

## Keemia III kursus – Orgaanilised ained

<b>Teema – Süsivesinikud ja nende derivaadid (15 tundi)</b>	
<b>Õpitulemused</b> Kursuse lõpul õpilane: <ol style="list-style-type: none"><li>1) kasutab erinevaid molekuli kujutamise viise (lihtsustatud struktuurivalem, tasapinnaline ehk klassikaline struktuurivalem, molekuli graafiline kujutis);</li><li>2) kasutab süstemaatilise nomenklatuuri põhimõtteid alkaanide näitel; seostab süstemaatiliste nimetuste ees- või lõppliiteid õpitud aineklassidega, määrab molekuli struktuuri või nimetuse põhjal aineklassi;</li><li>3) hindab molekuli struktuuri (vesiniksideme moodustamise võime) põhjal aine füüsikalisi omadusi (lahustuvust erinevates lahustites ja keemistemperatuuri);</li><li>4) võrdleb küllastunud, küllastumata ja aromaatsete süsivesinike keemilisi omadusi, koostab lihtsamaid reaktsioonivõrrandeid alkaanide, alkeenide ja areenide halogeenimise ning</li></ol>	<b>Õppimine ja õpetamine</b>  <b>Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Põhikoolis õpitud teema „Süsinik ja süsinikuühendid“. See hõlmab süsiniku võimet moodustada erineva kujuga ahelaid ning kordseid sidemeid. Õpilased on tuttavad molekulimudelite ja struktuurivalemitega, teavad süsivesinike ning alkoholide mõistet ning oskavad koostada süsivesinike täieliku põlemise reaktsioonivõrrandeid. Õpilased teavad ka etanooli kui alkoholide esindaja tähtsust, samuti teatakse süsivesinike esinemisvormi looduses (maagaas, nafta) ja nende kasutamist. Teema „Süsinikuühendid materjalidena“ raames on õpilased tutvunud plastidega.</li><li>• “Keemia aluste“ kursuses omandatud teadmised kovalentsest sidemest ning vesiniksidemest. Oluline on, et õpilased mõistaksid juba „Keemia aluste“ kursuse lõpuks, et aine keemistemperatuur sõltub nii molekuliahela pikkusest kui polaarsusest (sh võimest luua vesiniksidemeid).</li></ul> <b>Õppetegevus ja metoodilised soovitused:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gümnaasiumi orgaanilise keemia õpingutes on oluline liikuda aineklassikeskselt õpetuselt üldistavale käsitlusele. Niisiis õpitakse orgaanilisi aineid eelkõige võrdlevalt, juhtides tähelepanu orgaanilise keemia sõlmküsimustele (nomenklatuur, füüsikalised omadused, keemilised omadused) erinevate aineklasside kaudu.</li><li>• Oluline on, et õpilased tunneksid erinevate argielus ja looduses tähtsust omavate molekulide koostises ära õpitavate aineklasside funktsionaalrühmad.</li><li>• Orgaanilise keemia õpingute alguses tutvutakse erinevate võimalustega kirjeldada (üles kirjutada) orgaaniliste ühendite molekulide ehitust (struktuuri). Seejuures suunata õpilasi mõtestama, mis on erinevate kujutusviiside eelised ja puudused.</li><li>• Nomenklatuurireeglistiku põhimõtetega tutvutakse alkaanide näitel. Teiste aineklasside puhul on oluline teada nimetamisel kasutatavaid tunnuseid (ja ühtlasi tunda aine nimetuse järgi ära aineklass) ning tutvustada lihtsamate (ja levinumate) ühendite nimetusi, ent vältida tähelepanu koondamist nomenklatuuriharjutustele (eriti keerulisemate ühendite puhul). On piisav, kui õpilane oskab kujutada propaan-1-ooli struktuuri, kuid harjutada nt 2,4-dimetüülheptaan-1,6-dioli</li></ul>

<p>alkeenide hüdrogeenimise ja katalüütilise hüdraatimise reaktsioonide kohta (ilma reaktsiooni mehhanismideta);</p> <p>5) kirjeldab olulisemate süsivesinike ja nende derivaatide omadusi, rakendusi argielus ja kasutamisega kaasnevaid ohtusid;</p> <p>6) kujutab alkeenist tekkivat polümeeri lõiku.</p>	<p>struktuurivalemi kujutamist pole põhikursuses mõistlik.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asendatud alkaanide teema põhjendus:       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) õpitakse võrdlema orgaaniliste ainete füüsikalisi omadusi (alkaanid kui mittepolaarsed ühendid; halogeeniühendid kui polaarsed ühendid; alkoholid ja amiinid kui vesiniksidet moodustavad polaarsed ühendid; selle peatükiga antakse sisuline / energeetiline põhjendus ainete hüdrofoobsele või hüdrofiilsele olemusele, millega tutvuti põgusalt põhikoolis);</li> <li>2) tutvutakse argielust tuntud ühenditega (metanool, etaandiool, glütserool, freoonid, anesteetikumid või pestitsiidid või dioksiinid...);</li> <li>3) antakse vajalik ettevalmistus, et edaspidi õppida tundma organismide jaoks tarvilikke orgaanilisi aineid (eelkõige aminorühm, mis on oluline amiidide tekkel). Selles peatükis suunatakse õpilasi tuvastama esitatud või otsitud andmetes seaduspärasusi (nt 1-kloroalkaanide keemistemperatuurid või vastavate alkoholide lahustuvus vees). Selle pinnalt on aga omakorda võimalik ennustada ainete omadusi, toetudes aine ehitusele.</li> </ol> </li> <li>• Küllastumata ja aromaatsete ühendite teema põhjendus:       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) õpitakse võrdlema orgaaniliste ainete keemilisi omadusi (analoogiline põlemisreaktsioon; alkaanid kui raskesti reaktsiooni astuvad ühendid, asendusreaktsioon halogeenidega; küllastumata ühendite liitumisreaktsioon halogeenide, vesiniku ja veega; aromaatsete ühendite asendusreaktsioon halogeenidega);</li> <li>2) tutvutakse argielust ja tööstusest tuntud ühenditega (eteen, benseen...);</li> <li>3) antakse vajalik ettevalmistus, et kohe edasi tundma õppida liitumispolümerisatsiooni (plastikmaterjalide valmistamine).</li> </ol> </li> <li>• Ainekavas loetletud reaktsioonides kasutatavate katalüsaatorite detailne äraõppimine pole vajalik ega mõeldavgi. Küll aga on oluline rõhutada, et nende reaktsioonide läbiviimiseks tuleb valida sobivad tingimused. Nii välditakse väärarusaamu, nt on õpitud, et süsivesinikud on hüdrofoobsed, ent seejärel õpitakse, et alkeen annab veega liitumisreaktsiooni (mis vajab happelist katalüüsi). (Sarnasel viisil võib rõhutada, et halogeenidega reageerimine, nt selle käigus broomiveele iseloomuliku värvuse kadumine, on iseloomulik tavatingimustes just alkeenidele, mis annavad liitumisreaktsiooni; alkaanidega kulgevad reaktsioonid vajavad tüüpiliselt karmimaid tingimusi ning benseen kui aromaatsne ühend katalüsaatorit.) Peamine aspekt, mida alkeene ja areene võrdlevalt õppides rõhutada, on kindlasti aromaatses tuuma püsivus, mistõttu areenid annavad (erinevalt alkeenidest) asendus-, mitte liitumisreaktsioone. Õpilaste tähelepanu tuleb kindlasti juhtida keemiatööstuse tooraineks sobivatele maavaradele: nafta, maagaas, põlevkivi.</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Liitumispolümeerisatsiooni õppimisel juhitakse tähelepanu liitumispolümeeride püsivusele, mis põhjustab keskkonnaprobleeme (naftasaadustest valmistatud materjalide jäätmed, mis ei lagune looduses). Teema õppimisel seostatakse omavahel tervikuks aine ehitus, omadused ja kasutusvõimalused (näiteks HDPE ja LDPE võrdlemisel, mis on ühtlasi väga sobiv kontekst uute materjalide väljatöötamise tehnoloogiliste lahenduste uurimiseks).
- Kuigi ainekava miinimumõpitud on „kujutab alkeenist tekkivat polümeeri lõiku”, on soovitatav ajaressursi olemasolul harjutada ka vastupidist: polümeeri ahelalõigu struktuuri alusel (lähte)monomeeri(de) tuvastamist. See võimaldab liitumispolümeerisatsiooni paremini mõista.
- Alkaanide struktuuri ja isomeeria tundmaõppimisel on soovitatav kasutada ka arvutipõhiseid programme, nt vabavarana kättesaadavat ChemSketchi, mille kohta on ka eestikeelsed juhendid. Võimalusel tutvustada õpilastele selliste programmide võimalusi (sh nimetuse ja brutovalemi genereerimine, mis aitab hästi tuvastada ja eristada isomeere).
- Õpitud materjal esitatakse igapäevaelu, looduse ja keemiatööstusega seostatult. Eelistatakse aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, arutelu jne. Suurt tähelepanu pööratakse õpilaste iseseisva töö oskuste arendamisele, oskusele kasutada erinevaid teabeallikaid, eristada olulist ebaolulisest ning rakendada oma teadmisi probleeme lahendades.

#### **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.
3. Hüdrofiilsete ja hüdrofoobsete ainete vastastoime veega.

**Õppevahendid:** molekulimudelid, vajalikud reaktiivid ja katsevahendid molekulidevaheliste jõudude ning hüdrofoobsuse ja hüdrofiilsuse uurimiseks.

#### **Lõiming:**

**füüsika:** ainete vastastiktoime, keemistemperatuur;

**bioloogia:** meditsiin (anesteetikumid), süsivesinike mürgisus, toksilised ained olmes ja keskkonnas, metaani jt süsivesinike moodustumine;

**geograafia:** nafta, maagaas ja põlevkivi, nende leiukohad ja nendega seotud tööstus, freoonidega seotud muutused atmosfääris.

## Õppesisu

1. Süsinikuühendite struktuur ja selle kujutamise viisid.
2. Alkaanid, nomenklatuuri põhimõtted, isomeeria.
3. Asendatud alkaanide (halogeeniühendite, alkoholide, primaarsete amiinide) füüsikaliste omaduste sõltuvus struktuurist.
4. Küllastumata ja aromaatsete süsivesinike ning alkaanide keemiliste omaduste võrdlus.
5. Liitumispolümerisatsioon.
6. Süsivesinikud ja nende derivaadid looduses ja tööstuses (tutvustavalt).

**Põhimõisted:** isomeeria, asendatud süsivesinik, alkaan e küllastunud süsivesinik, küllastumata süsivesinik, aromaadne ühend, liitumispolümerisatsioon.

## Hindamine/Tagasiside

## Teema - Orgaanilised ained meie ümber (15 tundi)

### Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) määrab molekuli struktuuri põhjal aine kuuluvuse aineklassi;
- 2) kirjeldab olulisemate karboksüülhapete omadusi ja tähtsust argielus ja looduses;
- 3) selgitab seost alkoholide, aldehüüdide ja karboksüülhapete vahel;
- 4) võrdleb karboksüülhapete ja anorgaaniliste hapete keemilisi omadusi, koostab

### Õppimine ja õpetamine

#### Eelnevalt õpitu, millele õppeprotsessis toetutakse:

- Põhikoolis õpitud teemad „Süsinik ja süsinikuühendid“ ning „Süsinikuühendite roll looduses, süsinikuühendid materjalidena“. Õpilased on tuttavad karboksüülhapete mõiste ja põhiomadustega. Samuti teatakse eluks olulisi süsinikuühendeid (sahhariidid, rasvad, valgud) ja nende rolli organismis ning tervisliku toitumise põhimõtteid. Põhikoolis on käsitletud ka etanooli füsioloogilist toimet, samuti polümeeride mõistet. Põhikoolis on õpitud ka etaanhappele iseloomulikke reaktsioone (ning hapete reaktsioone tervikuna).
- „Keemia aluste“ kursuses omandatud teadmised kovalentsest sidemest ning vesiniksidemest, samuti pöörduvatest protsessidest ja keemilisest tasakaalust (estri teke ja hüdroolüüs).
- Põhikoolis omandatud ning „Anorgaaniliste ainete“ kursuse jooksul korratud redoksreaktsioonide põhimõisted.

<p>vastavaid reaktsioonivõrrandeid;</p> <p>5) selgitab alkoholi joobega seotud keemilisi protsesse organismis ning sellest põhjustatud sotsiaalseid probleeme;</p> <p>6) võrdleb estrite tekke- ja hüdrolüüsireaktsioone ning koostab vastavaid võrrandeid;</p> <p>7) kujutab lähteühenditest tekkiva kondensatsioonipolümeeri lõiku;</p> <p>8) selgitab põhimõtteliselt biomolekulide (polüsahhariidide, valkude ja rasvade) ehitust.</p>	<p><b>Õppetegevus ja metoodilised soovitused:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kursuse jooksul pööratakse tähelepanu sellele, et õpilased tunneksid struktuurivalemite ära õpitud aineklasside funktsionaalrühmad, kuid erinevatele struktuuridele vastavate nimetuste koostamine ei ole (nt eriti estrite, amiidide, karboksüülhapete soolade puhul) oluline. Karboksüülhapete (ja nende asendusderivaatide) puhul on siiski vajalik lihtsamate esindajate puhul struktuuri ja nimetust seostada (varasematest õpingutest on tuttavad nii lõppliide -hape kui ka süsiniku aatomite arvu väljendav tunnus).</li> <li>• Aldehüüde käsitletakse kui alkoholide (mürgiseid) oksüdeerumissaadusi, mis omakorda oksüdeeruvad edasi karboksüülhapeteks. Teiste omaduste käsitlemine ei ole oluline. Ei ole mõistlik panustada aega, et harjutada reaktsioonide üleskirjutamist harjumuspärasel reaktsioonivõrrandi kujul <math>2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}</math>; pigem on oluline, et mõistetakse, et etanooli oksüdeerumissaadus on aldehüüd <math>\text{CH}_3\text{CHO}</math>, mis omakorda võib edasi oksüdeeruda etaanhappeks (ja süsihappegaasiks). See tähendab, et seost alkoholide, aldehüüdide ja karboksüülhapete vahel esitada pigem skemaatiliselt (reaktsiooniskeemina), mitte reaktsioonivõrrandina.</li> <li>• Eksperimentaalselt võib alkoholide oksüdeerumist aldehüüdideks läbi viia dikromaadiga happelises keskkonnas. Seejuures ei ole taas oluline tervikliku reaktsioonivõrrandi koostamine, vaid pigem osareaktsioonide analüüs: dikromatioon käitub oksüdeerijana [<math>\text{Cr(VI)} \rightarrow \text{Cr(III)}</math>], seetõttu alkohol oksüdeerub. (Kirjeldatud reaktsiooni kulgemisele viitab lõhna muutus.) Alkoholi ja aldehüüdi oksüdeeritavust on sobiv võrrelda hõbe(I)- või vask(II)ioonide abil.</li> <li>• On eakohane suunata õpilasi arutlema, mis probleeme põhjustab alkoholi liigne tarbimine ühiskonnas ning missugune peaks olema riiklik alkoholipoliitika. Etanooli biotoime käsitlemisel pakub huvi võrdlus metanooliga.</li> <li>• Karboksüülhapete ja nende derivaatide teema põhjendus:       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) kujuneb selgem arusaam happelisuse mõistest;</li> <li>2) õpitakse eristama asendus- ja funktsionaalderivaate, toetudes amino- ja hüdrosüühapetele, amiididele ja estritele;</li> <li>3) tutvutakse looduses leiduvate ja argielus tähtsust omavate ühenditega (aminohapped valkude koostises; hüdrosüühapped viljades, ka piimhape; estrid lõhna ja maitset andvate ainetena...);</li> <li>4) antakse vajalik ettevalmistus polüestrite ja polüamiidide (sh valkude) õppimiseks.</li> </ol> </li> </ul> <p>Anorgaaniliste ja orgaaniliste hapete keemiliste omaduste võrdlemiseks sobib nii reageerimine alustega, metallidega kui ka sooladega. Seejuures on võimalik võrrelda hapete tugevust. Väga sobiv on</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

karboksüülhapete uurimiseks kasutada etaanhapet ja bensoehapet. Bensoehappe puhul suunata õpilasi võrdlema bensoehappe ja bensoaadi lahustuvust vees (ning seda põhjendama), samuti saama bensoehapet selle soolast tugevama happe lahuse abil. Eelkirjeldatud praktiline töö aitab seostada tervikuks mitmeid „Keemia aluste“ ja „Orgaaniliste ainete“ kursustes käsitletud aspekte.

- Estrite happelist hüdroolüüsi käsitletakse estrite saamisreaktsiooni pöördreaktsioonina. Estri praktiline saamine võimaldab käsitleda keemilise tasakaalu nihutamise vajadust (nt ühe lähteaine võtmine liias).
- Taas ei eelda ainekava muud kui polümeerilõigu kujutamist, kuid ajaressursi olemasolul on otstarbekas teha ka vastupidist: tuvastada polümeeri ahelalõigu struktuuri alusel monomeeri(de) struktuur. Kondensatsioonipolümeere võrreldakse liitumispolümerisatsioonil saadud polümeeridega (nt vastupidavus hapete ja leeliste toimele, lagunemine keskkonnas).
- Organismide jaoks olulisi orgaanilisi ühendeid käsitletakse pigem struktuuri seisukohalt (rasvad kui estrid, valgud kui polüamiidid, paljusid hüdroksüülrühmi sisaldavad sahhariidid), kuivõrd nende ainete rolli käsitleb eelkõige bioloogiakursus. Tähelepanu tuleb pöörata sellele, et bioloogiakursuses omandatud info biomolekulidest täieneks selge arusaamaga nende molekulide ehitusest. Õpitulemuse saavutamiseks tuvastatakse molekuli ehituse alusel, millisesse organismide jaoks vajalike ühendite rühma vastav ühend kuulub ning põhjendatakse vastust. Ühendite struktuurivalemite analüüsil toetutakse „Orgaaniliste ainete“ kursuses õpitud funktsionaalrühmadele ning reaktsioonitüüpidele. Seega kujuneb organismides esinevate ainete peatükist loomulik kokkuvõte nii „Orgaaniliste ainete“ kursusele kui keemiaõpingutele gümnaasiumis tervikuna.

### **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.

	<p><b>Õppevahendid:</b> molekulimudelid, vajalikud reaktiivid ja katsevahendid praktiliste tööde loetelus esitatud katsete läbiviimiseks.</p> <p><b>Lõiming:</b></p> <p><b>füüsika:</b> materjalide füüsikalised omadused;</p> <p><b>bioloogia:</b> rasvad, valgud, sahhariidid, nende hüdrolüüs;</p> <p><b>ühiskonnaõpetus:</b> alkoholismiga seotud ühiskondlikud probleemid.</p>
<p><b>Õppesisu</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aldehüüdid kui alkoholide oksüdeerumissaadused.</li> <li>2. Asendatud karboksüülhapped (aminohapped, hüdroksühapped) ja karboksüülhapete funktsionaalderivaadid (estrid, amiidid).</li> <li>3. Polükondensatsioon.</li> <li>4. Orgaanilised ühendid elusorganismides: rasvad, sahhariidid, valgud.</li> </ol> <p><b>Põhimõisted:</b> asendatud karboksüülhape, karboksüülhappe funktsionaalderivaat, hüdrolüüs, polükondensatsioon.</p>	
<p><b>Hindamine/Tagasiside</b></p>	