

Martin Saar

ORGAANILISED AINED

ÕPIK
GÜMNAASIUMILE



1. SÜSINIKÜHENDITE STRUKTUURI KUJUTAMINE
6. LIITUMISPOLÜMERISATSIOON

2. ALKAANID JA NENDE NOMENKLATUUR
7. KARBONÜÜLÜHENDID

8. KARBOKSÜÜLHAPPED

3. ISOMEERIA JA ALKAANIDE KEEMISTEMPERatuurID
9. ESTRID JA AMIIDID
11. SÜSINIKÜHENDID ORGANISMIDES



4. ASENDATUD ALKAANID JA NENDE FÜÜSIKALISED OMADUSED
5. KÜLLASTUMATA JA AROMAATSED SÜSIVESINIKUD
10. POLÜKONDENSATSIOON

Väljaandja kinnitab õpiku vastavust kehtivale gümnaasiumi riiklikule õppekavale ning haridus- ja teadusministri poolt õppekirjandusele kehtestatud nõuetele.

Õpik gümnaasiumile ORGAANILISED AINED

Autor: Martin Saar

Retsensendid: Neeme Katt, Katrin Soika, Sāde Viirlaid

Toimetaja: Andrus Kangro

Keeletoimetaja: Anu Kell

Joonised: Heiko Unt

Valemid: Martin Saar

Kujundus: Heisi Väljak

ISBN 978-9949-641-39-0

Maurus Kirjastus OÜ, 2019

Tartu mnt 74,

10144, Tallinn,

mobiil 59 19 6117

tellimine@kirjastusmaurus.ee

www.kirjastusmaurus.ee

Kõik õigused käesolevale väljaandele on seadusega kaitstud. Ilma autoriõiguse omaniku kirjaliku loata pole lubatud ühtki selle väljaande osa paljundada ei mehaanilisel, elektroonilisel ega muul viisil.

SISUKORD

Sissejuhatus	5
1. Süsinikuühendite struktuuri kujutamine	7
2. Alkaanid ja nende nomenklatuur	15
3. Isomeeria ja alkaanide keemistemperatuurid	22
4. Asendatud alkaanid ja nende füüsikalised omadused	28
5. Küllastumata ja aromaatsed süsivesinikud. Süsivesinike keemilised omadused	42
6. Liitumispolümerisatsioon	51
7. Karbonüülühendid	58
8. Karboksüülhapped	64
9. Estrid ja amiidid	72
10. Polükondensatsioon	78
11. Süsinikuühendid organismides	85
Sahhariidid	85
Valgud	90
Rasvad	95

maurus

Sissejuhatus

Hea kasutaja!

Suurem osa tänaseks teadaolevast enam kui 80 miljonist ainest on orgaanilised. Veel 19. sajandi alguses eristati orgaanilisi ja anorgaanilisi aineid selle põhjal, kas need moodustuvad organismide elutegevuse ja kaasnevate looduslike protsesside käigus või neid saadakse mineraalidest („eluta loodusest“). Juba 19. sajandi keskpaigaks oli selge, et selline eristamine ei ole võimalik, sest orgaanilisi aineid õnnestus valmistada anorgaanilistest ka laboris. Murranguliseks eksperimendiks loetakse selles põhimõttelises arusaamise muutuses Friedrich Wöhleri 1828. aastal läbi viidud katsed, milles tal õnnestus anorgaanilisest ainest ammooniumtsüanaadist saada uriinis leiduvat ureat (kusiainet). Sellele järgnesid peagi teiste orgaaniliste ühendite (nt värvaine aniliini, äädikhappe, sipelghappe ja rasvade) laboratoorsed sünteesid. Tänapäeval määratletakse orgaanilisi ühendeid kui süsinikuühendeid, liigitades samas süsiniku oksiidid ja süsihappe ning tema soolad anorgaanilisteks. Orgaanilise ühendi tunnuseks peetakse üldiselt C–H sideme esinemist aineosakeses.

Orgaanilise keemiaga tehakse põgusalt tutvust juba põhikoolis, kuid süsteemne õppimine – kahjuks küll vaid ühe kursuse mahu – jääb gümnaasiumisse. Sellel teel on abiks nii aineõpetaja kui loodetavasti see õpik ja juurdekuuluv töövihik. Orgaaniline keemia võib koos paljude ühendite ja nende struktuurivalemite, aineklasside ning reaktsioonitüüpidega tunduda esmapilgul keeruline. Nii kirjutas ka Wöhler 1835. aastal oma mentorile ja sõbrale Berzeliusele: „Orgaaniline keemia näib mulle kui troopiline ürgmets, täis imekspandavaid asju, otsatu padrik, millel pole väljapääsu ega lõppu.“ Kehtiv ainekava ning see õpik proovivad juhatada orgaanilise keemia juurde süsteemselt ning mõõduka tempoga, andes esmalt võimaluse tutvuda orgaaniliste ühendite struktuuri kujutamise põhialustega ning seejärel juba mõningate konkreetsete aineklassidega, sidudes vastavad teemad orgaaniliste ühendite nimetuste koostamise, füüsikaliste ja keemiliste omadustega. Orgaanilise keemia õppimine on tasuv pingutus:

mida enam teame, oskame ja mõistame, seda põnevamaks läheb! Ja mida enam mõistame seoseid orgaanilise keemia ning looduse, meie organismide koostise, toitumise ja tervise vahel, seda enam hakkame hindama orgaanilise keemia rolli tööstuses, tehnikas ja igapäevaelus, sh mugavuste võimaldamisel, aga ka meie rikkalikus kultuuripärandis.

Muidugi hõlbustab orgaanilise keemia õppimist see, et kõik eelmiste kursuste jooksul omandatud loodusseadused kehtivad loomulikult ka orgaanilise keemia „maailmas“. Orgaanilise keemia eripäraks on süsinikuühendite tõeline paljusus, mis on tingitud eelkõige süsiniku aatomite võimest luua omavahel väga erineva pikkuse ja kujuga püsivaid ahelaid. Orgaaniliste ühendite paljususe tõttu ning kehtiva õpikäsituse kontekstis on eriti oluline rõhutada, et õpikus esitatud rohked illustreerivad näited konkreetsetest orgaanilistest ühenditest ja nende struktuurivalemitest ei ole päheõppimiseks. Esitatud näited aitavad selgitada olulisemaid seaduspärasusi ja põhimõtteid, toetavad orgaanilise keemia kirjaoskuse omandamist, aitavad mõista orgaaniliste ühendite ja orgaanilise keemia tähtsust meid ümbritsevas maailmas ning annavad „liha luudele“. Loodetavasti aitavad toodud näited õppida tundma võtmetähtsusega funktsionaalrühmi, eristama molekuli ehituses olulisemaid tunnuseid vähemtähtsatest ning prognoosima ühendite omadusi nende (molekulide) ehitusest lähtuvalt.

Aitäh kõikidele Tallinna Reaalkooli ja Gustav Adolfi Gümnaasiumi õpilastele, kellega koostöö on ladunud vundamendi selle õpiku kirjutamiseks. Südamlik tänu kuulub põhjalikele retsensentidele ja toimetajatele, kelle abi on olnud hindamatu. Kõik õpikut puudutavad üldised ja konkreetsete märkused, parandused ja soovitusel nii õpetajatelt kui ka õpilastelt on väga oodatud e-posti aadressil martin.saar@real.edu.ee.

Palju jaksu keemiaõpingutes kui tõelist vaimset naudingut pakkuvas tegevuses!

Autor

1. Süsinikuühendite struktuuri kujutamine

Mis keemiliste elementide aatomid on orgaaniliste ainete molekulides kõige levinumad?

Orgaanilisteks aineteks nimetatakse üldiselt süsinikuühendeid, mis sisaldavad C–H sidet. Neli levinumat keemilist elementi, mille aatomid esinevad orgaaniliste ainete molekulides, on süsinik (C), vesinik (H), hapnik (O) ja lämmastik (N). Lisaks võivad orgaaniliste ainete molekulid sisaldada väävli (S), fosfori (P), halogeenide (F, Cl, Br, I) ja teiste keemiliste elementide aatomeid.

Nelja levinuma keemilise elemendi aatomite esinemiskujud orgaanilistes molekulides on koondatud tabelisse.

Piir orgaaniliste ja anorgaaniliste ainete vahel on kokkuleppeline. Enamasti loetakse ka CCl_4 orgaaniliseks aineks, kuigi selles puuduvad C–H sidemed. Süsiniku oksiidid, süsihape ja selle soolad liigitatakse anorgaaniliste ainete hulka.

Keemiline element	Süsinik C	Lämmastik N	Hapnik O	Vesinik H
iseloomulik kovalentsete sidemete arv	neli	kolm	kaks	üks
täppskeem (väliskihi elektronid)	$\cdot\dot{\text{C}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{N}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{O}}\cdot$	$\text{H}\cdot$
aatomite esinemiskujud	neli üksiksidet* $\begin{array}{c} \\ -\text{C}- \\ \end{array}$ üks kaksikside, kaks üksiksidet $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\diagdown \end{array}$ üks kolmikside, üks üksikside $\begin{array}{c} \text{---C}\equiv \\ \text{---C}\equiv \end{array}$	kolm üksiksidet $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{N}-\diagdown \end{array}$ üks kaksikside, üks üksikside $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{N}=\diagdown \end{array}$ üks kolmikside $\text{N}\equiv\text{---}$	kaks üksiksidet $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{O}-\diagdown \end{array}$ üks kaksikside $\text{O}=\text{---}$	üks üksikside $\text{H}\text{---}$

* Üksikside on kahe aatomi vaheline kovalentne side, mille moodustab üks ühine elektronipaar; kaksiksideme moodustab kaks ühist elektronipaari ning kolmikside kolm ühist elektronipaari.

Halogeenide aatomitele on iseloomulik moodustada orgaaniliste ainete molekulides üks kovalentne side.

Millise kujuga võivad olla süsinikahelad?

Süsiniku aatomid moodustavad omavahel ühinedes erineva pikkusega püsivaid ahelaid. See on üks süsinikuühendite paljususe põhjustest. Teiste keemiliste elementide aatomitele selline omadus iseloomulik ei ole.

Eristatakse hargnemata (lineaarset), hargnenud ja tsüklilist süsinikahelat.

Süsinikahela kuju	Hargnemata	Hargnenud	Tsükliline
näide orgaanilisest ühendist	$\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\ & & & & & & & & & \\ \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{H} \\ & & & & & & & & & \\ & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\ & & & & & & & \\ \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{H} \\ & & & & & & & \\ & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\ & & & & & & & & & & & \text{H} \\ & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{ccccccc} & & & \text{H} & & & \\ & & & & & & \\ & \text{H} & & \text{C} & & \text{H} & \\ & & & & & & \\ \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{H} \\ & & & & & & \\ & \text{H} & & \text{C} & & \text{C} & \\ & & & & & & \\ & & & \text{H} & & \text{H} & \end{array}$
süsinikahela kuju selgitus	iga süsiniku aatom (v.a otsmised aatomid) on seotud vaid kahe süsinikuaatomiga	üks või enam süsiniku aatomit on seotud kolme või nelja süsiniku aatomiga	süsinikahel on „kinnine“ ehk „suletud“

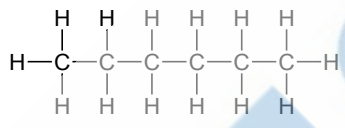
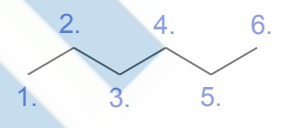
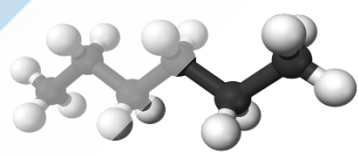
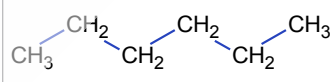
Kuidas väljendatakse molekulide koostist ja ehitust?

Molekulide koostise ja ehituse väljendamiseks kasutatakse erinevaid valemeid. Vaatleme esmalt erinevat tüüpi (struktuuri-) valemeid heksaani näitel.

Heksaan on süsivesinik, mille molekulis on kuus süsiniku aatomit, kusjuures aatomite vahel esinevad vaid üksiksidemed. Heksaan on üks mootorikütuse bensiini komponente. Heksaani kui mittepolaarset lahustit kasutatakse toiduõlide eraldamiseks seemnetest, nt soja- ja päevalilleõli tootmisel. Järgnevas tabelis on esitatud kolm peamist struktuurivalemi tüüpi ehk viisi, kuidas kujutada orgaanilise ühendi molekuli ehitust (struktuuri).

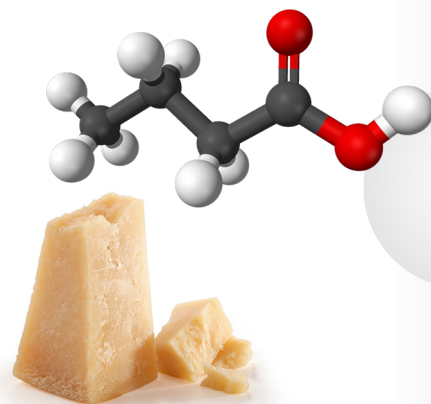


Sojaubadest eraldatakse õli heksaani abil.

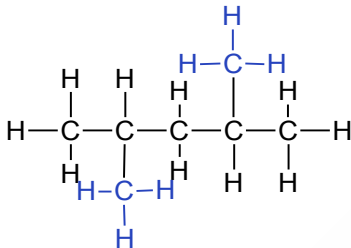
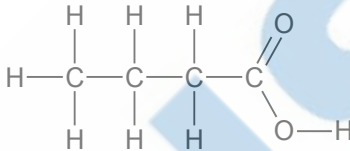
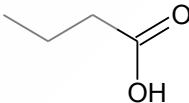
Väljendusviis	Näide: heksaan
Tasapinnaline ehk klassikaline struktuurivalem näitab kõiki molekuli koostises olevaid aatomeid vastavate elementide tähistega ja kõiki nendevahelisi sidemeid sirglõikudega (kriipsukestega).	
Lihtsustatud struktuurivalemis võetakse kokku iga süsiniku juurde kuuluvad aatomid või aatomite rühmad; tavaliselt kujutatakse välja süsinikevahelised kordsed sidemed (mõnikord näidatakse ka süsinikevahelised sidemed). Lihtsustatud struktuurivalemis võib molekuli ehituses korduva lõigu kirjutada sulgudesse ja märkida indeksiga korduvuste arvu.	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$ ehk $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ehk $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$
Graafilise kujutise korral tähistab sirglõik kovalentset sidet ning süsiniku aatomid ja nendega seotud vesiniku aatomid jäetakse märkimata. See tähendab, et iga sirglõigu ots ja murdekoht märgibki süsiniku aatomit koos tema juurde kuuluvate vesiniku aatomitega. Teiste elementide (nt O, N...) aatomid kirjutatakse välja koos nendega seotud vesiniku aatomitega. Graafilise kujutise aluseks on süsinikahela projektsioon tasapinnale. Selle selgituseks on lisatud heksaani molekuli-mudel ja lihtsustatud struktuurivalem, mis annab paremini edasi süsiniku aatomite vahelisi nurki heksaani molekulis.	 Selgitus:  

Summaarne (molekuli)valem ehk brutovalem näitab, mitu vastava keemilise elemendi aatomit ühendi molekulis kokku on. Heksaani summaarne valem on C_6H_{14} .

Vaatleme veel kahe mõnevõrra keerulisema ehitusega molekuli struktuuri kujutamisevõimalusi. Teeme seda hargnenud süsinikahelaga süsivesiniku 2,4-dimetüülpentaani ja karboksüülhappe butaanhappe näitel. Selguse mõttes on 2,4-dimetüülpentaani tasapinnalises ja lihtsustatud struktuurivalemis esitatud peaahelasse mittejäädav aatomirühmitused värviliselt. Butaanhappe rahvapärane nimetus võihape viitab sellele, et see eraldati esmakordselt võist. Võihape on spetsiifilise ebameeldiva lõhnaga. Butaanhapet sisaldab näiteks Parmesani juust.



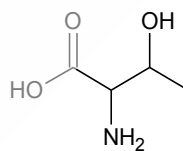
Butaanhappe molekulimudel ja butaanhapet sisaldav Parmesani juust

Väljendusviis	2,4-dimetüülpentaan	Butaanhape
tasapinnaline struktuurivalem		
lihtsustatud struktuurivalem	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ehk $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ Peaahelasse mittejäävad aatomirühmad kirjutatakse sulgudesse.	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ehk $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
graafiline kujutis		

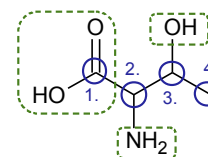
2,4-dimetüülpentaani summaarne valem on C_7H_{16} ning butaanhappel $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.

Kuidas tõlgendada graafilise kujutise abil molekuli ehitust?

Esitatud on valkude koostises esineva aminohappe treoniini graafiline kujutis:



graafiline kujutis



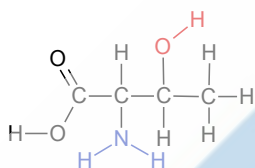
graafilise kujutise analüüs:

Läätсед sisaldavad treoniini.

Treoniini sisaldub märkimisväärselt nt läätsedes, samuti looma-, sea- ja linnulihas ning kalas.

1. Treoniini molekulis on **neli süsiniku aatomit**, mis on omavahel seotud üksiksidemete abil. Need on märgitud analüüsis siniste ringikestega ja tähistatud 1.–4.
2. Esimene süsiniku aatom on seotud kaksiksidemega hapniku aatomiga ning üksiksidemega hapniku aatomiga, mis omakorda on seotud vesiniku aatomiga. See rühm on põhikoolist tuttav **karboksüülrühm**.
3. Teine süsiniku aatom on seotud üksiksidemega lämmastiku aatomiga, mis omakorda on seotud kahe vesiniku aatomiga. Seda rühma nimetatakse **aminorühmaks**.
4. Kolmas süsiniku aatom on seotud hapniku aatomiga, mis omakorda on seotud ühe vesiniku aatomiga. See rühm on põhikoolist tuttav **hüdroksüülrühm**.
5. Neljanda süsiniku aatomi juures pole midagi märgitud, järelikult on see seotud vaid vesiniku aatomitega. Ka teiste süsiniku aatomite puhul tuleb meeles pidada, et nendega seotud vesinike aatomeid pole märgitud. Nende arvu tuvastamine lähtub teadmisest, et süsinik moodustab neli sidet.

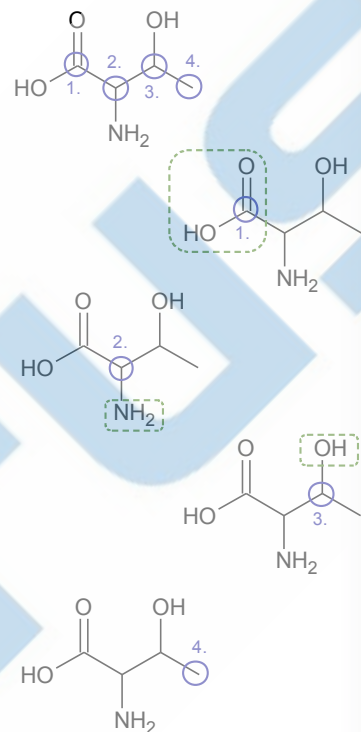
Eelneva analüüsi põhjal saame koostada treoniini tasapinnalise ja lihtsustatud struktuurivalemi.

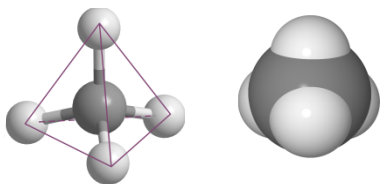


Mis on erinevat tüüpi struktuurivalemite eelised ja puudused?

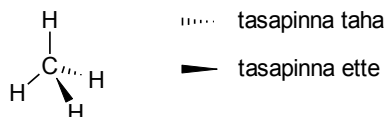
Tasapinnalise struktuurivalemi eeliseks on detailne molekuli ehituse kirjeldamine, ent selle koostamine on ajamahukas, võtab palju ruumi ega pruugi olla eriti ülevaatlik.

Lihtsustatud struktuurivalemi eelis võrreldes tasapinnalisega on aja- ja ruumisääst ning kindlasti ülevaatlikkus. Näiteks rasvhappe steariinhappe molekuli ehituse kirjeldamiseks on lihtsustatud struktuurivalem sobivam.

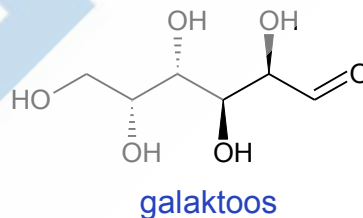
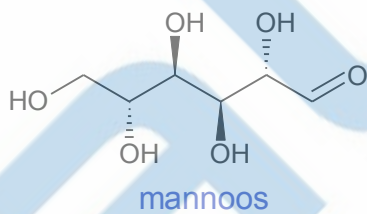
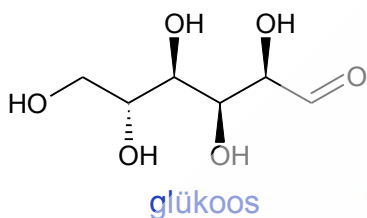




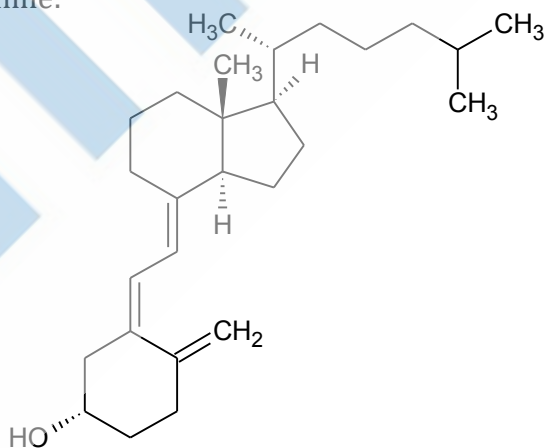
Ruumilise struktuurivalemi abil kujutatakse seda järgmiselt:



Aatomite ja aatomirühmituste ruumiline paigutus molekulides on väga oluline. Näiteks suhkrud glükoos, mannoos ja galaktoos erinevad üksteisest just aatomirühmituste ruumilise paigutuse poolest. Selle kursuse raames molekulide ruumilisele ehitusele erilist tähelepanu ei pöörata – sellesse saate süveneda „Elu keemia“ valikkursuses.



Graafilises kujutises kirjutatakse mõnikord välja ka ahela otspunktides asuvad süsiniku aatomid koos vastavate vesiniku aatomitega. Vitamiin D₃ graafiline kujutis, mis kajastab ka mitmete aatomite ja aatomirühmade ruumilist paigutust, näeb sel juhul välja järgmine:



Kokkuvõte

1. Orgaaniline keemia on süsinikuühendite keemia. Orgaanilised ained sisaldavad (enamasti) C–H sidet.
2. Süsiniku aatomid moodustavad orgaaniliste ainete molekulides neli kovalentset sidet. Süsiniku aatomid võivad moodustada nii üksik-, kaksik- kui ka kolmiksidemeid.
3. Lisaks süsiniku aatomitele sisaldavad orgaanilised ained vesiniku aatomeid. Mitmetes orgaanilistes ühendites esinevad ka hapniku, lämmastiku, fosfori, väävli ja/või halogeenide aatomid.
4. Tasapinnalises ehk klassikalises struktuurivalemis kirjutatakse välja kõik aatomid ja nende vahelised keemilised sidemed.
5. Lihtsustatud struktuurivalemis kirjutatakse kokku iga süsiniku aatomi juurde kuuluvad aatomid või aatomite rühmad.
6. Graafilises kujutises tähistab sirglõik kovalentset sidet ning süsiniku aatomid ja nende seotud vesiniku aatomid jäetakse märkimata: iga sirglõigu ots ja murdekoht märgib süsiniku aatomit koos juurde kuuluvate vesiniku aatomitega. Teiste elementide aatomid kirjutatakse koos nendega seotud vesiniku aatomitega välja.

Selle õppetüki läbimise järel:

- kasutate erinevaid molekuli kujutamise viise: lihtsustatud struktuurivalem, tasapinnaline ehk klassikaline struktuurivalem, molekuli graafiline kujutis.

2. Alkaanid ja nende nomenklatuur

Süsivesinikud on kõrgelt hinnatud kütused. Paratamatult kaasneb kütuste transpordi, hoiustamise ja käitlemisega riske. Kõik Tallinnas asuvad A-kategooria suurõnnetuse ohuga ettevõtted tegelevad naftasaadustega. Üks selliseid ettevõtteid on AS Propaan, mis müüb vedelgaasi. Vedelgaasi komponendid on tuleohtlikud propaan ja butaan. Selles õppetükis saate teada, kuidas on seotud alkaanide molekulide struktuurivalemid ja nende nimetused.

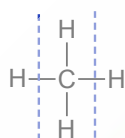
Mis on alkaanid?

Süsivesinike molekulid koosnevad ainult süsiniku ja vesiniku aatomitest.

Alkaanid on süsivesinikud, mis sisaldavad **ainult** üksiksidemeid.

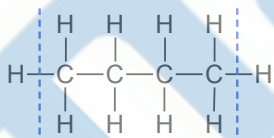
Alkaane nimetatakse küllastunud süsivesinikeks – nende molekulides on iga süsiniku aatom seotud maksimaalse arvu vesiniku aatomitega. Hargnemata ja hargnenud süsinikahelaga alkaanide molekulide (summaarne) üldvalem on C_nH_{2n+2} (n märgib süsiniku aatomite arvu). Seda selgitab järgmine joonis: alkaanide molekulides on iga süsiniku aatomiga seotud kaks vesiniku aatomit ja lisaks molekuli kummaski otsas veel üks vesiniku aatom (joonisel eraldatud punktiirjoonega).

Tsükliliste (täpsemalt ühte tsüklit sisaldavate) alkaanide üldvalem on C_nH_{2n} .



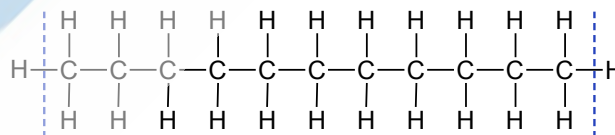
$n = 1$

CH_4



$n = 4$

C_4H_{10}



$n = 11$

$C_{11}H_{24}$

Kuidas koostada hargnemata süsinikahelaga alkaanide nimetusi?

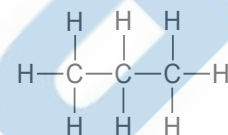
IUPAC'i nomenklatuuriireeglistikus vastab igale süsiniku aatomite arvule kindel tüvi. Alkaani nimetuse koostamisel lisatakse sellele tüvele alkaani tunnusena liide **-aan**. Esimese kaheteistkümne alkaani kohta on kokkuvõtlik info koondatud järgnevasse tabelisse:

IUPAC ehk International Union of Pure and Applied Chemistry (Rahvusvaheline Puhta ja Rakenduskeemia Liit) on rahvusvaheline keemikute esindusorganisatsioon.

Süsinike arv	Alkaani valem	Alkaani tüvi	Alkaani nimetus
1	CH ₄	met-	meta aan
2	C ₂ H ₆	et-	eta aan
3	C ₃ H ₈	prop-	propa aan
4	C ₄ H ₁₀	but-	buta aan
5	C ₅ H ₁₂	pent-	penta aan
6	C ₆ H ₁₄	heks-	heksa aan
7	C ₇ H ₁₆	hept-	hepta aan
8	C ₈ H ₁₈	okt-	okta aan
9	C ₉ H ₂₀	non-	nona aan
10	C ₁₀ H ₂₂	dek-	deka aan
11	C ₁₁ H ₂₄	undek-	undeka aan
12	C ₁₂ H ₂₆	dodek-	dodeka aan



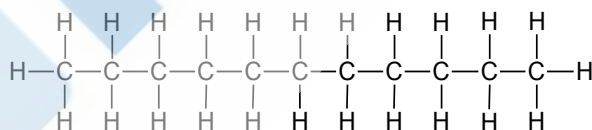
Matkapliit



Kahe järgmise näite varal on selgitatud hargnemata süsinikahelaga alkaanide nimetuste koostamist.

1. Molekul koosneb vaid süsiniku ja vesiniku aatomitest: süsivesinik.
2. Molekulis on aatomid seotud vaid üksiksidemetega: alkaan; tunnus liide **-aan**.
3. Molekulis on kolm süsiniku aatomit: nimetuses sõnatüvi **prop-**. Ühendi nimetus on **propan**.

Propani ja butaani segu kasutatakse balloongaasina. Seda on mugav kasutada grillgaasina ja toidu valmistamiseks nii piknikul kui matkal.

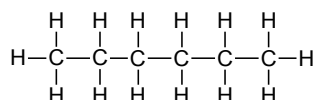


1. Tegemist on alkaaniga: koosneb vaid süsiniku ja vesiniku aatomitest ning sisaldab vaid üksiksidemeid.
2. Molekuli koostises on üksteist süsiniku aatomit: **undekaan**.

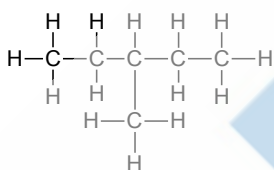
Undekaan kuulub petrooleumi koostisesse. Seda kasutatakse lennukikütusena, mõningates riikides (nt Jaapanis) kodude kütmiseks ja ka toidu valmistamiseks (nt Indias). Ajaloost on tuttavad ka petrooleumilambid, mis võeti kasutusele 19. sajandi teisel poolel.

Kuidas koostada hargnenud süsinikahelaga alkaanide nimetusi?

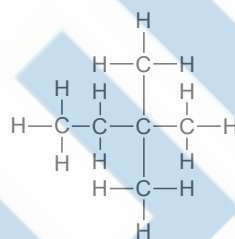
Kuuest süsiniku aatomist saab koostada erineva molekuli ehituse ehk struktuuriga alkaane, sh nii hargnemata kui ka hargnenud ahelaga ühendeid:



ühend nr 1



ühend nr 2

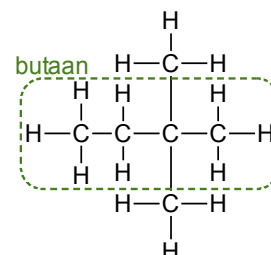
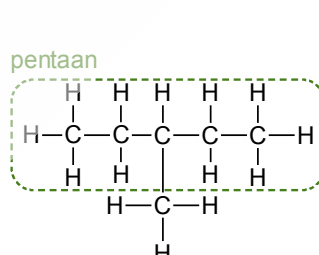


ühend nr 3

Hargnemata ahelaga ühendi nr 1 nimetus on heksaan.

Järgnevalt käsitleme hargnenud ahelaga alkaanide (ühendid nr 2 ja nr 3) nimetuste koostamist.

1. Mis on pikim süsiniku aatomitest moodustunud hargnemata ahel? Seda käsitletakse **peaahelana** ja vastav süsivesinik on **tüviühend**. Ühendis nr 2 on selleks viiest süsiniku aatomist koosnev ahel; tüviühend on pentaan. Ühendis nr 3 sisaldab peaahel nelja süsiniku aatomit, tüviühend on butaan.

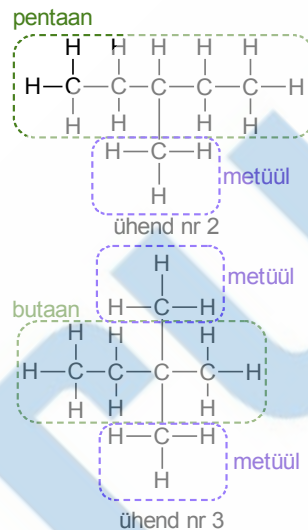


Petrooleumilamp

2. Mis aatomid või aatomirühmad jäävad peaahelast välja?

Neid aatomeid või aatomirühmi, mis on asendanud tüviühendis vesiniku aatomi, nimetatakse **asendusrühmadeks**.

Nii ühendis nr 2 kui ühendis nr 3 on nendeks rühm $-CH_3$. Seda rühma vaatleme kui lihtsaimast alkaanist ehk metaanist CH_4 tuletatud rühma: eemaldades CH_4 molekulist ühe vesiniku aatomi, saamegi $-CH_3$ rühma. Alkaanist tuletatud asendusrühma ehk **alküülrühma** nimetamiseks lisatakse süsiniku aatomite arvu tähistavale sõnatüvele järelliite **-üül**. Ühendites nr 2 ja nr 3 on asendusrühmaks seega metaanist tuletatud metüülrühm.



3. Kuidas nummerdada peaahela süsiniku aatomeid ehk mitmes süsiniku aatom on seotud asendusrühmaga?

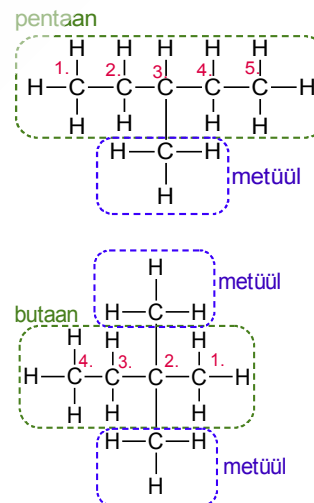
Peaahela süsiniku aatomid nummerdatakse ahela ühest otsast alustades nii, et asendusrühmadega seotud süsiniku aatomid saaksid võimalikult väiksed **kohanumbrid**.

Ühendis nr 2 on nii vasakult kui ka paremalt poolt nummerdades metüülrühmaga seotud 3. süsiniku aatom.

Ühendi nimetus on **3-metüülpentaan**.

Ühendi nr 3 puhul tuleb alustada peaahela nummerdamist paremalt poolt: sellisel juhul on asendusrühmad seotud teise (ja mitte kolmanda) süsiniku aatomiga. Ühesugused asendusrühmad võetakse nimetuses kokku, kasutades nende arvu märkimiseks mittemetallioksiidide nimetustest tuttavaid eesliiteid (di-, tri-, tetra-, ...), kuid iga asendusrühma kohanumber märgitakse siiski eraldi nimetusse.

Ühendi nimetus on **2,2-dimetüülbutaan**.

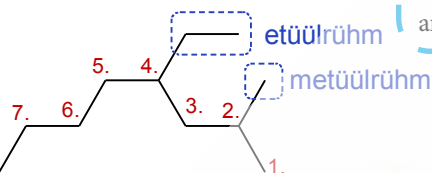


Hargnenud ahelaga alkaanide nimetuste üldkuju on niisiis:

kohanumber-asendusrühm-tüviühend

Kui molekulis on mitu erinevat asendusrühma, märgitakse need ühendi nimetuses **tähestikulises** järjekorras.

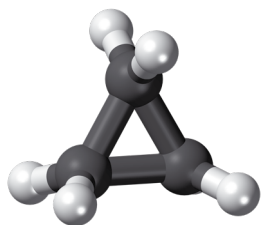
Ühesuguste asendusrühmade hulka märkivaid liiteid di-, tri- jne tähestikulise järjekorra määramisel ei arvestata.



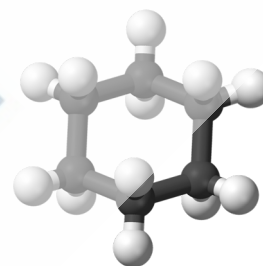
Ühendi nimetus on: 4-etüül-2-metüül-oktaan: 8.

Kuidas koostada tsüklilise ahelaga alkaanide nimetusi?

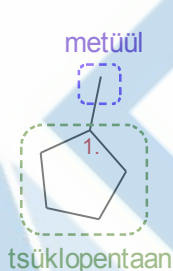
Tsükliliste alkaanide nimetamisel võetakse peaahelaks tsükel ning tüviühendi nimetamisel lisatakse vastavat arvu süsiniku aatomeid sisaldava alkaani nimetusele eesliide **tsüklo-**.



tsüklopropan tsüklobutaan tsüklopentaan tsükloheksaan



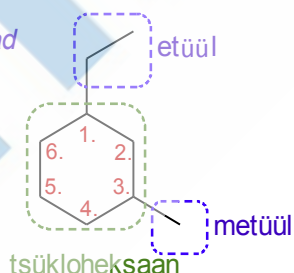
Tsüklilise ahela korral alustatakse nummerdamist sellest süsiniku aatomist, mis on seotud asendusrühmaga. Kui asendusrühmi on mitu, nummerdatakse tsükliline ahel sellises suunas, et kõigi asendusrühmade kohanumbrid oleksid võimalikult väikesed.



1-metüültsüklopentaan
ehk metüültsüklopentaan

asendusrühmad

tüviühend



1-etüül-3-metüültsüklopentaan

2,2,4-trimetüülpentaan on standardaine kütuste oktaaniarvu määramisel: selle oktaaniarv on 100, kusjuures heptaani oktaaniarv on 0. Oktaaniarv näitab kütuse detonatsioonikindlust.



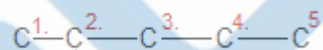
Erineva oktaaniarvuga mootorikütused

Kuidas koostatakse nimetuse põhjal struktuurivalemit?

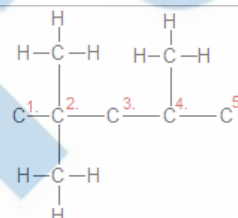
Ühendi süstemaatilise nimetuse põhjal struktuurivalemi koostamiseks selgitatakse esmalt välja tüviühendi kaudu peaahele süsiniku aatomite arv. Seejärel lisatakse asendusrühm(ad) õige kohanumbriga süsiniku aatomi(te) külge.

Vaatleme näitena 2,2,4-trimetüülpentaani struktuurivalemi koostamist.

1. Mis on tüviühend?
Tüviühend on pentaan ja seega on peaaheles viis süsiniku aatomit.

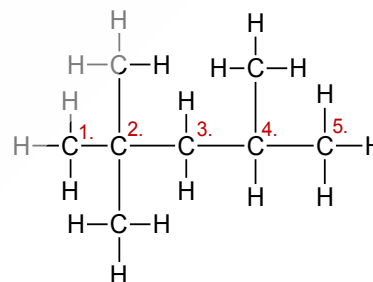


2. Mis on asendusrühmad?
Asendusrühmadeks on kolm metüülrühma, millest kaks on seotud 2. süsiniku ja üks 4. süsiniku aatomiga.



3. Mitme vesiniku aatomiga on iga süsiniku aatom seotud?
Viimasena lisatakse vesiniku aatomid nii, et iga süsiniku aatomil oleks neli sidet.

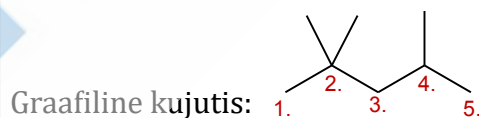
Tasapinnaline struktuurivalem:



Lihtsustatud struktuurivalem: $\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \overset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$

ehk $\text{CH}_3 - \text{C}^1(\text{CH}_3)_2 - \text{C}^2\text{H}_2 - \text{C}^3\text{H}(\text{CH}_3) - \text{C}^5\text{H}_3$

Sageli kirjutatakse lihtsustatud struktuurivalem ka nii: $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$



Molekulimudel:

