb maailma energiamajanduse muutuste üle ning seostab energiamajanduse arengu kliimapoliitikaga;
- iseloomustab teabeallikate põhjal energiaallikate paiknemist maailmas ja seostab neid kasutamise võimalustega;
- analüüsib teabeallikate põhjal riikide energiamajandust ning sellega seotud majandus-, sotsiaal- ja keskkonnaprobleeme;
- arutleb energiamajanduse jätkusuutlikkuse teemadel.

## **BIOLOOGIA**

### **Õppeaine kirjeldus, sh lõimingu võimalused**

Gümnaasiumi bioloogia tugineb põhikooli bioloogia õppimise ajal omandatud teadmistele, oskustele ja hoiakutele ning seostub gümnaasiumi loodus- ja reaalainetes, aga ka teistes õppeainetes õpitavaga.

Bioloogiaõpe toetab gümnaasiumi riiklikus õppekavas toodud õpilaste üldpädevuste arengut ja läbivate teemade käsitlemist. Bioloogiaõppe kontekstis on gümnaasiumis sagedamini rõhk positiivse ja säästva hoiaku kujundamisel kõige elava ja ümbritseva suhtes, digioskustel, õpimotivatsiooni loomisel ja säilitamisel, info kriitilisel (teaduspõhisel) hindamisel, uurimis-, seostamis- ja analüüsioskustel ning teiste kõrgemate mõtlemistasandite arendamisel.

Bioloogiat õppides saab õpilane tervikülevaate elu mitmekesisuse, organismide ehituse ja talitluse (eeskätt molekulaarsel tasandil), pärilikkuse, evolutsiooni, ökoloogia ning keskkonnakaitse ja rakendusbioloogia alustest. Need on toeks igapäeva elu probleemide arukal ja põhjendatud lahendamisel. Õpilane saab ülevaate ka bioloogiateaduse peamistest seaduspärasustest, teooriatest ja tulevikusuundumustest ning nendega seotud rakendustest ja erialadest.

Bioloogiaõpe on metoodiliselt mitmekesine, seotud ümbritsevate nähtustega ning suunatud õpilase mõtlemisvõime arendamisele ning bioloogia baastadmiste omandamisele ja kasutamisele.

Bioloogia ainekursused on

- rakud ja organismid,
- molekulaarsed protsessid,
- pärilikkus ja evolutsioon,
- inimene ja keskkond.

Lõiminguvõimalused on

- kõige ilmsemad keemiaga, kuna õppeained on sisult lähedased ja väga seotud: nt pH, vesiniksise, organismide keemiline koostis, sahhariidid, lipiidid, valgud, DNA, RNA, bioaktiivsed ained, keemilised reaktsioonid ja metabolism, embrüogeneesi mõjutavad ühendid, orgaanilised ühendid ja nende funktsionaalsed rühmad/aineklassid, keskkonnas leiduvate ühendite mõju organismidele ja kliimale;
- liikumisõpetusega: nt õige toitumise mõju sportimise sooritusele ja taastumisele, füüsilise aktiivsuse mõju organismi arengule ja tervisele;
- füüsikaga: nt energia liigid ja energia jäävuse seadus, UV-kiirgus, gravitatsiooni mõju embrüonaalsele arengule;
- matemaatikaga: nt statistika seaduspärasused geneetikas ja andmeanalüüs ökoloogias või organismi protsesside mõõtmistulemustega;
- ajaloo ja ühiskonnaõpetusega: nt teaduse ajalugu, kuulsamad loodusteadlased ja nende ajalooline kontekst; keskkonnaprobleemide tekke ajalugu ja seosed ühiskonna arenguga/muutumisega;
- kooli Ahhaa-nädalatel: nt bioloogia temade käsitletud lõimitult keemia ja matemaatikaga (nt nakkushaiguste levik, antibiootikumide keemiline struktuur);
- IKT-pädevuste arendamisega: nt veebidisain, autoriõigustega arvestamine, kriitiline suhtumine AI loodud materjalidesse, postri loomine elektroonselt, elektroonse enesekontrollitesti koostamine.

### **Gümnaasiumi lõpuks taotletavad teadmised, oskused, hoiakud**

Õpilane

- väärtustab bioloogiateadmisi ja -oskusi ning hoiakuid nüüdisaja loodusteaduste, tehnoloogia ja inseneeria tähtsate komponentidena ning

saab aru loovuse ja innovatsiooni osast teaduse ja tehnoloogia arengus, nende omavahelistest seostest, piirangutest ja riskidest ning tähtsusest igapäevaelus;

- on omandanud süsteemse ülevaate eluslooduse peamistest objektidest ja protsessidest ning organismide omavahelistest suhetest ja seostest eluta keskkonnaga, kasutab korrektset bioloogiasõnavara;
- suhtub vastutustundlikult elukeskkonnasse, väärtustab bioloogilist mitmekesisust, jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning säästva arengu põhimõtteid;
- rakendab loodusteaduslikku meetodit bioloogiaprobleeme lahendades: oskab sõnastada uurimisküsimusi ja hüpoteese, plaanida vaatlusi ja katseid, ohutusnõudeid silmas pidades korraldada bioloogiauringuid, analüüsida ja teha korrektseid järeldusi ning esitada saadud tulemusi suuliselt ja kirjalikult;
- oskab langetada loodus- ja sotsiaalkeskkonnaga seotud kompetentseid otsuseid ning prognoosida nende tagajärgi, tuginedes teaduslikele, sotsiaalsetele, majanduslikele, eetilisele-moraalsetele ja õiguslastele seisukohtadele;
- kasutab bioloogiainfo erinevaid allikaid, analüüsib ja hindab kriitiliselt neis sisalduva teabe tõenduspõhisust, eristab seda pseudoteaduslikest seisukohtadest ja kasutab teadusinfot loodusprotsesse selgitades ning probleeme lahendades;
- on omandanud süsteemse ülevaate nüüdisaja bioloogia arengusuundadest ja sellega seotud elukutsetest ning kasutab bioloogiateadmisi ja -oskusi karjäärivalikul; on motiveeritud elukestvaks õppeks;
- on omandanud piisavad bioloogiateadmised ja -oskused edasiõppimiseks kõrgkoolis;
- omab arusaamist loodusainete aga ka igapäevaelu nähtuste ning looduse, tehnoloogia ja ühiskonna protsesside lõimitusest;
- on arendanud oma mõtlemis-, analüüsi- ja sünteesivõimet bioloogia kontekstis;
- on arendanud oma digipädevust ja karjääriteadlikkust;
- kasutab korrektset eesti keelt, sh teaduskeelt enese väljendamisel ja loetu mõistmisel.

## **Kursus "Rakud ja organismid"**

### **Teema „Bioloogia uurimisvaldkonnad“**

#### **Õppesisu**

- Elu tunnused, elus- ja eluta looduse võrdlus

- Eluslooduse organiseerituse tasemed ning nendega seotud bioloogia haruteadused ja vastavad elukutsed
- Eluslooduse molekulaarset, rakulist, organismilist, populatsioonilist ja ökosüsteemilist organiseerituse taset iseloomustavad elu tunnused
- Loodusteadusliku uuringu kavandamine ja läbiviimine ning tulemuste analüüsimine ja esitamine
- Loodusteadusliku meetodi rakendamine, lahendades bioloogiaalaseid ja igapäevaeluga seotud probleemülesandeid

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- seostab eluslooduse organiseerituse tasemeid elu tunnustega ning kirjeldab neid uurivaid bioloogia haruteadusi ja elukutseid;
- kavandab ja teeb eksperimente lähtuvalt loodusteaduslikust meetodist;
- analüüsib loodusteadusliku meetodi rakendamisega seotud tekste ning annab neile põhjendatud hinnanguid.

### **Teema „Organismide koostis“**

#### **Õppesisu**

- Elus- ja eluta looduse keemilise koostise võrdlus
- Vee omaduste seos organismide elutalitlusega, peamiste katioonide ja anioonide esinemine ning tähtsus rakkudes ja organismides
- Biomolekulide üldine ehitus ja ülesanded, organismides esinevate põhiliste biomolekulide – süsivesikute, lipiidide, valkude ja nukleiinhapete – ehituse ning talitluse seosed, DNA ja RNA ehituse ja ülesannete võrdlus
- Vee, mineraalainete ja biomolekulide osa tervislikus toitumises

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane:**

- seostab vee omadusi organismide talitlusega;
- selgitab peamiste katioonide ja anioonide tähtsust organismide ehituses ning talitluses;
- seostab süsivesikute, lipiidide ja valkude ehitust nende ülesannetega;
- võrdleb DNA ja RNA ehitust ning ülesandeid.

### **Teema „Eukarüootsed rakud“**

#### **Õppesisu**

- Rakuteooria põhiseisukohad, selle olulisus eluslooduse ühtsuse mõistmisel
- Rakkude ehituse ja talitluse omavaheline vastavus peamiste inimese kudede näitel
- Päristuumse raku ehituse seos bioloogiliste protsessidega loomaraku põhjal
- Rakutuuma ja selles sisalduvate kromosoomide tähtsus

- Rakumembraani peamised ülesanded, ainete passiivne ja aktiivne transport
- Ribosoomide, lüsoosoomide, Golgi kompleksi ja mitokondrite osa bioloogilistes protsessides
- Tsütoplasma- ja tsütoskeleti talitus
- Raku ehituse ja talitluse terviklikkus, organellide omavaheline koostöö
- Taime-, looma- ja seeneraku ehituse ja talitluse eripära

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- seostab inimese epiteel-, lihas-, side- ja närvikoe rakkude ehitust nende talitlusega ning eristab vastavaid kudesid mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel;
- võrdleb ainete aktiivset ja passiivset transporti läbi rakumembraani;
- eristab loomaraku peamisi koostisosi mikrofotodel ja joonistel ning selgitab loomaraku osade ülesandeid raku bioloogilistes protsessides;
- võrdleb looma-, taime- ja seeneraku ehitust ning eristab neid nähtuna mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel.

### **Teema „Organismide areng“**

#### **Õppesisu**

- Suguline ja mittesuguline paljunemine eri organismirühmadel, nende erinevus. Raku muutused rakutsükli eri faasides
- Kromosoomistiku muutused mitoosis ja meioosis ning nende tähtsus
- Mehe ja naise sugurakkude areng ja arengut mõjutavad tegurid. Menstruaaltsükkel ja ovulatsioon, munaraku viljastumine naise organismis. Erinevate rasestumisvastaste vahendite toime ja tulemuslikkus. Sugulisel teel levivad nakkused ning haiguste vältimine
- Otsese ja moonelise arengu võrdlus ja näited
- Inimese sünnieelses arengus (embrüogeneesis) toimuvad muutused, sünnitus
- Organismide eluiga mõjutavad tegurid. Inimese vananemisega kaasnevad muutused ja surm

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- toob näiteid mittesugulise paljunemise vormide kohta eri organismirühmadel;
- selgitab fotode ja jooniste põhjal mitoosi- ja meioosifaasides toimuvaid muutusi ning põhjendab nende vajalikkust;
- võrdleb inimese spermatogeneesi ja ovogeneesi ning analüüsib erinevuste põhjusi;
- võrdleb ja toob näiteid otsese ja moonelise arengu kohta eri organismirühmadel;



- selgitab olulisemaid etappe inimese embrüogeneesis;
- analüüsib inimese vananemisega kaasnevaid muutusi raku ja organismi tasandil ning hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju elueale.

## **Kursus “Molekulaarsed protsessid”**

### **Teema „Organismide energiavajadus“**

#### **Õppesisu**

- Organismide energiavajadus, energia saamise viisid autotroofsetel ja heterotroofsetel organismidel, organismi üldine aine- ja energiavahetus, ATP universaalsus energia salvestamises ja ülekandes
- Fotosünteesi eesmärk ja tulemus. Fotosünteesi valgus- ja pimedusstaadium ning neid mõjutavad tegurid. Fotosünteesi tähtsus taimedele, teistele organismidele ning biosfäärile
- Rakuhingamine kui organismi varustamine energiaga. Rakuhingamise etapid, nendeks vajalikud tingimused ja reaktsioonide tulemused Käärimine kui anaeroobne energia saamise protsess, selle rakenduslik tähtsus biotehnoloogias

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- analüüsib energiavajadust ja energia saamist autotroofidel ja heterotroofidel ning toob sellekohaseid näiteid;
- selgitab ja väärtustab fotosünteesi eesmärke, tulemust ja tähtsust taimedele, protsessi olulisust teistele organismidele ning kogu biosfäärile;
- selgitab rakuhingamise etappe ja keskkonnategurite osa hingamisetappide toimumises ning energia salvestamises;
- toob käärimise rakendusbioloogilisi näiteid.

### **Teema „Molekulaargeneetilised protsessid“**

#### **Õppesisu**

- Organismi tunnuste kujunemist mõjutavad tegurid
- Molekulaargeneetiliste põhiprotsesside (replikatsiooni, transkriptsiooni ja translatsiooni) osa päriliku info realiseerumisel
- DNA ja RNA sünteesi võrdlus
- Geenide avaldumine ja selle regulatsioon, geeniregulatsiooni häiretest tulenevad muutused
- Geneetilise koodi omadused. Geneetilise koodi lahtimõtestamine valgusünteesis. Valgusünteesis osalevate molekulide ülesanded ning protsessi üldine kulg

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite osa organismi tunnuste kujunemisel;
- analüüsib DNA, RNA ja valkude osa päriliku info avaldumises, tunneb molekulaargeneetilisi põhiprotsesse;
- selgitab geneetilise koodi omadusi ning nende avaldumist valgusünteesis;
- hindab geeniregulatsiooni osa inimese ontogeneesi eri etappidel ning väärtustab elukeskkonna mõju geeniregulatsioonile;
- toob näiteid inimese haiguste kohta, mis seostuvad geeniregulatsiooni häiretega ja mitmesuguste mutatsioonidega.

### Teema „Viirused ja bakterid“

#### **Õppesisu**

- DNA ja RNA viiruste ehituse ja talitluse mitmekesisus ning tähtsus looduses. Viiruste levik ja paljunemine. Valikuliselt mõne viiruse (nt HIV, koroonaviirus) organismisisene toime. Inimesel levinumad viirushaigused ning haigestumise vältimine
- Eeltuumse raku ehituse ja talitluse erinevus võrreldes päristuumse rakuga
- Bakterite elutegevusega kaasnev mõju loodusele ja inimtegevusele. Bakterite levik ja paljunemine. Bakterhaigused, inimese nakatumine, selle vältimine
- Viiruste ja bakterite geenitehnoloogilised kasutusvõimalused. Geenitehnoloogia rakendamise dilemmaprobleemidega kaasnevad teaduslikud, majanduslikud, eetilised ja seadusandlikud probleemid. Geneetika ja geenitehnoloogiaga seotud teadusharud ning elukutsed

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- iseloomustab viiruste ehitust, levikut ja paljunemist ning nende organismisisest toimet;
- võrdleb bakteriraku ehitust ja talitlust päristuumsete rakkudega;
- seostab inimesel levinumaid viirus- ja bakterhaigusi nende vältimise võimalustega ning väärtustab tervislikke eluviise ja vaktsineerimise tähtsust;
- lahendab geenitehnoloogiliste rakenduste dilemmaprobleeme, arvestades teaduslikke, majanduslikke, eetilisi ja seadusandlikke seisukohti;
- toob näiteid bakterite ja viiruste geenitehnoloogiliste kasutusvõimaluste, sellega seotud teadusharude ning elukutsete kohta.

### **Kursus "Pärilikkus ja evolutsioon"**

#### Teema „Pärilikkus ja muutlikkus“

#### **Õppesisu**

- Pärilikkus ja muutlikkus kui elu tunnused. Päriliku muutlikkuse osa organismi tunnuste kujunemisel. Mutatsioonilise ja kombinatiivse

muutlikkuse roll looduses (ka evolutsioonis) ning inimtegevuses

- Mittepäriliku muutlikkuse tekkemehhanismid ja tähtsus. Päriliku ja mittepäriliku muutlikkuse omavaheline seos inimese näitel
- Mendeli hübriidiseerimiskatsetes ilmnenu seaduspärasused ja nende rakenduslik väärtus. Soo määramine inimesel ning suguliiteline pärandumine
- Geneetikaülesanded Mendeli seadustest, AB0- ja reesussüsteemi vererühmadest ning suguliitelisest pärandumisest
- Pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju inimese tervises seisundile. Geenuuringud pärilike haiguste tuvastamisel.

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- toob näiteid pärilikkuse ja muutlikkuse avaldumise kohta eri organismirühmadel;
- võrdleb mutatsioonilise ja kombinatiivse muutlikkuse tekkepõhjust ning tulemusi;
- analüüsib modifikatsioonilise muutlikkuse graafikuid;
- seostab Mendeli katsetes ilmnenu fenotüübilisi suhteid genotüüpide rekombineerumisega;
- lahendab geneetikaülesandeid Mendeli seadustest (1. – 3.), AB0- ja reesussüsteemi vererühmadest ning suguliitelisest pärandumisest;
- suhtub vastutustundlikult keskkonnategurite rolli inimese puute ja haiguste tekkes.

### **Teema „Bioevolutsioon“**

#### **Õppesisu**

- Darwini evolutsiooniteooria põhiseisukohad. Loodusteaduste uuringutest tulenevad evolutsioonitõendid. Eri seisukohad elu päritolu kohta Maal. Bioevolutsiooni varased etapid ja nüüdisaegsete eluvormide kujunemine
- Oletusvõitlus, selle vormid. Loodusliku valiku vormid ja tulemused. Kohastumuste eri vormide kujunemine. Mutatsioonilise muutlikkuse, kombinatiivse muutlikkuse, geneetilise triivi ja isolatsiooni osa liigitekkedes. Makroevolutsiooniliste protsesside – evolutsioonilise mitmekesisustumise, täiustumise ja väljasuremise – tekkemehhanismid ning avaldumisvormid. Bioevolutsioon ja süstemaatika
- Evolutsiooni uurimisega seotud teadusharud ning elukutsed. Inimlaste lahkumise inimahvidest ning uute tunnuste kujunemine. Inimese perekond, selle eripära võrreldes inimahvidega. Teaduslikud seisukohad nüüdisinimese päritolu kohta. Inimese evolutsiooni mõjutavad tegurid, bioloogiline ja sotsiaalne evolutsioon. Bioevolutsiooni pseudoteaduslikud

käsitlused

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- Omab ülevaadet elu arengust Maal olulisemate sündmuste kaudu erinevatel ajastutel;
- selgitab Darwini evolutsioonikäsitlust;
- toob näiteid loodusteaduste uuringute kohta, mis tõestavad bioevolutsiooni; analüüsib ja hindab erinevaid seisukohti elu päritolu kohta Maal;
- võrdleb loodusliku valiku vorme, nende toimumise tingimusi ja tulemusi ning toob nende kohta näiteid;
- analüüsib ning hindab eri (sh geneetiliste) tegurite osa uute liikide tekkes, toob selle kohta näiteid;
- selgitab evolutsioonilise mitmekesisustumise, täiustumise ja väljasuremise tekkemehhanisme ning avaldumisvorme ja toob nende kohta näiteid;
- võrdleb inimese eripära inimahvidega ning hindab bioloogiliste ja sotsiaalsete tegurite osa nüüdisinimese evolutsioonis;
- suhtub kriitiliselt bioevolutsiooni pseudoteaduslikesse käsitlustesse.

## **Kursus "Inimene ja keskkond"**

### **Teema „Inimesetalituse regulatsioon“**

#### **Õppesisu**

- Inimese närvisüsteemi üldine ehitus ja talitus. Närviimpulsi moodustumist ja levikut mõjutavad tegurid
- Keemilise sünapsi ehitus ning närviimpulsi ülekanne. Refleksikaar ning erutuse ülekanne lihasesse. Närviimpulsside toime lihaskoele ja selle regulatsioon. Peaaju eri osade ülesanded. Kaasasündinud ja omandatud refleksid
- Inimese närvisüsteemiga seotud levinumad puuded ja haigused ning närvisüsteemi kahjustavad tegurid. Elundkondade talitluse neuraalne ja humoraalne regulatsioon. Inimese sisekeskkonna stabiilsuse tagamise mehhanismid
- Ülevaade inimorganismi kaitsemehhanismidest, immuunsuse vormidest, immuunsüsteemist ja levinumatest häiretest
- Seede-, eritus- ja hingamiselundkonna talitus organismi homöostaasi tagamisel. Inimese energiavajadus ning termoregulatsioon

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- seostab inimese närvisüsteemi osi nende talitlusega;
- selgitab ja analüüsib eri tegurite mõju närviimpulsi tekkes ja levikus;
- seostab närvisüsteemiga seotud levinumaid puudeid ja haigusi nende põhjustega ning väliste ilmingutega;

- seostab sisesekretsiooninäärmete ja nende eritatavate hormoonide rolli inimese talitluste regulatsioonis ning selgitab selle seost neuraalse regulatsiooniga;
- selgitab inimorganismi kaitsesüsteeme, immuunsuse vorme ja vaksineerimise tähtsust;
- selgitab organismi homöostaasi tagamise mehhanisme ja selle tähtsust;
- analüüsib inimese energiavajadust ning termoregulatsiooni mehhanisme.

### Teema „Ökoloogia“

#### **Õppesisu**

- Abiootiliste keskkonnategurite mõju organismide elutegevusele. Keskkonnateguri toime graafiline kujutamine ning selle põhjal järelduste tegemine
- Ökosüsteemi struktuur ning selles esinevad vastastikused seosed. Toiduahela peamiste lülide – tootjate, tarbijate ja lagundajate – omavahelised toitumissuhted
- Iseregulatsiooni kujunemine ökosüsteemis ning seda mõjutavad tegurid. Organismide kooseluvormid
- Ökoloogiline püramiid ja selle vormid. Ökopüramiidi reegli ülesannete lahendamine. Biosfääri läbiv energiavoog kui Maal eksisteeriva elu alus

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane:**

- analüüsib abiootiliste ja biootiliste keskkonnategurite mõju graafikuid ning toob näiteid nende rakendusvõimaluste kohta;
- koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte toitumissuhete kohta ökosüsteemis;
- selgitab iseregulatsiooni kujunemist ökosüsteemis ja seda ohustavaid tegureid;
- toob näiteid organismide kooseluvormide kohta ja analüüsib nende toimimist;
- koostab ja analüüsib ökosüsteemi (nt biosfääri jt) läbiva energiavoo skemaatilisi jooniseid ning lahendab ökopüramiidi reegli ülesandeid.

### Teema „Keskkonnakaitse“

#### **Õppesisu**

- Liikide hävimist põhjustavad antropogeensed tegurid ning liikide kaitse võimalused
- Bioloogilise mitmekesisuse e elurikkuse kaitse vajadus ja meetmed. Loodus- ja keskkonnakaitse nüüdisaegsed suunad Eestis ning maailmas
- Kliimanetraalsus, rohepööre, rohetechnoloogia. Kohanemine

kliimamuutustega. Eesti keskkonnapoliitikat kujundavad rahvusvahelised kokkulepped ja riigisisised meetmed

- Säätva arengu strateegia rakendamine isiklikul, kohalikul, riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil. Looduskaitse seadus ja looduskaitse korraldus Eestis. Teaduslike, majanduslike, eetilisi-moraalsete seisukohtade ning õigusaktide arvestamine, lahendades keskkonna dilemmaprobleeme ning langetades otsuseid
- Kodanikuaktiivsusele tuginevad loodus- ja keskkonnakaitse suundumused ning meetmed

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- analüüsib inimtegevuse osa liikide hävimises ning suhtub vastutustundlikult enda tegevusesse looduskeskkonnas;
- selgitab elurikkuse kaitse olulisust ning väärtustab iga inimese vastutust selle eest, näitab üles ühiskondlikku aktiivsust, mis tugineb loodusteaduslikel teadmistel;
- teadvustab looduse, tehnoloogia ja ühiskonna vastastikuseid seoseid ning põhjendab kestliku arengu tähtsust isiklikul, kohalikul, riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil, teadvustab rohepöörde olulisust;
- selgitab Eesti looduskaitse seaduses esitatud kaitstavate loodusobjektide jaotust ning toob nende kohta näiteid;
- lahendab kohalikele näidetele tuginevaid keskkonna dilemmaprobleeme, arvestades teaduslikke, majanduslikke, eetilisi ja seadusandlikke seisukohti.

## **Valikkursus “Bioloogia süvakursus”**

### **Kursuse kirjeldus**

Kursus on mõeldud õpilastele, kel on sügavam huvi ja head baasteadmised bioloogia riiklikku õppekava täiendavate, keerulisemate teemade õppimiseks ja vastavateks aruteludeks.

Kuigi kursuse peamine eesmärk on bioloogiahuvilistele täiendava arenguvõimaluse pakkumine, peetakse olulise eesmärgina silmas ka nende ettevalmistamist ja toetamist osalemiseks bioloogiaolümpiaadil jt võistlustel.

Kursusele on oodatud gümnaasistid vanusest olenemata, G1 – G3. Gümnaasiumi jooksul on õpilasel seega võimalik osaleda sel kursusel kõigil kolmel õppeaastal.

### **Õppesisu**

Kursuse õppesisu valdkonnad/peateemad on üldjoontes samad riiklikus õppekavas tooduga, ent neid käsitletakse nii üksikasjalikumalt kui ka laiendatult, esialgu ka kordavalt, rohkem seoseid loovalt. Protseesse ja nähtusi iseloomustades tuuakse põhjalikumalt lisainfot ning lahendatakse vastavaid varasemaid

olümpiaadiülesandeid.

Peamised teemavaldkonnad

a) riikliku õppekava järgi

- Biokeemia, organismide keemiline koostis, eeskätt orgaanilised ained
- Rakuõpetus, raku ehitus ja talitus
- Organismide paljunemine ja areng
- Organismide aine- ja energiavahetus, fotosüntees
- Molekulaargeneetilised põhiprotsessid
- Viirused ja bakterid
- Geneetika, pärilikkus ja muutlikkus
- Evolutsioon
- Inimorganismi talitus
- Ökoloogia ja keskkonnakaitse

b) lisateemadena

- Botaanika, taimede ehitus, talitus ja paljunemine
- Zooloogia, loomade ehitus, talitus ja paljunemine
- Geenitehnoloogia meetodeid (sh geenivektor, CRISPR-Cas), isiku tuvastamise alused
- Mükoloogia, lihhenoloogia
- Väiksemaid teemalõike: apoptoos; ensüümreaktsioon; rakkudevahelised ühendused - liidused ja rakuvaheaine; epigeneetika; närvitalitus jt füsioloogilised protsessid

On arusaadav, et ühe kursusega kõiki neid teemasid läbida ei jõuta. Õppeaastati tehakse neist valik, meedias ja olümpiaadidel kajastunud teemade ning õpilaste vajaduse järgi, vastavalt osalejate vanuseastmele ja võimalikule korduvale osalemisele sellel süvakursusel.

**Õpitulemustena taotletakse, et antud õppeaastaks valitud teemade puhul õpilane**

- on korranud ja valdab hästi riikliku õppekava (RÕK) ainesisu;
- oskab luua ja analüüsida seoseid RÕK ainesisu erinevate teemade/alateemade vahel;
- mõistab õppesisu üksikasjalikumalt;
- harjutab, on lahendanud varasemaid olümpiaadiülesandeid ning mõistab sealsete vastusevariantide sisu;
- tunneb huvi ja püüab iseseisvalt juurde õppida ning vahel ka teistele sel viisil õpitud selgitada.

## Valikkursus "Bioloogia praktikum"

### Kursuse kirjeldus

Kursusele on oodatud gümnasistid G1 – G3.

Kursuse eesmärgiks on toetada teoreetilisi bioloogiaõpinguid praktiliste töödega, loodusetundmise oskuse arendamisega ning seoste loomisel igapäevaeluga.

Kursuse õppetöö jaguneb laboritundideks, õue-retkedeks ning rühmatöök. Hindamine on mitteeristav (A/MA).

### Õppesisu

#### 1. Tunnid laboris – taimed, seened, loomad ja inimene, biokeemia

- Mikroskoopia – mikroskoobi ehitus, töötamise võtted ja reeglid. Seened: üldiseloomustus, parasiitseente näiteid (teoreetiliselt). Praktilised tööd: harjus-tööd (juuksekarv, paber vm); Hallitusseened, pärmseened
- Taimerakk: raku ehitus üldiselt, kõrvekarv (*Urtica dioica*), osmoos ja plasmolüüs (konts NaCl, Kanada vesikatki vms); tähtsusega varuainena
- Taimeanatomia: varre, lehe (sh okka) siseehitus, õhulõhed ja nende töö, seemne ehitus (*Püsi preparaadid ja taime leht õhulõhedeks*)
- Taimefüsioloogia: katalaas (katse H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ga), indikaatorite taimne päritolu, taimepigmentide eraldamine
- Taimesüsteemika: ülevaade taimerühmadest (teoreetiline), sambla ja sõnajala elutsükli; Praktilised tööd: sambla eoskupaar; sõnajala soorus Männi tolmutera. Ülevaade õistaimede tolmuteradest. (*Püsi preparaadid*)
- Inimese peamised koetüübid – närvi-, lihas-, kate- ja sidekude (*püsi preparaadid*)
- Inimese anatoomia: näiteid erinevate elundite histoloogiast (peensool, nahk, ... spermid); (*püsi preparaadid*)
- Veregrupi määramine (vabatahtlik osalemine eksperimentaalses osas)
- Inimese skelett, näiteid tuntumatest ladinakeelsetest nimetustest: eestikeelsete oskussõnade tuletamine neist
- Biokeemilisi töid bioloogias. Karastusjookide pH määramine. (*Nt: Tselluloosi värvusreaktsioon; Piimavalkude sadestamine; Lipiidide ekstraheerimine küpsitest; Biureedireaktsioon*)
- Loomaanatomia: loomade rühmad (teoreetiline tutvustus, loomarühmade peamised tunnused). Preparaadid putukate, usside jt siseehitusest.
- \*Varuks/lisatöök: Hingamine: mõõtmised digiandmekogujaga (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> nii inimesel kui pärmidel vm)



Osa ülalnimetatud tööde/teemade maht on rohkem kui üks õppetund.

## **2. Tunnid õues sõltuvad kursuse toimumise (aasta-)ajast.**

Talvel näiteks:

- Puudel kasvavad seemned – torikulised (liike)
- Samblikud (näited liikidest)
- Puude-põõsaste liike (oksad, liigi tundmine pungade ja võrsete järgi).

Taimede vegetatsiooniperioodil – kevadel, suvel, sügisel - võib õue-tundide teemades teha talvega võrreldes näiteks järgmisi asendusi:

- rohttaimede levinumate liikide määramine (sh mobiilirakenduste abil) ja tundmaõppimine;
- veekogude selgrootud: putukad, nende vastsed, ussid;
- kübarseente liikide määramine ja tundmaõppimine.

## **3. Iseseisvad rühmatööd**

- Seemned ja viljad, viljatüübid. Õues, kaupluses, lisaks info otsimine taimeliigi ja viljatüübi kohta. (Õpetajale: otsida matisetaimede osi/seemneid jms).
- Ravimtaimede teed – kodust, poest, loodusest. Ravimteede valmistamine koolis ja degusteerimine (nr arvamis-mänguna)
- Õuetundides liikide näidiste/loodusobjektide kogumine
- Kõigile rühmadele: näituse koostamine koolimajas (teemad A , B, C)

## **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- oskab mikroskoobiga töötada ning teha ajutisi anatoomilisi preparaate;
- tunneb vaadeldud loodusobjektide anatoomiat, oskab nende osi preparaatidel eristada;
- arendab oma loovat teaduslikku mõtlemist laboritööde planeerimisel, katsete läbiviimisel ja tulemuste analüüsil.
- tunneb tuntumaid liike looduses.
- tunneb nii mikro- kui makrotasandi loodusobjektide ja protsesside teaduslikku eestikeelset terminoloogiat Õppesisu piires;
- arendab liikide märkamis- ja määramisoskust looduses ning koostööoskusi kaaslastega.
- oskab luua õpitava seoseid igapäevaeluga (nt seemned-viljad kauplustes, ravimtaimede kasutamine tervise toetamisel, söödavad-mittesöödavad liigid, ökosüsteemi osade roll ökosüsteemi “teenustes”, nn köögi-biokeemia).

## FÜÜSIKA

### Õppeaine kirjeldus, sh lõimingu võimalused

Füüsika kuulub loodusteaduste hulka, olles väga tihedas seoses matemaatikaga. Füüsika paneb aluse tehnika ja tehnoloogia mõistmisele ning aitab väärtustada tehnikaga seotud elukutseid.

Gümnaasiumi füüsikaõppe eesmärk on jagada vajalikke füüsikateadmisi tulevasele kodanikule, kujundada temas keskkonna- ja ühiskonnahoidlikke ning jätkusuutlikule arengule orienteeritud hoiakuid.

Gümnaasiumis käsitletakse füüsikalisi nähtusi süsteemselt ja holistlikult, arendades terviklikku ettekujutust loodusest ning pidades tähtsaks olemuslikke seoseid tervikpildi osade vahel.

Õpilaste kriitilise ja süsteemmõistelise mõtlemise arendamiseks lahendatakse füüsikaliselt eri aine- ja eluvaldkondades esinevaid probleeme, plaanitakse ning korraldatakse eksperimente, kasutades loodusteaduslikku uurimismeetodit. Ülesandeid lahendades on lubatud kasutada valemite lehti, pidades olulisemaks valemite füüsikalise sisu mõistmist ja õiges kontekstis rakendamist kui valemite pähetuupimist. Õppes kujundatakse väärtushinnangud, mis määravad õpilaste suhtumise füüsikasse kui kultuurifenomeni, avavad füüsika rolli tehnikas, tehnoloogias ja elukeskkonnas ning ühiskonna jätkusuutlikus arengus.

Gümnaasiumi füüsikaõppes taotletakse koos teiste õppeainetega õpilastel nüüdisaegse tervikliku maailmapildi ja keskkonda säästva hoiaku ning analüüsioskuse kujunemist. Füüsikaõpe on metoodiliselt mitmekesine, seotud ümbritsevate nähtustega ning suunatud õpilase mõtlemisvõime arendamisele ning ümbritseva maailma seaduste arusaamistele.

Füüsikaõpe koosneb viiest kohustuslikust kursusest, kooli poolt pakutakse lisaks kaks füüsika teadmisi süvendavat valikkursust.

#### Füüsika kohustuslikud kursused

- Füüsika meetod. Kinemaatika
- Dünaamika
- Elektromagnetism
- Energia
- Mikro- ja megamaailma füüsika

Lõiminguvõimalused:

- Matemaatikaga lõimime järgmised teemad: mõõtühikud ja nende teisendamine, mõõtmine, ühikud astmetes, mõõtemääramatus, mõõteviga, valemite teisaldamine ning arvutusülesannete lahendamine.
- Keemiaga lõimime järgmised teemad: aatomite ehitus ja kontsentratsiooni mõisted, laengud (elementaarlaeng, ionide laeng), elektrolüüs ja termoprotsessid, ainehulk, aineehitus, elektronide kihid ning kihtidevahelised üleminekud.

### **Gümnaasiumi lõpuks taotletavad teadmised, oskused, hoiakud**

Füüsika õpetamisega gümnaasiumis taotletakse, et lisaks valdkonnapädevuses kirjeldatud eesmärkidele õpilane

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

### **Kursus "Füüsika meetod. Kinemaatika"**

#### **Teema „Füüsika. Teadusmeetod. Mõõtmine“**

##### **Õppesisu**

- Füüsika kui loodusteadus Teadusmeetod (loodusteaduslik meetod)
- Mudelid ja nende piiratus. Füüsikalise mudeli loomine. Mudeli järelduste kontroll ning mudeli areng
- Loodusseadused ja üldprintsipiibid. Põhjuslikkus ja juhuslikkus füüsikas
- Mõõtmine. Mõõtühikud. SI. Mõõtetulemus. Mõõtemääramatus ning selle hindamine. Mõõteseadus

##### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- selgitab loodusteadusliku meetodi olemust ja teab, et katsetulemusi üldistades jõutakse mudelini;
- põhjendab mõõteseaduse vajalikkust üldaktseptitavate mõõtmistulemuste

saamiseks;

- mõistab mõõdetava suuruse ja mõõtmistulemuse suuruse väärtuse erinevust;
- teab ja rakendab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ning nende mõõtühikuid;
- teab, et korrektne mõõtetulemus sisaldab ka määramatust, ning kasutab mõõtmisega kaasnevat mõõtemääramatust hinnates standardhälvet.

### Teema „Kinemaatika, liikumise kirjeldamine. Vektorid“

#### **Õppesisu**

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

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

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

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

### Teema „Ringliikumine“

#### **Õppesisu**

- Tiirlemine ja pöörlemine
- Ühtlase ringjoonelise liikumise kirjeldamine
- Pöördenurk
- Nurga ühikud

- Joonkiirus ja nurkkiiru
- Periood ja sagedus
- Kesktõmbekiirendus
- Orbitaalliikumine

### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

- uurib ühtlast sirgjoonelist liikumist ja ühtlaselt muutuvat sirgjoonelist liikumist ning analüüsib saadud tulemusi;
- analüüsib teepikkuse, kiiruse ja kiirenduse graafikuid;
- uurib ringliikumist, mõõtes ja arvutades füüsikalisi suurusid: pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus ja kesktõmbekiirendus;
- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

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

## Kursus "Dünaamika"

### Teema „Vastastikmõju ja jõud“

#### Õppesisu

- Vastastikmõjud ja jõud. Newtoni seadused. Inerts. Resultantjõud
- Gravitatsiooniseadus
- Orbitaalliikumine. Raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon. Kaalutus. Hooke'i seadus. Jäikus. Hõõrdumine. Hõõrdetegur. Liugehõõre ja seisuhõõre

### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

- kasutab jõudu kui vektorsuurust kehadevahelist vastastikmõju analüüsid, oskab graafiliselt ja analüütiliselt leida kehale mõjuvat resultantjõudu;
- rakendab Newtoni seaduseid probleemülesandeid lahendades ja igapäevaelu situatsioone analüüsid;
- analüüsib orbitaalliikumist, kasutades inertsit ja kesktõmbejõu mõistet;
- kasutab gravitatsiooniseadust ja raskusjõu, keha kaalu ja toereaktsiooni mõistet probleemülesandeid lahendades;
- kavandab ja teeb katsed jäikuse ja hõõrdeteguri määramiseks ning analüüsib katsete tulemusi;
- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}; F = ma; P = m(g \pm a); F = \mu N; F = k \Delta l$$

### Teema „Jäāvusseadused mehaanikas“

#### Õppesisu

- Keha impulss. Impulsi jäävuse seadus

- Reaktiivliikumine.  
Mehaaniline töö ja energia
- Kineetiline ja potentsiaalne energia
- Mehaanilise energia jäävuse seadus
- Mehaanilise energia muundumine teisteks energia liikideks

### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

- rakendab impulsi jäävuse seadust probleemülesandeid lahendades ja igapäeva elu situatsioone analüüsides;
- seostab reaktiivliikumist impulsi jäävuse seadusega, toob näiteid reaktiivliikumise kohta looduses ja rakenduste kohta tehnikas;
- rakendab looduses ja tehnikas toimivate nähtuste selgitamiseks mehaanilise energia jäävuse seadust ning mehaanilise töö, võimsuse ja kasuteguri mõistet;
- uurib hälbe, kiiruse, kiirenduse, kineetilise ja potentsiaalse energia muutumist pendli võnkumisel nii graafiliselt kui ka analüütiliselt;
- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}; E_p = mgh; E_{meh} = E_k + E_p; \Delta(m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2) = 0$$

### Teema „Võnkumine ja lained“

#### Õppesisu

- Võnkumine. Pendli võnkumise kirjeldamine
- Periood ja sagedus. Matemaatiline pendel
- Resonants
- Mehaanilised lained. Piki- ja ristlained. Lainete kirjeldamine. Lainepikkus, sagedus, kiirus. Lainete omadused
- Peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon
- Helilained
- Mürä

### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

- uurib võnkumisi ja kasutab nende analüüsimiseks järgmisi füüsikalisi suurusid: hälbe, amplituud, periood, sagedus ja faas;
- uurib hälbe, kiiruse, kiirenduse, kineetilise ja potentsiaalse energia muutumist pendli võnkumisel nii graafiliselt kui ka analüütiliselt;
- selgitab resonantsi nähtust ning toob näiteid selle esinemise kohta looduses ja tehnikas;
- kasutab lainenähtuste selgitamisel füüsikalisi suurusid (lainepikkus, laine levimiskiirus, periood ja sagedus);
- rakendab imitatsioone lainete peegeldumise, interferentsi ja difraktsiooni

uurimiseks ning toob nende kohta näiteid loodusest ning tehnikast;

- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seost  $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$ .

## Kursus "Elektromagnetism"

### Teema „Väljad. Elektriväli“

#### Õppesisu

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

#### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

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

$$I = \frac{q}{t}; \quad F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}; \quad F = K \frac{I_1 I_2}{d} l; \quad E = \frac{F}{q}; \quad U = \frac{A}{q}; \quad \varphi = \frac{E_p}{q}; \quad E = \frac{U}{d}.$$

### Teema „Magnetväli“

#### Õppesisu

- Magnetinduktsioon
- Lorentzi jõud
- Ampere'i jõud
- Elektriväli ja magnetväli, võrdlus ja seosed

- Elektromagnetiline induktsioon
- Pööriselektriväli
- Induktsiooni elektromotoorjõud
- Magnetvoog
- Faraday induktsiooniseadus
- Lenzi reegel
- Elektri- ja magnetvälja energia

### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

- kasutab magnetinduktsiooni mõistet magnetvälja kirjeldamiseks;
- visualiseerib magnetvälja jõujoonte toel magnetvälja ja määrab magnetväljas liikuvale laengule mõjuva Lorentzi jõu suuna;
- rakendab Amperé'i seadust probleemülesandeid lahendades;
- seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel, rakendades induktsiooni elektromotoorjõu mõistet;
- selgitab elektri- ja magnetvälja energia salvestamise võimalusi;
- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$F_L = qvB \sin \alpha; F = BIl \sin \alpha; \Phi = BS \cos \alpha; \mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

### Teema „Elektromagnetlained. Optika“

#### Õppesisu

- Valgus kui elektromagnetlaine
- Elektromagnetlainete skaala
- Valguse lainelised omadused. Difraktsioon. Interferents. Difraktsioonivõre.
- Polariseeritud valgus. Polarisaatorid
- Murdumiseadus. Murdumisnäitaja
- Valguse dispersioon
- Spektraalriistad ja spektraalanalüüs
- Valguse dualism. Footoni energia
- Valguse kiirgumine ja neeldumine
- Kvantoptilised nähtused

### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

- selgitab elektromagnetlaine levimist kasutades elektrivälja ja magnetvälja mõistet;
- oskab liigitada elektromagnetlaineid ja paigutada neid elektromagnetlainete skaalale;
- kirjeldab joonisel või arvutiimitatsiooniga interferentsi- ja difraktsiooninähtusi optikas ning toob nende rakendamise näiteid.



- seostab polariseeritud valguse omadusi rakendustega looduses ja tehnikas;
- kavandab ja teeb katse läbipaistva aine murdumisnäitaja määramiseks, kirjeldab valguse spektri lahtumise võimalusi;
- selgitab joonspektri tekkimist ja valguse dualismiprintsiipi ning toob näiteid spektraalanalüüsi rakendamise kohta;
- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n \quad n = \frac{c}{v}; \quad E = hf.$$

## Kursus "Energia"

### Teema „Elektrivool ja selle toimed. Vooluringid. Pooljuhid“

#### Õppesisu

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

#### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

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

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

### Teema „Vahelduvvool“

#### Õppesisu

- Vahelduvvool

- Vahelduvvoolu generaator
- Elektrienergia ülekanne
- Trafod
- Vahelduvvooluvõrk
- Elektrivoolu töö
- Elektriseadmete võimus
- Energeetika
- Elektriohutus

### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

- võrdleb vahelduv- ja alalisvoolu ning analüüsib vahelduvvoolu pinge ja voolutugevuse ajast sõltuvuse graafikuid;
- selgitab trafo ja generaatori toimimispõhimõtet ja rakendusi vahelduvvooluvõrgus ning elektrienergia ülekandes.
- analüüsib taastuenergiaallikate kasutuselevõtuga seotud probleeme;
- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$A = IU \Delta t; \quad N = IU = \frac{I_m U_m}{2} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

## Kursus „Mikro- ja megamaailma füüsika“

### Teema „Molekulaarfüüsika“

#### Õppesisu

- Siseenergia
- Ideaalgaasi mudel. Ideaalgaasi olekuvõrrand
- Isoprotsessid
- Ideaalse gaasi mikro- ja makroparameetrid, nendevahelised seosed
- Molekulaarkineetilise teooria põhialused
- Siseenergia muutmise viisid
- Termodünaamiline protsess

### Õpitulemustena taotletakse, et õpilane

- nimetab ideaalgaasi mudeli tunnuseid ning seostab mikro- ja makroparameetreid;
- rakendab ideaalgaasi olekuvõrrandit probleemülesandeid lahendades;
- kasutab isoprotsesside graafikuid termodünaamiliste protsesside analüüsimiseks;
- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$E_k = \frac{3}{2} kT; \quad p = nkT; \quad pV = \frac{m}{M} RT$$

## Teema „Termodünaamika seadused (printsipiibid). Soojusmasinad“

### **Õppesisu**

- Termodünaamika I seadus, selle seostamine isoprotsessidega
- Avatud ja suletud süsteemid
- Adiabaatiline protsess
- Soojusmasina tööpõhimõte, soojusmasina kasutegur
- Termodünaamika II seadus
- Pööratavad ja pöördumatud protsessid looduses
- Entroopia
- Eesti energiavajadus
- Energeetikaprobleemid maailmas ja nende lahendamise võimalused

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- kasutab isoprotsesside graafikuid termodünaamiliste protsesside analüüsimiseks;
- võrdleb avatud süsteemi ja suletud süsteemi mõistet;
- rakendab termodünaamika I ja II seadust probleemülesandeid lahendades ning seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet;
- seostab termodünaamika seadusi soojusmasinate tööpõhimõttega;
- analüüsib taastuenergiaallikate kasutuselevõtuga seotud probleeme;
- rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$Q = \Delta U + A; \quad \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} .$$

## **Valikkursus "Füüsika+"**

### **Kursuse kirjeldus:**

Kursus on mõeldud neile, kes tunnevad huvi füüsika vastu, soovivad valmistuda füüsikaolümpiaadiks ja loodusainete võistlusteks, tahavad lahendada keerukamaid füüsikaülesandeid ning soovivad jätkata õpinguid reaalainete suunal. Kursuse eesmärgiks on õpetada olümpiaaditüüpi ja võistluste ülesannete lahendamise meetodikat ning tõsta füüsikahuviliste õpilaste teadmiste taset. Kursus täidab lünga, mis jääb kooliprogrammi ja olümpiaaditaseme füüsika vahele.

### **Õppesisu:**

Kursusel vaadeldakse füüsika ülesannete lahendamise etappe ning analüüsitakse füüsika ülesannete probleeme, õpitakse identifitseerima probleemide lähtetingimusi, lõpp-punkti andmeid ja otsima vähemalt ühte võimalikku ühendust lõpu ja alguspunkti vahe.

**Õpitulemused:**

Kursuse läbimisel oskab õpilane

- lahendada kursusel käsitletud teemadega seotud ülesandeid;
- kasutada üldiseid olümpiaadiülesannete lahendamise meetodeid ja võtteid.

**KEEMIA****Õppeaine kirjeldus, sh lõimingu võimalused**

Gümnaasiumi keemia tugineb põhikoolis omandatud teadmistele, oskustele ja hoiakutele ning seostub gümnaasiumi füüsikas, bioloogias, matemaatikas jt õppeainetes õpitavaga, toetades samaaegu teiste õppeainete õpet. Õpilased õpivad tundma aine ehituse põhialuseid ning keemiliste protsesside peamisi seaduspärasusi. Õpilastel kujuneb ülevaade anorgaanilistest, nende peamistest omadustest ja ainetevahelistest seostest, keemia tulevikusuundumustest ning keemiaga seotud elukutsetest, mis toetab õpilasi edasises karjäärivalikus. Probleemülesannete lahendamine aitab õpilastel mõista ainete koostise ja ehituse mõju ainete omadustele ning selle kaudu ainete rakendamise võimalustele.

Kursustel on olulisel kohal uurimisülesanded, mille lahendamisega kujunevad õpilastel probleemide esitamise, hüpoteeside sõnastamise ja katsete või vaatluste plaanimise ning nende tegemise, mõõtevahendite kasutamise, tulemuste analüüsimise ja tõlgendamise oskused. Aines pööratakse tähelepanu eelkõige käsitletavate probleemide sisulisele mõistmisele, tulemuste analüüsile ning järelduste tegemisele.

Keemiaõpetus koosneb kolmest kohustuslikust ainekursusest.

Keemia ainekursused on

- Keemia alused - G1
- Anorgaanilised ained - G1
- Orgaanilised ained - G2

Lõiminguvõimalused

- Matemaatikaga baasteadmiste lõiminguprojekt (ühikute ja valemite teisendamine, andmete töötlemine, graafikute joonistamine ja analüüs),
- Ühiskonnaõpetusega (nt majandus, keskkonnaprobleemid)

- Füüsikaga (nt energia muundumine, gaasid, õhuniiskus, energia, aatomi- ja tuumafüüsika, elektrokeemilised protsessid, energia liigid ja energia jäävuse seadus, UV-kiirgus)
- Geograafiaga (kivimite keemiline koostis, lahustumine, oksüdeerumine, hüdroloogiline, maailmamere soolasus, atmosfääri keemiline koostis, osoonikiht, happesademed, süsinikuühendid, väetised, muldade pH, puidukeemia)
- Bioloogiaga (organismide keemiline koostis, sahhariidid, lipiidid, valgud, DNA, RNA, bioaktiivsed ained, keemilised reaktsioonid ja bioprotsessid, kliima ja keskkonna mõjud organismile, ökosüsteemid, keskkonnakaitse)

### **Gümnaasiumi lõpuks taotletavad teadmised, oskused, hoiakud**

#### **Õpilane**

- tunneb huvi keemia vastu, mõistab keemia tähtsust ühiskonna arengus, tänapäeva tehnoloogias ja igapäevaelus;
- kasutab keemiainfo leidmiseks keemiliste elementide perioodilisustabelit, lahustuvustabelit, metallide pingerida ja teisi teabeallikaid, analüüsib saadud teavet ning hindab seda kriitiliselt;
- on omandanud süsteemse ülevaate keemia põhimõistetest ja keemiliste protsesside seaduspärasustest, kasutab korrektselt keemiasõnavara looduses toimuva selgitamiseks;
- rakendab omandatud katsetamisoskusi ainete omaduste ja looduse seaduspärasuste tundmaõppimiseks, kasutab säästlikult ja ohutult aineid nii keemialaboris kui ka igapäevaelus;
- sooritab keemiasisuga arvutusi, hindab arvutustulemuste vastavust reaalsusele;
- kasutab keemias omandatud teadmisi ja oskusi karjääri plaanides.

### **Kursus "Keemia alused "**

#### **Teema „Keemia kui teadus ja selle areng“**

#### **Õppesisu**

- Keemia kui teaduse kujunemine
- Füüsikalised ja keemilised uurimismeetodid keemias
- Keemiaga seotud karjäärivalikud

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- on omandanud ettekujutuse keemia ajaloolisest arengust;
- eristab kvalitatiivset ja kvantitatiivset analüüsi ning füüsikalisi ja keemilisi uurimismeetodeid.

## Teema „Aine ehitus“

### **Õppesisu**

- Tänapäevane ettekujutus aatomi ehitusest
- Informatsioon perioodilisustabelis ja selle tõlgendamine
- Keemilise sideme liigid. Vesinikside
- Molekulidevahelised jõud
- Ainete füüsikaliste omaduste sõltuvus aine ehitusest

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- kirjeldab elektronide paiknemist A-rühmade elementide aatomi välises elektronkihis (üksikud elektronid, elektronipaarid);
- põhjendab A-rühmade elementide metallilisuse ja mittemetallilisuse muutumist perioodilisustabelis seoses aatomi ehituse muutumisega;
- määrab A-rühmade elementide maksimaalseid ja minimaalseid oksüdatsiooniastmeid ning koostab elementide tüüpühendite valemeid;
- selgitab tüüpiliste näidete varal kovalentse, ioonilise, metallilise ja vesiniksideme olemust, hindab kovalentse sideme polaarsust;
- seostab ainete füüsikalisi omadusi keemiliste sidemete ja molekulide vastastiktoime mõjuga.

## Teema „Keemiliste reaktsioonide seaduspärasused“

### **Õppesisu**

- Keemilise reaktsiooni aktiveerimisenergia, aktiivsed pörked
- Ekso- ja endotermilised reaktsioonid
- Keemilise reaktsiooni kiirus, seda mõjutavad tegurid
- Keemiline tasakaal ja selle nihkumine

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- mõistab, et keemilise reaktsiooni kulgemiseks on tarvis aktiivset pörget, seostab aktiveerimisenergiat keemilise reaktsiooni kiirusega;
- uurib keemiliste reaktsioonide soojusefekte ning selgitab neid, lähtudes keemiliste sidemete tekkimisel ja lagunemisel esinevatest energiamuutustest;
- uurib keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toimet ning põhjendab nende mõju, selgitab keemiliste protsesside kiiruse muutmist argielus;
- mõistab, et pöörduvate reaktsioonide puhul tekib vastassuunas kulgevate protsesside vahel tasakaal, uurib keemilise tasakaalu asendi nihutamise võimalusi ning toob sellekohaseid näiteid argielust ja tehnoloogiast

## Teema „Lahustumisprotsess ja keemilised reaktsioonid lahustes“

### **Õppesisu**

- Ainete lahustumisprotsess
- Elektrolüüdid ja mitteelektrolüüdid; tugevad ja nõrgad elektrolüüdid
- Hapete ja aluste protolüütiline teooria
- Molaarne kontsentratsioon
- Ioonidevahelised reaktsioonid lahustes, nende kulgemise tingimused

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- kirjeldab lahuste teket ioonilise ja kovalentse sidemega ainetest, eristab tugevaid ja nõrku elektrolüüte ning mitteelektrolüüte, uurib ja võrdleb nende lahuste omadusi;
- selgitab happe ja aluse mõistet protolüütilise teooria põhjal;
- arvutab aine molaarset kontsentratsiooni lahuses;
- uurib ioonidevahelisi reaktsioone lahustes, koostab nende reaktsioonide võrrandeid molekulaarsel ja ioonsel kujul.

## **Kursus „Anorgaanilised ained“**

### Teema „Metallid“

#### **Õppesisu**

- Ülevaade metallide iseloomulikest füüsikalistest ja keemilistest omadustest
- Metallide keemilise aktiivsuse võrdlus; metallide pingerida
- Metallid ja nende ühendid igapäevaelus ning looduses
- Metallidega seotud redoksprotsessid: metallide saamine maagist, elektrolüüs, korrosioon, keemilised vooluallikad
- Saagise- ja kaoprotsendi ja lisandite arvestamine moolarvutustes reaktsioonivõrrandi järgi

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- hindab metallide keemilist aktiivsust ja prognoosib keemilisi omadusi, lähtudes vastava elemendi asukohast perioodilisustabelis ja pingereas, koostab selle põhjal reaktsioonivõrrandeid vastava metalli reageerimisest mittemetalliga, veega, lahjendatud hapete ja soolade lahustega;
- uurib ja võrdleb praktiliselt metallide keemilist aktiivsust, kasutades selleks metallide reageerimist veega ning hapete ja soolade lahustega;
- kirjeldab õpituid metallide ja nende sulamite rakendamise võimalusi praktikas, seostades neid materjalide omadustega;
- teab levinumaid metallide looduslikke ühendeid ja nende rakendusi;
- selgitab metallide saamise põhimõtet metalliühendite redutseerimisel ning korrosiooni metallide oksüdeerumisel;
- selgitab korrosiooni ja metallide tootmisreaktsioonide energeetilist efekti,

põhjustab nende vastassuunalisust;

- uurib korrosiooni, valib ja põhjustab esemete korrosioonikaitseks sobivaid võimalusi;
- analüüsib metallidega seotud redoksprotsesside toimumise üldisi põhimõtteid elektrolüüsi, korrosiooni ja keemilise vooluallika korral;
- lahendab arvutusülesandeid reaktsioonivõrrandite järgi, arvestades saagise- ja kaoprotsenti ning lisandeid.

### Teema „Mittemetallid“

#### **Õppesisu**

- 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)

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- seostab tuntumate mittemetallide ning nende tüüpühendite keemilisi omadusi vastava elemendi asukohaga perioodilisustabelis;
- uurib õpitud mittemetallide ja nende ühendite iseloomulikke omadusi ning koostab vastavate keemiliste reaktsioonide võrrandeid;
- kirjeldab õpitud mittemetallide ja nende ühendite tähtsust looduses ja/või rakendamise võimalusi praktikas, seostades seda vastava keemilise elemendi ja ainete omadustega.

## **Kursus "Orgaanilised ained "**

### Teema „ Orgaaniliste ühendite struktuuri kujutamise; alkaanid“

#### **Õppesisu**

- Süsinikuühendite struktuur ja selle kujutamise viisid
- Alkaanid, nomenklatuuri põhimõtted, isomeeria

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane:**

- kasutab erinevaid molekuli koostise ja ehituse kujutamise viise: lihtsustatud struktuurivalem, tasapinnaline ehk klassikaline struktuurivalem, molekuli graafiline kujutis; analüüsib ühendi struktuurivalemis sisalduvat teavet;
- rakendab süstemaatilise nomenklatuuri põhimõtteid alkaanide näitel.

### Teema „Asendatud alkaanid, nende füüsikalised omadused“

#### **Õppesisu**

- Asendatud alkaanide (halogeeniühendite, alkoholide, primaarsete amiinide) füüsikaliste omaduste sõltuvus struktuurist



### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane:**

- seostab alkoholide, halogeeniühendite ja primaarsete amiinide süstemaatiliste nimetuste ees- või lõppliiteid vastavate aineklassidega, määrab molekuli struktuuri või nimetuse põhjal ühendi aineklassi;
- hindab aine struktuuri põhjal aine lahustuvust eri lahustites ja keemistemperatuuri.

### **Teema „Küllastumata ja aromaatsed süsivesikud, nende keemilised omadused“**

#### **Õppesisu**

- Küllastumata ja aromaatsete süsivesinike ning alkaanide keemiliste omaduste võrdlus
- Liitumispolümeerisatsioon
- Süsivesinikud ja nende derivaadid looduses ning tööstuses

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane:**

- võrdleb küllastunud, küllastumata ja aromaatsete süsivesinike keemilisi omadusi, koostab lihtsamaid reaktsioonivõrrandeid alkaanide, alkeenide ja areenide halogeenimise ning alkeenide hüdrogeenimise ja katalüütilise hüdraatimise reaktsioonide kohta;
- kirjeldab tähtsamate süsivesinike ja nende derivaatide rakendusi argielus ning kasutamiseega kaasnevaid ohtusid, seostab neid ainete omadustega;
- kujutab alkeenist tekkivat polümeeri lõiku.

### **Teema „Aldehüüdid, karboksüülhapped ning karboksüülhapete funktsionaalderivaadid“**

#### **Õppesisu**

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

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- määrab aine struktuuri põhjal aldehüüdi, karboksüülhappe, karboksüülhappe soola, asendatud karboksüülhappe, estri ja amiidi kuuluvuse vastavasse aineklassi;
- kirjeldab olulisemate karboksüülhapete omadusi ja tähtsust argielus ning looduses;
- uurib ja selgitab seost alkoholide, aldehüüdide ja karboksüülhapete vahel;
- uurib karboksüülhapete keemilisi omadusi, võrdleb karboksüülhapete ja anorgaaniliste hapete keemilisi omadusi ning koostab vastavate keemiliste reaktsioonide võrrandeid;
- selgitab alkoholihoobega seotud keemilisi protsesse organismis, analüüsib

alkoholi liigtarbimisest põhjustatud sotsiaalseid probleeme;

- võrdleb estrite tekke- ja hüdrolüüsireaktsioone ning koostab vastavate keemiliste reaktsioonide võrrandeid, valmistab lihtsama estri.

### **Teema „ Polükondensatsioon ja orgaanilised ained organismides“**

#### **Õppesisu**

- Polükondensatsioon
- Orgaanilised ühendid organismides: rasvad, sahhariidid, valgud.

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- kujutab lähteühendite struktuurivalemite põhjal tekkiva kondensatsioonipolümeeri lõiku;
- selgitab rasvhapete, rasvade, sahhariidide, aminohapete ja valkude ehitust ning uurib nende omadusi.

### **Valikkursus " Keemia+ "**

#### **Kursuse kirjeldus**

Kursus on mõeldud keemia põhikursuse läbinutele, kellel on huvi keemia vastu või neile kes soovivad õppida edasi erialadel, millel on vajalik keemiaoskus (arstid, proviisorid, farmatseudid, geenitehnoloogid, bioloogid, toiduainete tehnoloogid jms).

#### **Õppesisu**

Kursusel korratakse üle nii põhikoolis kui ka gümnaasiumis õpitu alates keemia alustest ja lõpetades orgaanilise keemiaga. Peamiselt keskendutakse ülesannetele, mille lahendamise oskust on vaja ülikoolidesse sisseastumisel, näiteks: aatomi ehitus, lahused, redoksülesanded, orgaaniliste ühendite struktuur, aineklassid, arvutusülesanded jne. Kursuse jooksul tuleb õpilane meelde seni õpitud teemasid ja omandab ka uusi teadmisi.

#### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

- mõistab süsteemselt keemia põhimõisteid ja keemiliste protsesside seaduspärasusi ning kasutab korrektselt keemia keelt;
- oskab koostada anorgaaniliste ja orgaaniliste ainete tüüpiliste keemiliste omaduste kohta reaktsioonivõrrandeid;
- kirjeldab ja hindab keemiliste sidemete ja molekulide vastastiktoime;
- oskab lahendada arvutusülesandeid (lisanditega, liiaga, saagise ja kaoga ning lahuse kontsentratsiooni kasutades).

### **Valikkursus " FunLab keemia laborikursus "**

#### **Kursuse kirjeldus**

See on praktiline kursus laboris, kus käsitletakse põnevaid lisateemasid. Kursus on

mõeldud õpilastele, kellel on sügavam huvi keemia vastu ja kes soovivad omandada oskused keemialaboris töötamiseks. Kursus koosneb seminaridest ja praktilistest töödest. Seminarides käsitletakse praktiliste tööde läbiviimiseks vajalikke teoreetilisi aluseid. Praktilised tööd viiakse läbi nii individuaalselt kui ka paaristööna.

### **Õppesisu**

- Kvantitatiivne analüüs. Aine koostise määramine
- Katioonide tõestamine ja anioonide tõestamine
- Kristallumine- kristallide kasvatamine
- Lahuse kontsentratsiooni määramine tiitrimisel
- Keemilise reaktsiooni kiirus ja keemiline tasakaal
- Vee karedus
- Kromatograafia

### **Õpitulemustena taotletakse, et õpilane**

#### Üldpädevustega seotud õpitulemused

- arendab enda üldist ja kriitilist mõtlemisvõimet keemia kontekstis;
- arendab enda loodusteaduslikku kirjaoskust ning digipädevusi;
- mõistab õpitava seoseid igapäevaelu nähtuste ja protsessidega;
- oskab omandatud teadmisi ja oskusi rakendada igapäevaelu probleeme lahendades ning oma tegevuse võimalikke tagajärgi hinnates.

#### Ainealased õpitulemused

- eristab kvalitatiivset ja kvantitatiivset analüüsi;
- tunneb peamisi reaktsioone, mida kasutatakse katioonide tuvastamiseks lahuses: leekreaktsioon, indikaatorid ja sadestus ( $H^+$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Li^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ...);
- tunneb peamisi reaktsioone, mida kasutatakse anioonide tuvastamiseks lahuses: indikaatorid, sadestus, gaaside eraldumine;
- selgitab keemiliste reaktsioonide soojusefekte, lähtudes keemiliste sidemete tekkimisel ja lagunemisel esinevatest energiamuutustest;
- analüüsib keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toimet ning selgitab keemiliste protsesside kiiruse muutmist argielus;
- selgitab happe ja aluse mõistet protolüütilise teooria põhjal;
- hindab ja põhjendab ainete vees lahustumisel lahuses tekkivat keskkonda;
- mõistab, et temperatuuri alandamisel tahke aine lahustuvus väheneb ning aine võib lahusest välja kristalluda (sh kristallveega);
- oskab tuvastada kristallhüdraadi valemit (sisalduva vee hulka), lähtudes kristallhüdraadi massist ja selle kuumutamisel saadud veevaba soola

massist.