

Biomakromolekulid: struktuurist omadusteni

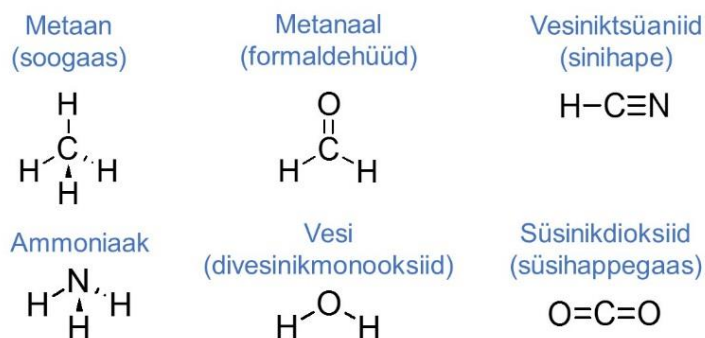
Konsept iseseisvaks läbitöötamiseks enne loengut
„Biomakromolekulid: struktuurist omadusteni“ (noorem rühm)

Darja Lavõgina

1. Põhibioelemendid

Elusorganismides on kõige levinumad neli elementi: H, O, N ja C. Need suudavad edukalt moodustada **kovalentseid sidemeid**, seejuures on üks vesinikuaatom võimeline moodustama maksimaalselt 1 sellise sideme, hapnikuaatom 2 sidet, lämmastikuaatom 3 sidet ning süsinikuaatom 4 sidet (Joonis 1). Süsinikust saab seejuures moodustada põhimõtteliselt piiramata pikkusega ahelaid, mille „selgrooks“ on süsinik-süsinik sidemed.

Ruumiliselt võivad süsiniku sidemed paigutada aatomi ümber erineval viisil: neli üksiksidet, kaks üksiksidet ja üks kaksikside, kaks kaksiksidet või siis üks kolmikside ja üks üksikside. Kõik need omadused võimaldavad kokku panna H, O, N ja C aatomitest piiramatul hulgal erineva koostisega ning seega ka erinevate omadustega molekule – sealhulgas biomakromolekule (süsivesikud, valgud, nukleiinhapped ja lipiidid), mida vaatame pikemalt loengus.



Joonis 1. Sidemete arvud, mida H, O, N ja C aatomid tüüpiliselt moodustavad (vastavalt 1, 2, 3 ja 4 sidet). Kuna kovalentsed sidemed kui suure elektrontihedusega alad eelistavad paigutada üksteisest võimalikult kaugelt, võib eristada tetraeedrilist süsinikku (4 üksiksidet), plaaarset süsinikku (kaks üksiksidet ning üks kaksikside) ning lineaarset süsinikku (üks üksikside ja üks kolmikside või kaks kaksiksidet). Hapnikuaatom võib anda nii ühe kaksiksideme (nagu formaldehüüdis) kui kaks üksiksidet (nagu vees). Lämmastik võib anda nii ühe kolmiksideme (nagu sinihappes) kui kolm üksiksidet (nagu ammoniaagis). Vee ja ammoniaagi molekulide ruumiline kuju tuleneb sellest, et nii hapnikul kui lämmastikul on väliskihil lisaks kovalentsete sidemete moodustumise kaudu saadud elektronidele piisavalt palju oma elektrone, mis moodustavad elektrontihedaid alasid (nn vabad elektronpaarid).

Lisaks eelmainitud H, O, N ja C nelikule, kuuluvad inimorganismi **põhibioelementide** hulka ka P ja S (fosfor suudab anda maksimaalselt 5 kovalentset sidet, väävel 6).

2. Orgaaniliste ainete struktuurivalemite kirjutamine

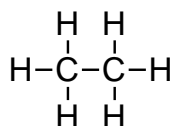
Kuna lõviosa keemilistest sidemetest, mis leiduvad orgaaniliste ühendite koostises, on kovalentsed sidemed, siis võib orgaanilise ühendi puhul täpselt näidata, millise aatomiga või milliste aatomitega on üks aine struktuuri kuuluv aatom keemilisi sidemeid pidi ühendatud.

Orgaaniliste ainete molekulide kujutamiseks on mitmeid viise. Näiteks saab orgaanilise molekuli struktuuri esitada nn **lihtsustatud kujul**, kus ainet moodustavad süsinikuaatomid on asendajatega koos lihtsalt üksteise järel kirjutatud, näiteks:

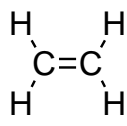
- etaan: CH₃CH₃
- etanool: CH₃CH₂OH

Nii on aga halb eristada aatomite vahel esinevaid kordseid sidemeid ning kirjutada üles pikki hargnevaid ahelaid.

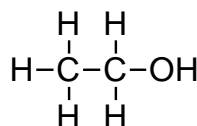
Samuti saab ühendi struktuuri näidata **tasapinnalise struktuurivalemi** abil, mille puhul on täpselt näidatud, mis aatomid omavahel ühenduses on ning mitmekordne side aatomite vahel esineb:



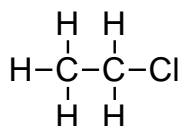
etaan



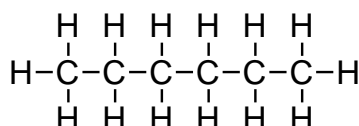
eteen



etanool



kloroetaan




heksaan

Kuna aga suuremate molekulide puhul on kõigi süsinike ja vesinike väljakirjutamine tülikas, siis kasutatakse sageli nn **graafilisi struktuurivalemeid**. Sellisel juhul kirjutatakse ühendi struktuur üles nii, et süsiniku- ja vesinikuaatomi tähised jäetakse ära. Kovalentset sidet kahe süsinikuaatomi vahel näidatakse joonena:

Ühendi nimetus	Ühendi tasapinnaline valem	Ühendi graafiline valem
etaan	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	—

Kui ühendis on mitu järjestikust süsinik-süsinik sidet, siis paigutatakse jooned sikk-sakina:

Ühendi nimetus	Ühendi tasapinnaline valem	Ühendi graafiline valem
heksaan	$\begin{array}{ccccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\ & & & & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \end{array}$	

Pane tähele, et graafilises struktuurivalemis paiknevad sidemete ristumiskohtades ning ahela otstes süsinikuaatomid. Kuna on teada, et üks süsinik annab maksimaalselt neli sidet, siis saab vesinikuaatomite arvu iga süsiniku ümber selle järgi kindlaks teha. Loe üle, mitu kriipsukest on huvipakkuva süsinikuaatomi juures: kui neid on neljast vähem, siis tuleb tähistamata sidemetena „juurde mõelda“ süsinik-vesinik sidemed.

Kui süsinike vahel esinevad kordsed sidemed, siis tähistatakse need graafilises valemis kordsete joontega:

Ühendi nimetus	Ühendi tasapinnaline valem	Ühendi graafiline valem
eteen	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	=

Kõigi muude keemiliste elementide aatomite (ehk nn heteroaatomite) jaoks kirjutatakse sümbolid välja:

Ühendi nimetus	Ühendi tasapinnaline valem	Ühendi graafiline valem
kloroetaan	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}-\text{Cl} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	

Erandina kirjutatakse välja need vesinikud, mis on seotud heteroaatomitega:

Ühendi nimetus	Ühendi tasapinnaline valem	Ühendi graafiline valem
etanool	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}-\text{OH} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	

Kas siis nii lihtne see asi ongi? Esmalähenduses küll, kuigi tegelikult saab graafiliste struktuurivalemite abil näidata teatud määral ka molekulide ruumilist kuju – näiteks geomeetriliste ja optiliste isomeeride puhul. Nende teemadega tegeleme aga gümnaasiumi lõpuklasside jaoks mõeldud olümpiaadikursustel.

Kirjandus, mida võib lisaks lugeda:

- <https://et.wikipedia.org/wiki/Struktuurivalem>
- https://et.wikipedia.org/wiki/Graafiline_struktuurivalem
- https://www.teaduskool.ut.ee/sites/default/files/teaduskool/oppetoo/sissejuhatus_organilisse_keemiasse_2017_2018.pdf (edasijõudnutele)
- https://www.teaduskool.ut.ee/sites/default/files/teaduskool/oppetoo/funktsionaalsed_ruhmad_i_osa_2016_2017.pdf (edasijõudnutele)