

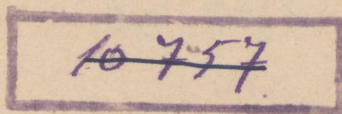
ORGAANILINE KEEMIA

KESKKOOLI III KLASSI KURSUS

HARIDUSMINISTEERIUMI ÕPPEKAVA JÄRGI

J. KUUSK

KOLMAS TRÜKK



TALLINNAS 1927

Kirjastuse o.-ü. „Täht“ trükk, Tallinnas.

2



A-5123

EESÕNA.

Eesolev raamat on säetud kokku samasuguse eesmärgiga nagu sama autori „Keemia ja mineraloogia“: olla abiks õpilastele tunnis läbitöötatu meeletuletamiseks ja kordamiseks. Sellega on seletatav tema jutustav ja kirjeldav iseloom.

Materjaali läbitöötamisel on pandud päärõhk praktilisele küljele, kuna teoreetiline on vähendatud miinimumini. Viimase koht olgu ülikoolis. On hoitud keeruliste vormelite asjata tarvitamisest. Ainete saamise (valmistamise) kirjeldused on määratud nende praktiliseks kasutamiseks (mitte aga õppimiseks).

Raamat sisaldab kõik Haridusministeeriumi õppekavas ettenähtud materjaali (pääle toiduainete ja arstirohtude), kuid järje suhtes ta erineb mainitud kavast rohkem kui autori eelnimetatud töö. See oli tarviline sideme loomiseks üksikute osade vahele. (Ainult lõpus ei olnud enam võimalik siduda uusi osi eelmistega). Samal põhjusel tuli täiendada isegi kavas antud materjaal mõne palaga. Tsüklilised ühendid on esitatud samas järjes kui atsüklilised. See on õpilastele suureks hõlbustuseks selle osa läbivõtmisel.

AUTOR.

21. oktoobril 1925.

SISSEJUHATUS.

Mitmesuguste protsesside tagajärjel tekib organismides, s. o. taimedes ja loomades mitmesuguseid aineid, millest tuttavamad: valkained (munavalged, valgud), süsivesinikud (suhkur, tärklis jt.) ja rasvad. Nende ainete tekkimist eluta looduses pole märgata. Seepärast nimetatakse neid orgaanilisiks ja seda osa keemiat, mis käsitab neid, orgaaniliseks keemiaks.

Endisel ajal ei osatud valmistada ühtki neist kunstlikult; peeti seda isegi täiesti võimatuks. Arvati, et nad võivad tekkida ainult organismides mingisuguse elujõu mõjul. Kuid ligi sada aastat tagasi (1828) keemikul Wöhleril õnnestus valmistada kunstlikul teel üks looma kehas tekkiv aine — karbamiid (kusinik). Esialgu see ei äratand suurt tähelepanu, aga kui möödunud aastasaja keskel teistel keemikutel õnnestus valmistada veel muid orgaanilisi aineid nagu äädikhapet ja isegi rasva, siis tuldi otsusele, et nende tekkimiseks mingit iseäralist elujõudu ei ole vaja, vaid et orgaanilised ained alluvad oma tekkimises samadele tingimustele nagu anorgaanilisedki. Nüüd on jõutud niikaugele, et võidakse valmistada kunstlikult pea kõiki orgaanilisi aineid. Seega on kadund vahe orgaanilise ja anorgaanilise keemia vahel.

Kõik orgaanilised ained sisaldavad süsinikku. Seepärast kutsutakse seda osa keemiast ka süsinikühendite

keemiaks. Süsiniku ühendeid on väga palju (tuntakse üle sajatuhande). Enamasti nende molekulid on väga suured. Paljud koostuvad kümnetest, isegi sadadest aatomitest. Neis esineb mõnesid iseärasusi, mis puuduvad anorgaanilistel ainetel. Näit. nad laguvad võrdlemisi madalas temperatuuris ning on üldse vähe vastupidavad keemilistele ja füüsilistele mõjudele. Mitmeil neist on ühesugune koosseis, kuid isesugused omadused. Nii on harilikul piiritusel ja metüüleetril — kahel täiesti isesuguste omadustega ainel — ühesugune keemiline koosseis: C_2H_6O . Mainitud iseärasuste tõttu ja ainult puhtmeetodilistel põhjustel käsitatakse neid süsiniku ühendeid eraldi, lahus nii-nimetatud anorgaanilisest keemiast.

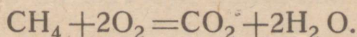
Süsivesinikud.

Süsivesinikkudeks kutsutakse orgaanilisi ühendeid, mis koostuvad ainult süsinikust ja vesinikust.

Piirilised süsinikud.

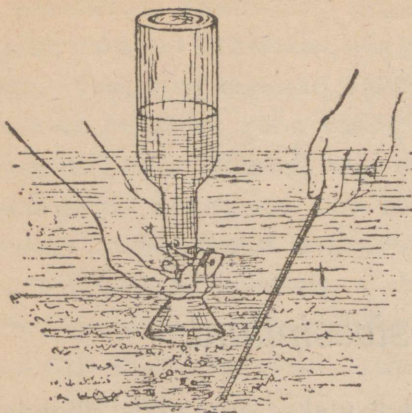
Nii nimetatakse süsiniku ja vesiniku ühendeid, milles süsinik ei ühenda enam uusi vesiniku ega teiste ainete aatomeid pääle nende, mis on seotud temaga. Sest tema ühendamisvõime on tarvitatud juba lõpuni vesiniku aatomitest, mis seotud temaga. Nad võivad aga vahetada oma vesiniku aatomeid teiste ainete aatomitega ja isegi aatomi gruppidega.

Metaan — CH_4 — on lihtsaim süsivesinikkudest. Ta on lõhnata, värvita ja maitseta gaas. Põleb nõrgalt heleva värvita leegiga süsihapugaasiks ja veeks :

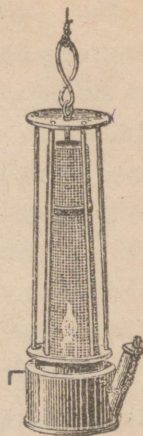


Õhuga segatult plahvatub, puutudes kokku tulega. Loo-duses ta tekib soo põhjas, kus sinna sattund taimede jäti-sed kõdunevad hapniku pääsmata ligi. Säält võib koguda

teda, segades kepiga nõu all, mis hoitakse veega täidetult soovees kummuli (joon. 1).



Joon. 1.

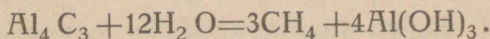


Joon. 2.

Metaani tekib ka söekaevandites. Kui kaevandi õhu ja metaani segu puutub tulega kokku, siis tekib plahvatus, mille mõjul terve kaevand võib langeda kokku ja surmata inimesed. Kes pääseb rusude alt, lämbub hapniku-puudusel. Niisuguste õnnetuste ärahoidmiseks tarvitatakse Davy kaitselampi (joon. 2). Selle mõju on tuttav füüsikast.

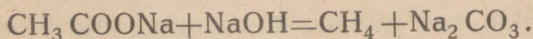
Mõnes kohas voolab metaani maast, näit. Bakuu linna lähedal maal ja säälsamas ligidal Kaspi mere põhjast, kust ta kergib mullidena veepinnale, misjuures vesi suliseb nagu kiies. Süütamisel ta põleb kunni lained ja tuul kustutavad tule. Ameerikas juhitakse maast voolav gaas torusid mööda linnadesse, kus tarvitatakse teda valgustusgaasina ja kütteks.

S a a d a võib metaani mitmel viisil. Lihtsaim on tema saamine alumiiniumi-karbiidist vee mõjul:



Reaktsioon läheb kiiremini, kui vesi on soendatud.

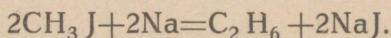
Kergesti ta tekib ka äädikhapu-naatriumi, seebikivi ja lubja segu kuumutamisel:



Kogutakse harilikul viisil.

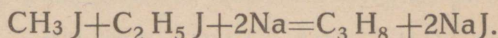
Etaan — C_2H_6 — on molekuli suuruselt metaanile järgnev süsivesinik. See on samuti värvita gaas, põlev nõrgalt valgustava leegiga (reaktsioon?).

S a a d a võib teda joodmetüülist naatriumi abil:



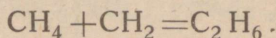
Propaan — C_3H_8 . Etaanile järgnev süsivesinik on propaan, ka värvita gaas. Keemilistelt omadustelt väga sarnane eelmise kahega.

S a a d a võib joodmetüüli ja joodetüüli segust naatriumi mõjul:

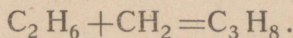


Homoloogilised read.

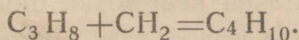
Võrreldes metaani ja etaani vormeleid neis leiduvate süsiniku ja vesiniku aatomite arvu suhtes, näeme, et etaani võib tuletada metaanist, lisades viimasele juure süsivesiniku grupi CH_2 :



Lisades sama grupi etaanile juure, saame propaani:



Propaanist tekib selle grupi juurelisamisel butaan:



Nii võib tuletada teoreetiliselt metaanist lõpmata palju süsivesinikke. Aga praktiliseltki on saadud neid terve rida. Mõned neist on esitatud järgmises tabelis.

Nimetus	Vormel	Sulamis-tempera- tuur	Keemis-temperat. 760 mm rõhu all	Erikaal	Olek hari- likus tem- peratuuris
Metaan	CH_4	— 186 ⁰	— 164 ⁰	0,415 (—164 ⁰ juures)	Gaasid
Etaan	C_2H_6	— 172,1 ⁰	— 84,1 ⁰	0,446 (0 ⁰ juures)	
Propaan	C_3H_8	— 45 ⁰	— 37,0 ⁰	0,536 (0 ⁰ „)	
Butaan	C_4H_{10}	— 135 ⁰	+ 1 ⁰	0,600 (0 ⁰ „)	
Pentaan	C_5H_{12}	— 131 ⁰	+ 37 ⁰	0,627 (14 ⁰ „)	V e d e l i k u d
Heksaan	C_6H_{14}	— 94 ⁰	+ 69 ⁰	0,658 (20 ⁰ „)	
Heptaan	C_7H_{16}	— 97 ⁰	+ 98 ⁰	0,683 (20 ⁰ „)	
Oktaan	C_8H_{18}	— 56 ⁰	+ 125 ⁰	0,702 (20 ⁰ „)	
Nonaan	C_9H_{20}	— 51 ⁰	+ 150 ⁰	0,718 (20 ⁰ „)	
Dekaan	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	— 31 ⁰	+ 173 ⁰	0,780 (20 ⁰ „)	
Undekaan . . .	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	— 26 ⁰	+ 195 ⁰	0,774 sulamistemp.-ril	Kindlad ained
Dodekaan . . .	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	— 12 ⁰	+ 214 ⁰	0,773 „	
Tetradekaan . .	$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	+ 4 ⁰	+ 252 ⁰	0,775 „	
Heksatekaan . .	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	+ 18 ⁰	+ 287 ⁰	0,775 „	
Eikosaan . . .	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	+ 37 ⁰	205 ⁰	0,778 „	
Triekikosaan . .	$\text{C}_{23}\text{H}_{48}$	+ 48 ⁰	234 ⁰	0,779 „	
Pentatriakontaan	$\text{C}_{35}\text{H}_{72}$	+ 75 ⁰	331 ⁰	0,782 „	
Heksakontaan .	$\text{C}_{60}\text{H}_{122}$	+ 101 ⁰	—	—	

Niisugust orgaaniliste ühendite rida, milles naabruses seisvate ainete molekulid erinevad üksteisest grupiga CH_2 ja millel väga sarnased keemilised omadused, kutsutakse *homoloogiliseks reaks*, rea üksikuid liikmeid aga — *homoloogideks*. Eelseisev ainete rida on tuletatud metaanist, seepärast nimetatakse seda *metaani reaks*.

Tabelist on näha, et homoloogilise rea üksikute ainete

füüsilised omadused (aine olek, sulamis- ja keemispunktid, erikaal) muutuvad süsiniku aatomite kasvamisega.

Käesoleva rea üksikute liigete süsiniku ja vesiniku aatomite hulki võrreldes näeme, et igas ühendis vesiniku aatomite hulk võrdub kahekordse süsiniku aatomite hulgaga pluss kaks.

Tähistades süsiniku aatomite hulga kõigis selle rea ühendites tähega n , tuleb märkida vesiniku aatomite hulgad $2n+2$. Nii saame metaani rea kõikidest liigetest maksva üldvormeli: $C_n H_{2n+2}$.

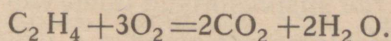
Looduses metaani rea süsivesinikke leidub rohkesti. Näit. Ameerika nafta koostub paljude niisuguste ühendite segust. Kaukaasuse nafta sisaldab neid vähem.

Alapiirilised süsivesinikud.

Alapiirilisteks kutsutakse süsivesinikke, milles süsiniku ühendamisvõime ei ole tarvitatud lõpuni ja mis võivad liita seepärast enesega veel uusi vesiniku ja muid aatomeid pääle selle, mis olemas neis juba.

Etüleeni rida.

Etüleen — $C_2 H_4$ — on lihtsaim selle rea süsivesinikudest. Ta on värvita, iseloomuliku lõhnaga gaas. Põleb heleda leegiga:

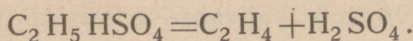
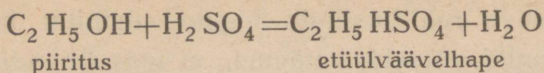


Õhuga segatult plahvatub, puutudes kokku tulega.

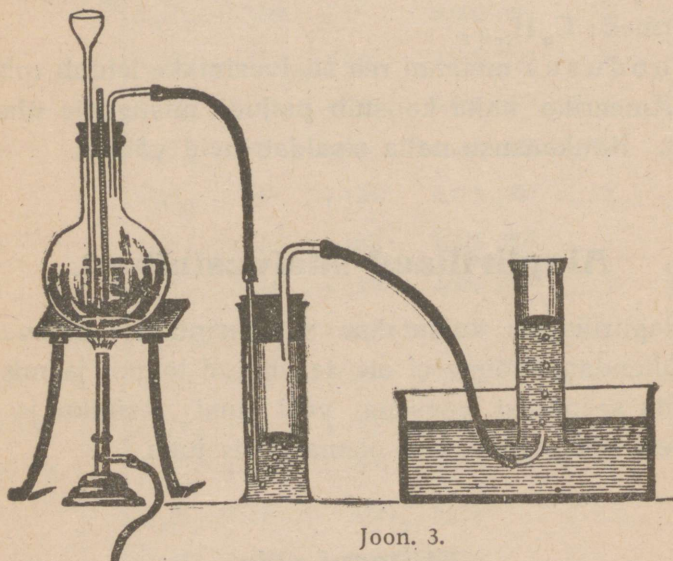
Saada võib etüleeni, kuumutades ühe mahuosa piirituse ja kolme mahuosa kange väävelhappe segu*) 160° — 170° temperatuuris, lisades kuumutamise ajal vähehaaval juure

*) Lisada ka liiva hulka, et gaasi eraldumine toimuks rahulikumalt.

ühe mahuosa piirituse ja kahe mahuosa väävelhappe segu.
Reaktsioon on kahejärguline:



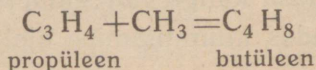
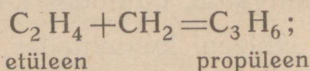
Tekkiv gaas juhitakse läbi söötnatriumi lahuse — puhastamiseks ühestekkivast süsihapugaasist ja väävelkaheshapendist (joon. 3).



Joon. 3.

Etüleen tekib ka ühes teiste ainetega puu- ja kivisöökuivajamisel. Seepärast teda leidub valgustusgaasis.

Teised selle rea süsivesinikud tuletuvad etüleenist samal teel nagu metaanist tema rea omad, s. o. grupi CH_2 liitmisel:



ine.

Mõned neist on esitatud järgmises tabelis.

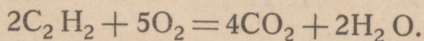
Nimetus	Vormel	Keemistempe- ratuur	Erikaal
Etüleen	C_2H_4	— 103°	0,6095
Propüleen	C_3H_6	— 40°	
Butüleen	C_4H_8	— 5°	
Amüleen	C_5H_{10}	+ 39°	0,6476
Heksüleen	C_6H_{12}	+ 68°	0,6886
Heptüleen	C_7H_{14}	+ 99°	0,7183
Oktüleen	C_8H_{16}	+ 124°	
Nonüleen	C_9H_{18}	+ 153°	
Detsüleen	$C_{10}H_{20}$	+ 172°	
Undetsüleen	$C_{11}H_{22}$	+ 195°	
Dodetsüleen	$C_{12}H_{24}$	sulam.-temp. — 31°	0,7511
Oktadetsüleen	$C_{18}H_{36}$	" " + 18°	0,779

Nagu näha tabelist, selleski reas üksikute liigete füüsilised omadused muutuvad süsiniku aatomite kasvamisega.

Võrreldes käesoleva rea molekulides süsiniku ja vesiniku aatomite hulki, saame etüleeni rea üldvormeli: $C_n H_{2n}$.

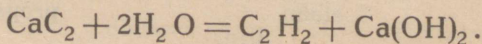
Atsetüleeni rida.

Atsetüleen — $C_2 H_2$ — seisab teiste alapiiriliste süsivesinikkude rea eesotsas. See on vastiku lõhnaga värvita gaas. Põleb heleda leegiga. Kui põlemiseks on vähe hapniku, siis suitseb, eraldades palju tahma. Põlemise reaktsioon on järgmine:



Õhuga segatult plahvatub, puutudes kokku tulega.

Saada võib teda kergesti kaltsiumi-karbiidist vee abil:



Tekib väheses hulgas ka puu- ja kivisöe-kuivajamisel. Leidub seepärast valgustusgaasis.

Atsetüleen-i tarvitatakse valgustamiseks. Seks otstarbeks tekitatakse teda sellekohastes karbiidilampides (joon. 4).

Atsetüleen-i rea teised süsivesinikud tulevad temast samuti grupi CH_2 liitmisel. Esimesed selle rea ühendid on järgmised:

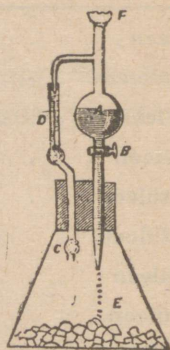
Atsetüleen — C_2H_2 — gaas;

Allüleen — C_3H_4 — gaas;

Etüülatsetüleen — C_4H_6 ; keemistemp. $+18^\circ$

Propüülatsetüleen — C_5H_8 ; „ $+48^\circ$

Atsetüleen-i rea üldvormel: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.



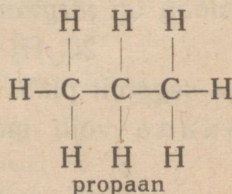
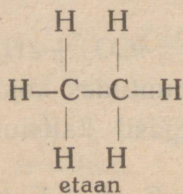
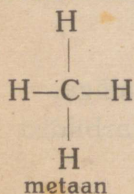
Joon. 4.

Struktuursed vormelid.

Senni tarvitatud keemilised vormelid ei räägi meile midagi aine ehitusest, nad ei ütle kuidas aatomid on korraldatud molekulides. Nad näitavad ainult missugustest lihtainetest mingi lihtaine koostub ja kui palju käesoleva aine molekul sisaldab mingi lihtaine aatomeid. Niisuguseid vormeleid kutsutakse *empiirilisteks* vormeliteks. Aga põhjust on arvata, et aatomid asuvad molekulis teatavas kindlas korras nagu maja on ehitatud plaani järgi.

Molekulide ehitust kujutatakse iseäraliste n.-nim. *struktuursete ehk ehitusvormelite* abil.

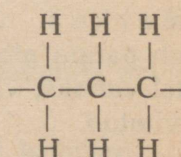
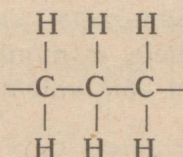
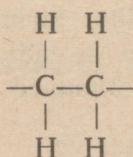
Nii kirjutatakse metaani rea esimesi süsivesinikke järgmiselt:



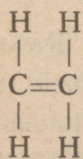
jne.

Tähti ühendavad joonekesed tähendavad, et molekulis aatomid on seotud üksteisega. Nende arv üksiku tähe juures näitab aatomi väärtuse ehk valentsuse üksuste arvu. Seepärast võiksime nimetada neid ka väärsuse sidemeteks. Eelolevatest vormelitest on näha, et süsivesinikkude molekulides seovad süsinikus aatomid üksteist vastastikku.

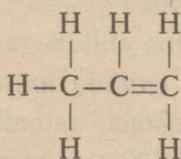
Kui kujutada samasugusel viisil etüleenirea süsivesinikke, siis jääks äärmistel süsiniku aatomitel üks side vabaks:



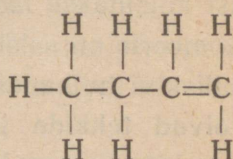
Aga molekulis vabu sidemeid ei saa olla. Seepärast tuleb oletada, et selle rea süsivesinikkudes mõned süsiniku aatomid on seotud omavahel kahekordse sidemega. Selle järgi tuleb kujutada etüleenirea molekulid järgmiselt:



etüleen

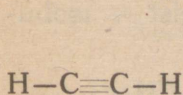


propüleen

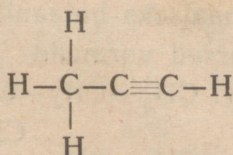


butüleen

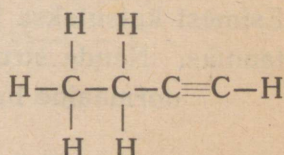
Atsetüleenireas mõned süsiniku aatomid on seotud kolmekordse sidemega:



atsetüleen

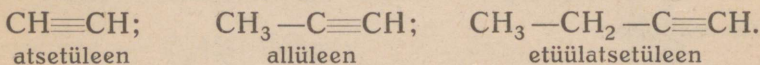
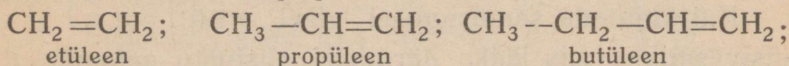
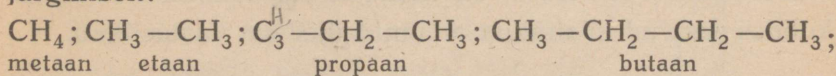


allüleen



etüülatsetüleen

Ahelvormelid. Kõigis eelpool kujutatud struktuursetes vormelites süsiniku aatomid asuvad reas ahela lülidenä, kusjuures igaüks neist seob teatava hulga vesiniku aatomeid. Sel põhjal kirjutatakse neid ka lihtsamalt, nimelt järgmiselt:



M ä r k u s. Struktuursete vormelite kirjutamisel tuleb panna alati tähele, et mõni side ei jääks aatomitel vabaks, vaid et kõik valentsuse üksused oleksid tarvitatud.

Isomeeria.

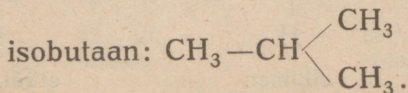
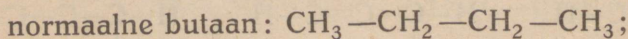
Sissejuhatuses nimetasime orgaaniliste ainete üheks iseärasuseks nähtuse, et mitmel isesuguse omadusega ainel võib olla ühesugune koosseis (piiritus, metüüleeter). Seda nähtust kutsutakse *isomeeriaks*.

Isomeeria on seletatav aine ehitusega. Nagu ühesugustest telliskivi hulkadest võib ehitada mitmesuguseid maju, nii võivad tekkida ühesugustest aatomite hulkadest isesuguse ehitusega molekulid. Näit. on olemas kaks butaani, mille mõlemate koosseis on C_4H_{10} , kuid kumbki on isesuguste omadustega:

ühe erikaal = 0,6; teise erikaal = 0,6029;

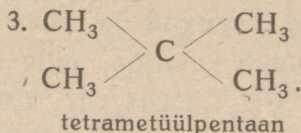
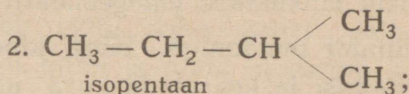
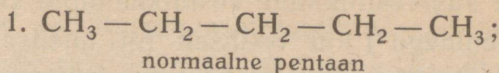
ühe keemispunkt = $+10^\circ$; teise oma = -17° .

Esimest kutsutakse normaalseks butaaniks, teist — isobutaaniks. Nende struktuursed vormelid:



Esimeses süsiniku aatomite ahel on harunemata, teises — harunev.

Pentaan annab kolm isomeeri:

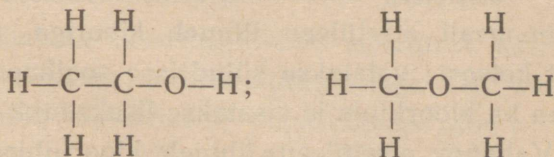


Isomeeride arv kasvab süsiniku aatomite arvu suurenedes:

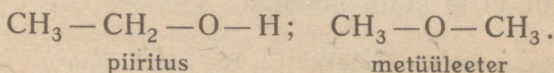
butaan ($\text{C}_4 \text{H}_{10}$)	annab	2 isomeeri
pentaan ($\text{C}_5 \text{H}_{12}$)	„	3 „
heksaan ($\text{C}_6 \text{H}_{14}$)	„	5 „
heptaan ($\text{C}_7 \text{H}_{16}$)	„	9 „
oktaan ($\text{C}_8 \text{H}_{18}$)	„	18 „
nonaan ($\text{C}_9 \text{H}_{20}$)	„	35 „
dekaan ($\text{C}_{10} \text{H}_{22}$)	„	75 „
undekaan ($\text{C}_{11} \text{H}_{24}$)	„	159 „
dodekaan ($\text{C}_{12} \text{H}_{26}$)	„	355 „
jne.		

Need isomeerid on võimalikud teoreetiliselt; praktiliselt neid kõiki ei ole saadud.

Lõpuks olgu kujutatud siin ka eelnimetatud piirituse ja metüüleetri struktuursed vormelid:



ehk:



Praktiliselt tähtsamad halogeenderivaadid.

Etüülkloriid (klooretüül) — C_2H_5Cl — on harilikus temperatuuris värvita magusalõhnaline gaas. Muutub kergesti vedelikuks, mis keeb $+12,2^{\circ}$ juures. Kui tilgutada teda ihule, siis aurab ruttu, viies kaasa palju soojust, mis tagajärjel tundub külm ja nahk tuimeneb sel kohal. Sellel põhjeneb tema tarvitamine arstlikus tegevuses üksikute kehaosade tuimendamiseks, näit. hambatõmbamisel.

Metüülkloriid — CH_3Cl — magusalõhnaline gaas. Tarvitatakse ekstraheerivana ainena lõhnaõlide valmistamisel.

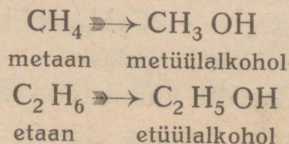
Kloroform — $CHCl_3$ — on värvita raske vedelik, iseloomulise magusa lõhnaga. Arstlikus tegevuses tarvitatakse uinutamisevahendina. Mõnikord kloroformi mõju tagajärjed lõpevad surmagagi, näit. südamehaigete juures. Saadakse piiritusest kloorlubja mõjul. (Tuleb hoida pimeduses, sest laguneb valguses.)

Jodoform — CHI_3 — on kollane pulber, iseloomulise lõhnaga. Tarvitatakse haavadele puistamiseks mädanemise vastu.

Tetrakloormetaan — CCl_4 — on värvita vedelik. Keeb $+76,5^{\circ}$ juures. Lahustab rasva ja õlisid. Tarvitatakse õlide eraldamiseks taimede seemetest.

Alkoholid.

Kui vahetada süsivesinikkude molekulis üks vesiniku aatom või rohkem hüdroksüülrühmaga OH, siis tekivad ühendid, mida nimetatakse alkoholideks ehk piiritusteks:



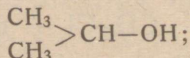
Süsivesiniku molekulis vahetub hüdroksüülrühmaga iga süsiniku aatomi juures ainult üks vesiniku aatom. Seepärast neid rühmi võib olla alkoholis kõige rohkem niipalju, kuipalju on vastavas süsivesinikus süsiniku aatomeid. Hüdroksüülrühmade hulga järgi kutsutakse alkohole ühe-, kahe-, kolme- jne. valentseteks. Näit.

ühevalentne: CH_3OH (metüülalkohol);

kahevalentne: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ (glükool);

kolmevalentne: $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ (glütseriin).

Päaeeselle alkoholid jagunevad esmasteks, teisesteks ja kolmasteks. Esmastes on seotud hüdroksüülrühm grupiga CH_2 , näit.: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$; teisestes grupiga CH , näit.



kolmastes aga otse süsinikuga: CH_3

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} > \text{CO}-\text{H}.$$

Tuttavamad alkoholid.

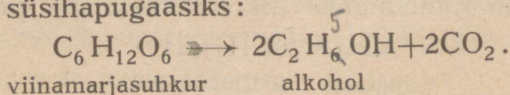
Metüülalkohol ehk puupiiritus — CH_3OH . See on värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga. Põleb nõrgalt valgestava leegiga. Keemistemperatuur $+64,5^\circ$ MürGINE.

Tekib puu-kuivajamisel ühes teiste ainetega, millest eraldatakse destillatsiooniga.

Tarvitatakse viinapiirituse denatureerimiseks, lakkide ja aniliinvärvide valmistamiseks, formaliini saamiseks jne.

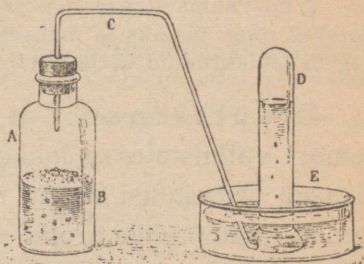
Etüülalkohol ehk viinapiiritus — $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — on samuti värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga, põletava maitsega. Põleb nõrgalt valgestava leegiga. Keemistemperatuur $+78,4^\circ$ MürGINE.

Tekib mõnede suhkruseltside — näit. viinamarja-suhkur — käärimisel, mille tagajärjel suhkur laguneb alkoholiks ja süsihapugaasiks:



Laboratooriumis võib valmistada teda järgmiselt: viinamarjasuhkru lahusele (umbes 40—50 gr suhkrut pooles

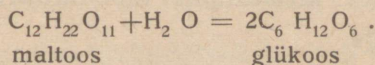
liitris vees) lisatakse mõned tükid peenendatud pärmi ja asetatakse segu umbes 25—30° C temperatuuri. Käärimisel tekkivat süsipaapugaasi võib koguda vees kummuliolevasse katseklaasi (joon. 5). Kui gaasi tekkimine lõpeb mõne päeva pärast, suurem osa suhkrut on käärind. Ühes tekivad veel mõned teised alkoholid ja mõned happed. Neist tuleb vabastada etüülalkohol järgulise destillatsiooniga, mis seisab selles, et iga aine segus keeb (ja lendab auruna ära) kindla temperatuuri juures.



Joon. 5.

Viinamarjasuhkru puudumisel võetakse purustatud rosinaid ja soendatakse kahekordse hulga veega (kaalu järgi) kunni keemiseni ja valvatakse purki. Pärast jahtumist kunni 35° lisatakse pärmi juure. Edesi toimetatakse nagu eelmisel katsel.

Vabrikutes aetakse piiritust tärklikerikastest ainetest nagu kartulid ja teravili. Nimet. ained keedetakse ja valmistatakse neist puder. Sellele segatakse juure vett ja linnaseid (idanend otri), milles leiduv ferment — diastaas — muudab tärkliise suhkruaineteks — maltoosiks ja dekstriiniks, mis muutuvad edesi, ühendades enesega vett, viinamarjasuhkruks (glükoosiks):



Pärast lisatakse pärmi ja lastakse käärida mitte üle 33° temperatuuris.

Ka siin tekib veel teisi aineid: glütseriin, merivaikhape ja n.-nim. puskaröli. Viimane tekib kartulis ja teraviljas leiduvatest valkainetest. Puskaröli sisaldab alkohole, mille molekulides rohkem süsiniku aatomeid kui viinpiirituse omades.

Lisanditest puhastamiseks destilleeritakse piiritus sellekohaste aparaatidega.

Müüdav piiritus sisaldab 3—4% vett, mida ei saa eraldada destilleerimisega. Selle võib kõrvaldada ainete abil, mis ühinevad kergesti veega, nagu kustutamata lubi (CaO), veeta vaskvitriool (CuSO₄), kloorkaltsium CaCl₂) jne.

Et laboratooriumis aimata järele vabrikulist alkoholi valmistamist, tuleb purustada soojas vees mõned keedetud kartulid, segada pudrule paar lusikatäit linnasejahu ja soendada umbes kolm tundi kunni 65° temperatuuris. Tekkind magus vedelik läheb käärima pärm juurelisa-misel. Segust vabastatakse alkohol destillatsiooniga.

Õlu valmistatakse linnasejahust, mida leotatakse veega ja soen-datakse ning lõhnaks ja maitseks segatakse humalaid hulka. Saadud segust läbikurnatud veele lisades pärm juure lastakse käärida tal.

Etüülalkoholi tarvitatakse põletamiseks; temast valmistatakse lakke, kloroformi, jodoformi jne. Ta kaitseb orgaanilisi aineid mädanemast, seepärast hoitakse temas anatoomilisi preparaate. Termomeetrites tarvitatakse etüülalkoholi elavhõbeda asemel madala temperatuuri näitamiseks, sest ta külmab alles —111,8° C juures, kuua elavhõbeda külmamispunkt on —39°.

Eriti palju ta leiab tarvitamist alkoholilistena jookidena. Neist sisaldavad alkoholi: piiritus — 96⁰/₀, joodav viin — 40⁰/₀, konjak — 50⁰/₀, marjaviin — 8—10⁰/₀, õlu — 3—4⁰/₀ jne.

Puhas piiritus on kange mürk, mis surmab kiiresti. Alkoholistes jookides ta mõjub aeglaselt, rikkudes ter-vist, tekitades seedimise korratusi, hävitades ergukava, mille tagajärel ka mõistus tumeneb ja joodik langeb kõlb-liselt. Selle tagajäreks on tülid, taplused, kõlvatud teod. Pääle-selle on joodikute järeltulijad kas kidurad, vigased või nõrga mõistusega.

Glütseriin — $C_3H_5(OH)_3$ — kuulub kolmevalentsete piirituste hulka. Ta on siirupi sarnane värvita magusa maitsega vedelik, hügrooskoobiline, s. o. imeb enesesse ker-gesti niiskust.

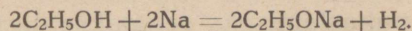
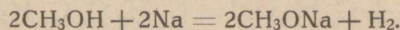
Looduses teda leidub laialt, kuid mitte vabalt, vaid rasvaainete sisuosana.

Saadakse nimetatud ainetest steariinküünalde val-mistamisel kõrvalainena.

Tarvitatakse seebikeetmisel mõnede seebiliikide juures (glütseriinseep), värvide valmistamisel, arstlikus tegevuses plaastriteks ja määreteks jne. Kuid eriti on teda tarvis nitroglütseriini valmistamisel, millest tehakse dünaamiiti. (Vaata: „Nütroglütseriin“, lhk. 31).

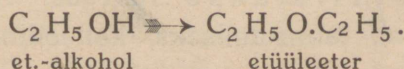
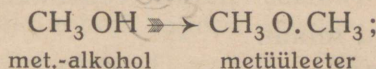
Alkoholaadid. Alkoholid võivad vahetada oma hüdroksüülvesiniku metalliga, mille tagajärjel tekivad soolad, n.-nim. *alkoholaadid*.

Kui visata piiritusse tükk naatriumi, vesinik hakkab vabanema kohe ja tekib naatriumalkoholaat:

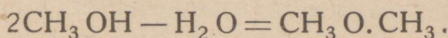


Eetrid.

Kui alkoholi hüdroksüülvesinik vahetub süsivesinikradikaaliga*), siis tekivad ained, mida kutsutakse *eetriteks*. Näit.:



Eetrid tekivad lihtsaimalt, kui eraldada kahest alkoholi molekulist üks vee molekul:

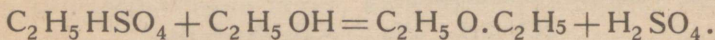
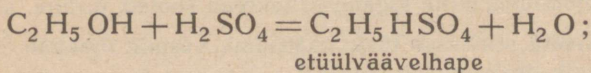


Vee võib eraldada kontsentreeritud väävelhappe abil.

Etüüleeter — $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}.\text{C}_2\text{H}_5$ — on eetritest tuttavaim. Teda kutsutaksegi harilikult eetriks. See on värvita, iseloomulise lõhnaga kerge vedelik. Keemistemperatuur + 35°. Kergesti süttiv, seepärast hoida tulest eemal. Aurab kiiresti, jahutades tublisti ümbrust. Kaele kukkumisel eetritilga auramisel käsi tunneb sääl kohal külma.

*) Nii nimetatakse rühma, mis jääb järele, kui eraldada süsivesinikust üks vesiniku aatom, näit. $\text{CH}_4 - \text{H} = \text{CH}_3$; $\text{C}_2\text{H}_6 - \text{H} = \text{C}_2\text{H}_5$ jne.

Teda saadakse etüülalkoholist ja väävelhappest, võttes mõlemaid võrdsed mahuosad ja soendades kunni 140°. Tekkiv eeter juhitakse läbi jahutaja vastuvõttekolbi. Suurema hulga eetri saamiseks lisatakse kolbi järjest alkoholi, nii et vedeliku hulk jääks muutumatuks peaaegu. Reaktsioon toimub järgmiselt:



Piiritusest puhastamiseks segatakse destillaat*) võrdse mahuosa veega, loksutatakse ja eraldatakse eeter jaotislehtri abil (joon. 6): eeter kui kergem vedelik tõuseb püäle, kuna vesi temas lahustund piiritusega lastakse välja alt. Pärast kuivatatakse kloorkaltsiumi abil: seks puistatakse viimase pulbrit vedelikku ja loksutatakse mõni minut.

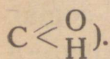
Eetrit tarvitatakse rasvade, vaikude, kummi jm. lahustamiseks, kolloodiumi valmistamiseks, arstlikus tegevuses „Hoffmanni tilkadena“ (1 osa eetrit + 3 osa alkoholi), uimastajaks kergematel lõikustel jne.



Joon. 6.

Aldehüüdid.

Need ained ilmuvad esmaste (primäärsete) alkoholide hapendumissaadustena (ja ise võivad hapenduda edesi — hapeteks). Nad sisaldavad aldehüüdrühma COH (ehitus:



Formaldehüüd ehk sipelga-aldehüüd HCOH — lihtsaim käsitatavatest ühenditest, on harilikus temperatuuris terava

*) Destilleerimisel eraldund vedelik.

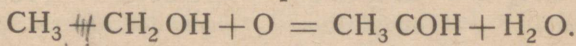
lõhnaga gaas. Lahustub vees. Tema vesilahust kutsutakse *formaliiniks*.

S a a d a k s e metüülalkoholi hapendumisel ($\text{CH}_3\text{OH} + \text{O} = \text{HCOH} + \text{H}_2\text{O}$), juhtides nimetatud alkoholi auru ja õhu segu läbi toru, milles kuumutatud vaskspiraal asub. Viimane jääb kuumaks ka pärast tule eemaldamist, kui gaas voolab küllalt kiiresti. Tekkiv formaldehüüd juhatakse vette, milles ta lahustub.

Formaliini (lahjendatud) tarvitatakse desinfitseerimiseks ja anatoomiliste preparaatide konserveerimiseks. Ruumide desinfitseerimisel on tarvis gaasilist formaldehüüdi. Seks on müügil tema tihendatud kettakesed. Nende kuumutamisel katseklaasis gaas laguneb laiali.

Äädikhappe-aldehüüd — CH_3COH — on värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga.

T e k i b etüülalkoholi hapendumisel:



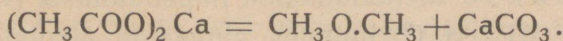
T e m a s a a m i s e k s asetatakse kolbi 30 gr kaaliumbikromaadi ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) pulbrit, valatakse juure 120 gr vee, 40 gr kange väävelhappe ja 30 gr piirituse segu, mis tuleb jahutada aga enne külmas vees, ja soendatakse. Tekkiv gaas juhatakse läbi jahutaja vastuvõtte-kolbi, kus ta vedeldub. Et äädikhappe-aldehüüdi keemistemperatuur on kaunis madal ($+20,8^\circ$), tuleb ümbritseda juhttoru ja vastuvõtja hääde jahutajatega, et muuta vedelaks tekkiv gaasiline aine.

Ketoonid.

Need tekivad teisest (sekundäär) alkoholide hapendumisproduktidena. Nad sisaldavad karbonüülgrupi CO.

Atsetoon — $\text{CH}_3\text{CO.CH}_3$ — on lihtsaim ketoonidest. Ta on värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga, terava maitsega.

Tekib puu-kuivajamisel ühes teiste ainetega, millest eraldatakse destillatsiooniga. Saadakse ka äädikhapu-kaltsiumi kuivajamisel:

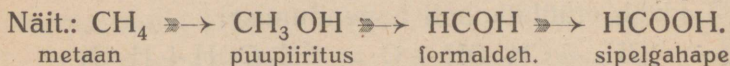


Vabrikutes valmistatakse teda suures hugas, sest tema leiab tarvitamist vaikude jne. lahustajana, arstirohtude (kloroform, jodoform) ja kunstliku kummi valmistamisel ning mootorite kütteainena.

Orgaanilised happed.

Primäärsete alkoholide hapendumise lõppsaadused on happed. (Vahepääalne aine on aldehüüd). Et alkoholid ise tuletuvad süsivesinikkudest, siis võib lugeda ka neid happeid süsivesinikkudest tuletatuiks:

Süsivesinik $\Rightarrow$ alkohol $\Rightarrow$ aldehüüd $\Rightarrow$ hape.



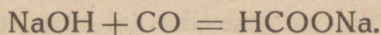
Tähtsamad ja arvurikkamad orgaanilistest hapetest on n. nim. *karboonhapped*, mis sisaldavad karboksüülrühma COOH . Sedamööda, mitu niisugust rühma hape sisaldab, jaotatakse neid ühe-, kahe-, kolme- jne. aluselisteks. Pääle COOH mõned happed sisaldavad veel hüdroksüülrühmi OH . Neid kutsutakse *oksühapeteks*. Viimastel on pääle happeliste omaduste veel alkoholide omadused. Seepärast nimet. neid piiritushapeteks.

Karboonhapetest on tähtsamad:

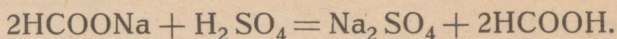
1. Sipelgahape — HCOOH . See on värvita terava lõhnaga vedelik.

Leidub sipelgates, nõgestes, männiokastes, higis jm.

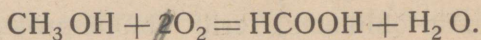
Saadakse järgmiselt: mõjudes süsinikhapendiga naatriumhüdroksüüdile, tekib sipelgahapunaatrium:



Viimane, reageerudes väävelhapega, annab sipelgahappe:



Võib saada ka metüülalkoholi hapendumisel:

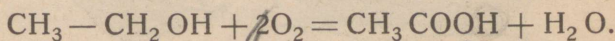


Kergemini tekib oblikahappe soendamisel glütseriiniga. Seks pannakse kolbi võrdsete kaaluosade oblikahappe ja glütseriini segu ja soendatakse. Kui lõpeb CO_2 eraldumine, lisatakse veel oblikahapet ja jätkatakse soendamist. Tekkiv HCOOH juhitakse läbi jahutaja vastuvõtjasse.

Tarvitatakse söögiainete konserveerimiseks.

2. Äädikahape — CH_3COOH — on ka värvita vedelik, terava äädika lõhnaga.

Tekib etüülalkoholi hapendumisel:



Tema saamiseks asetatakse kolbi üks kaaluosa kaaliumbikromaati ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), kaks kaaluosa kanget väävelhapet ja lisatakse tilgakaupa läbi jaotuslehtri lahja (umbes 20%) alkoholi. Soendamisel tekib äädikahape, mis juhitakse läbi jahutaja vastuvõtjasse.

Õhus seistes lahi piiritus ise hapendub äädikahappeks bakteri mycorderma aceti mõjul.

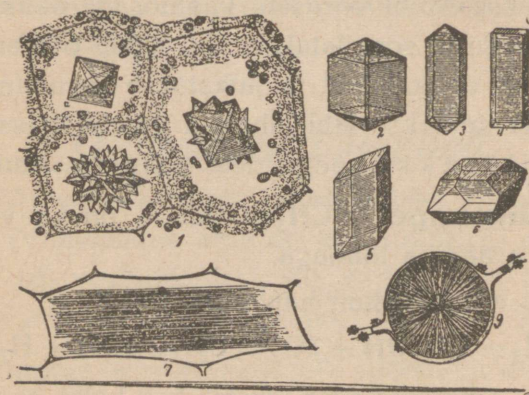
Ka puu-kuivajamisel tekib äädikahapet ühes teiste ainetega, millest eraldatakse tema destillatsiooniga.

Teda tarvitatakse veega lahjendatult (3—5%) äädika nime all maitseaineks ja liha, kalade jne. konserveerimisel. Suures hulgas tarvitatakse äädikahapet värvivabrikutes värvide valmistamisel ja nende kinnitajaks riidele.

Äädikahappe sooladest on tähtsad: äädikahapu-naatrium, $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, ja äädikahapuseatina (CH_3COO)₂ $\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, ehk seatina-suhkur.

3. Oblikahape — $(\text{COOH})_2$ — kuulub kahealuslikkude hapete hulka. Ta on kristalliline aine (valged lehekesed). MürGINE.

Looduses leidub paljudes taimedes vabalt kui ka sooladena (näit. oblikates), eriti oblikhapu-kaltsiumi kristallidena (joon. 7).



Joon. 7.

Saada võiks kahealusliku primäärse alkoholi glükooli $[\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2]$ hapendumisest. Harilikult saadakse orgaaniliste ainete, näit. suhkru hapendumisel salpeetrihappega (ka saepurust söönaatriumi või söötkaaliumi abil).

Tarvitatakse metallnõude puhastamiseks, rooste- ja tindiplekkide kõrvaldamiseks ja muiks otstarbeiks.

4. Piimahape, $\text{CH}_2 - \text{CH.OH} - \text{COOH}$, ühealuslik oksühape, on siirupitaoline värvita vedelik, hapu maitsega.

Leidub hapus piimas, hapudes kapsastes, soolastes kurkides ja pataloogilistel juhtumitel kõhu mahlas.

Tekib piima hapnemisel pisieluka bacterium acidilactici tegevusel, kes õhust piima sattudes muudab piimasuhkru piimahappeks.

Saadakse harilikult roosuhkru käärimisel mädaneva juustu mõjul, milles leidub käärimist tekitajaid baktere.

Teine saamisviis: viinamarja-suhkur soendatakse segatult söötnaatriumiga.

5. Õunahape, $\text{COOH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2 . \text{COOH}$, kuulub kahealuslikkude oksühapete hulka. Kristalliline aine.

Lei d u b paljudes toorestes (poolvalmises) puuviljades. Kergeim saada toorestest pihlakatest.

6. Viinahape, $\text{COOH} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{COOH}$, on samuti kahealuslik oksühape. Värvita kristalliline aine.

Lei d u b viinamarjades ja puuviljas.

Temast võib valmistada maitsevat kihisevat jooki. Seks pannakse kokku ühe klaasi pääle 1 gr viinhappe-pulbrit, 1 gr söögisoodat, 1 lusikatäis marjamahla, lisatakse vett juure, segatakse ja maitsev jook on valmis.

7. Sidrunihape, $\text{CH}_2 . \text{COOH} - \text{C}(\text{OH}) . \text{COOH} - \text{CH}_2 . \text{COOH}$, on kolmealuslik oksühape. Esineb värvita kristallidena.

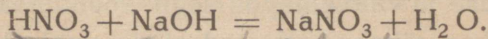
Lei d u b paljudes puuviljades ja marjades, eriti sidrunites ja sõstrates.

S a a d a k s e poolvalmiste sidrunite mahlast.

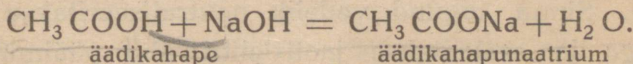
*aluste mefoll tõjale happe vesiniku
võib järele jääda*

Soolad ja estrid.

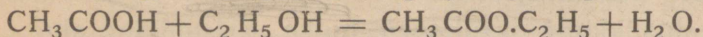
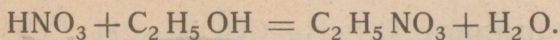
Anorgaanilisest keemiast on teada, et hapete ja aluste reageerumisel tekivad soolad, näit.:



Samuti soolad võivad tekkida orgaaniliste hapete reageerumisel alustega, näit.:



Kui võtta aluste asemel alkoholid, siis needki reageeruvad hapetega:

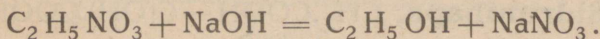


Viimastes reaktsioonides happe vesinik vahetub alkoholi süsivesinikradikaaliga ja ise ühineb piirituse hüdroksüülrühmaga veeks.

Hapete ja alkoholide vastastikku reageerumisel tekki-
vaid soolasarnaseid aineid kutsutakse eetersooladeks ehk *estriteks*.

Looduses leidub estreid rohkesti kui taime- nii looma-
riigis: rasvad, või, vaha, paljud taimeõlid on estrid.

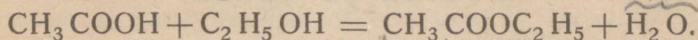
Aluste mõjul lagunevad estrid keetmisel alkoholiks ja soolaks, näit.:



Niisugust nähtust kutsutakse seebistumiseks, sest ta sarnaneb seebi saamisprotsessile.

Äädikester, $\text{CH}_3\text{COO}.\text{C}_2\text{H}_5$, on tuttavamaid siia-
kuuluvaid ühendeid. Ta on meeldiva lõhnaga värvita
vedelik.

Tekib äädikahappe ja viinpiirituse reageerumisel,
väävelhappe kaastegevusel:

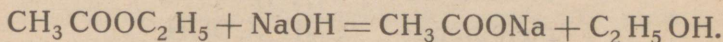


Tema saamiseks valatakse kolbi võrdsete kaalu-
osade piirituse ja väävelhappe segu, soendatakse 130—135°
ja siis lisatakse vähehaaval võrdsete kaaluosade piirituse ja
äädikahappe (100%) segu, hoides temperatuuri mainitud kõr-
gusel. Tekkiv äädikester juhatakse läbi jahutaja kogumis-
nõusse. Sinna kogund vedelik neutraliseeritakse sooda
lahusega ja eraldatakse jaotislehtri abil päärmine kiht.

See kuivatatakse klooralkaltsiumiga (CaCl_2), destilleeritakse ja kogutakse 72^0 — 78^0 C temperatuuris.

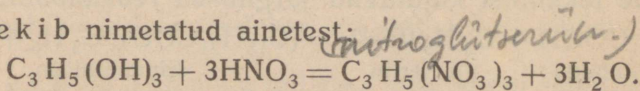
Vähesel viisil võib valmistada teda ka katseklaasis, kui valada sinna võrdsed mahuosad piiritust ja äädikahapet, lisada vähe väävelhapet ning segu soendada. Tekkind ester on tunda meeldivast lõhnast.

Äädikester seebistub tema segu aluste lahustega soendamisel, näit.:



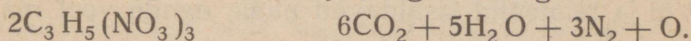
Nitroglütseriin^{*)}, $\text{C}_3 \text{H}_5 (\text{NO}_3)_3$, vees lahustumatu õlisarnane mürgine vedelik, on glütseriini ja salpeterhappe ester.

Tekib nimetatud ainetest:



Saada võib, kui segatakse 5 kaaluosa väävelhapet 3 kaaluosa salpeeterhappega, jahutada segu külmas vees ja siis lisada 2 kaaluosa puhast glütseriini. Pärast veega lahjendamist ilmub õlisarnane nitroglütseriin.

Tarvitatakse lõhkeainena, sest plahvatub kiire soenemise või põrutuse mõjul, lagunedes gaasideks:



Tegelikus elus tarvitatakse nitroglütseriini asemel *dünamii*ti, mis on vähem tundlik ja seepärast temaga ümberkäimine vähem hädaohtlik. Dünamiiit ei ole muud kui nitroglütseriiniga läbiimbutatud poorne aine (enamasti n.-nim. infusoormuld). Viimane ei võta osa plahvatusest. Parema ja vähem hädaohtliku dünamiiiti on *plahvatuv zhelatiin*, mis koostub 93⁰/₁₀₀ nitroglütseriinist ja 7⁰/₁₀₀ nitrotselluloosist.

Süütamisel dünamiiit põleb rahulikult.

Nitroglütseriin on tarviline arstlikus tegevuses — südamehaiguste juures.

*) Sõna „nitro“ ei vasta siin oma õigele tähendusele.

Rasvad ja seep.

Tuttavamad estrid looduses on rasvad. Neid rasvu, mis vedelad harilikus temperatuuris, kutsutakse õlideks. Koostuvad rasvhapetest ja glütseriinist.

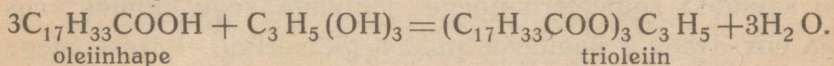
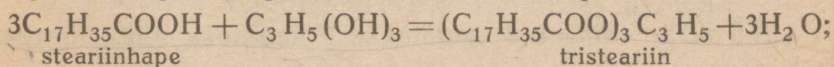
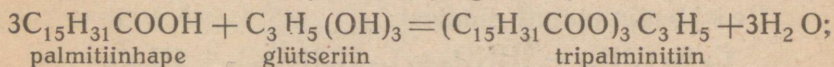
Tähtsamad rasvhapped on järgmised:

palmitiinhape: $C_{15}H_{31}COOH$,

steariinhape: $C_{17}H_{35}COOH$,

oleiinhape: $C_{17}H_{33}COOH$.

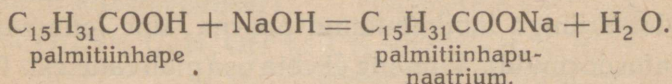
Nende ühinemisest glütseriiniga tekkivad *glütseriidid*, mida harilikus elus tuntakse rasvadena (ja õlidena). Glütseriidide tekkimist kujutavad järgmised reaktsioonid:



Esimesed kaks on kindlad ained, viimane vedelik. Loomarasvad on nende segu.

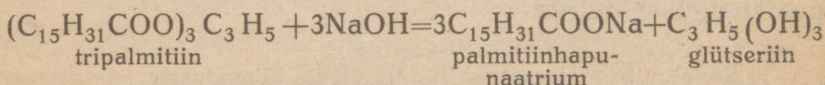
Või ja taimeõlid sisaldavad päale nende veel madalamate rasvhapete glütseriide.

Seep. Rasvhapete reageerumisel alustega tekivad soolad. Näit.:



Need soolad ongi seebid.

Seepi valmistatakse harilikult rasvade ja leheliste (seebikivi jt.) segu keetmisel. Seejuures seebistuvad rasvained, kuna glütseriin vabaneb:



Pärast keetmist lisatakse keedisele juure keedusoola, mille tagajärel seebi lahustuvus väheneb ja seep kergib pinnale.

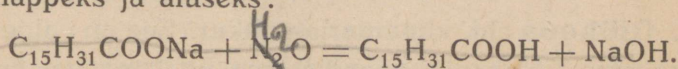
Harilikult seep on eelnimetatud rasvhapete soolade segu.

Peenemad seebid valmistatakse taimeõlidest. Sageli lisatakse neile juure veel lõhnavaid aineid.

Naatriumi aluse mõjul tekkivaid seepe kutsutakse naatriumseepideks. Need on kõik kõvad ained. Kaaliumseebid on pehmed, salvisarnased. Neist on üldiselt tuttav roheline seep.

Seebikeetmisel saadakse ka glütseriini — kõrvalainena.

Seebiga pesemisel osa seepi laguneb vees rasvhappeks ja aluseks:



Alus seebistab mustuses leiduva rasva. Vabanend rasvhapped aga annavad seebiga hapud soolad, mis ei lahustu vees, kuid vahutavad. Seebistusproduktid lahustuvad vees ja on eemalduvad selle tagajärjel kergesti, kuna vaht ühes veega kõrvaldab mustuse mehhaaniliselt.

Praegusel ajal aga arvatakse seebi tähtsus pesemisel seisvat rohkem selles, et seebi lahus emulgeerib rasva, s. o. muudab peenikesteks tilgakesteks; niisugusel kujul rasv eemaldub kergesti veega ja ühes sellega mustus, mis oli temaga koos.

Pesemiseks tuleb tarvitada pehmet s. o. lubjavaest vett. Kõva (lubjarikas) vesi sisaldab kaltsiumi- ja magneesiumi-sooli. Need muudavad seebi vees lahustamatuks soolaks, mis ei vahuta ega puhasta seega, kuna aga palju seepi läheb kaotsi asjata.

Süsivesikud.

Need ained koostuvad süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Viimased kaks on neis samasuguses vahekorras kui vees*). Siit ka mainitud ainete nimetus (süsivesinik = süsinik + vesi). Siia kuuluvad: suhkur, tärklis, tselluloos jne.

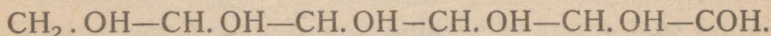
Kõik süsivesikud sisaldavad hüdroksüülrühmi (OH), ja seepärast on neil mõnes suhtes alkoholide omadused, näit. annavad hapetega estrid. Pääleselle sisaldavad mitmed neist veel aldehüüd- ja ketoonrühmi. Niisugustel on veel aldehüüdide ja ketoonide omadused.

Süsivesikud jagunevad kolme rühma.

I. Monoosid ehk monosahhariidid.

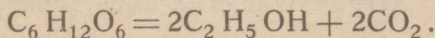
Nende üldine molekulaarne vormel on: $C_6H_{12}O_6$.

1. Glükoos ehk viinamarja-suhkur. See on valge kristalliline aine. Vabaneb peenikestena nõeltena vee ja piirituse lahusest. Tema struktuurne vormel on järgmine:



Vormelist on näha, et ta sisaldab viis hüdroksüül- ja ühe aldehüüdrühma. Tal on alkoholi ja aldehüüdi omadused ja loetakse aldehüüdalkoholiks. Kui alkohol ta annab äädikahappega eriti: $(CH_3CO)_5.C_6H_7O_6$. Aldehüüdina hapendub happeks, võttes hapniku teistest ühenditest.

Viinamarja-suhkur k ä ä r i b pärmiseente tegevusel. Käärimist tekitab neis leiduv ferment *tsümaas*. Saadused on etüülalkohol ja süsihappugaas:



Seda suhkrut leidub viinamarjades, magusates puuviljades ja mees.

Müüdav glükoos s a a d a k s e, keetes tärklist koos lahjendatud väävelhappega.

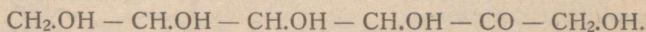
*) $C_6H_{10}O_5 = C_6 + 5H_2O$; $C_6H_{12}O_6 = C_6 + 6H_2O$; $C_{12}H_{22}O_{11} = C_{12} + 11H_2O$.

2. Fruktoos ehk puuvilja-suhrur on samuti kristalliline aine, vees lahustuv.

Leidub puuviljas ja mees.

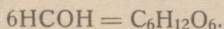
Saadakse, keetes roosuhkrut segatult lahjade hapetega, kusjuures tekib glükoosi ja fruktoosi segu.

Keemilistelt omadustelt ta on ketoonalkohol, sest pääle viie hüdroksüülrühma sisaldab ketoongrupi CO:

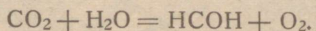


Kui alkohol ta annab äädikahappega samasuguse estri nagu glükoos: $(\text{CH}_3\text{CO})_5\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6$. Ketooni omaduste tõttu taandub vesiniku mõjul alkoholiks: $\text{CH}_2\text{OH} - (\text{CH.OH})_4 - \text{CH}_2\text{OH}$.

Mõned monoosid võivad tekkida ka formaldehüütidest:



See nähtus seletab süsivesikute tekkimist looduses: rohelistes taimedes annavad lehtede kaudu õhust võetud süsihapugaas ja juurte abil maast saadud vesi formaldehüüdi — päikese valguse ja klorofüllil mõjul, kusjuures vabaneb hapnik:

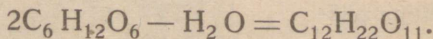


Järgmistel toimingutel formaldehüüd muutub suhkruks, tärkliseks ja tselluloosiks. Esimene nähtav aine rohelistes taimedes on tärklis, mida võib tõestada joodiga.

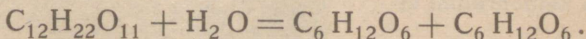
II. Bioosid ehk disahhariidid.

Nende üldine molekulaarne vormel: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

Võivad tekkida monoosidest kahe molekuli ühinemisel ja vee eraldumisel:



Ümberpöörduvalt, võivad laguneda monoosideks vee mõjul:



Viimast nähtust kutsutakse *hüdrolüüsiks*.

1. Roosuhkur ehk sahharoos on kõigile tuttav igapäevases elus tarvitataav toiduaine. Lahustub vees, kuid mitte alkoholis. Lahusest vabaneb kristallidena.

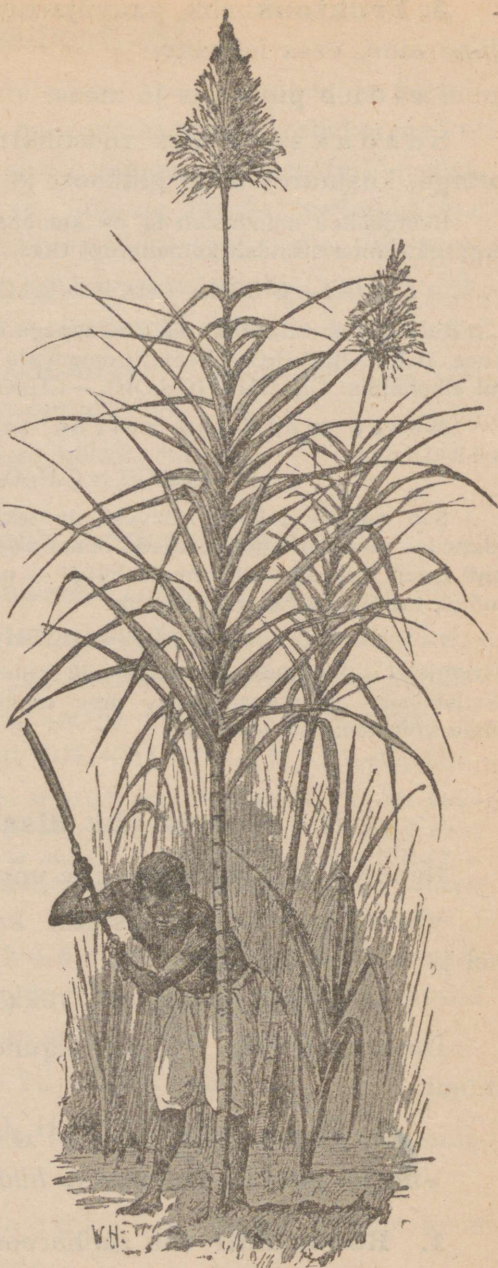
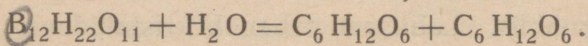
Looduses leidub paljudes taimedes, eriti rohkesti suhkrupilli-roos ja suhkrunaeris (joon. 8 ja 9).

Viimastest teda ka saadakse harilikult.

Suhkrupilliroost pressitakse tema välja. Suhkrunaerid lõigatakse tükkideks ja leotatakse kuumas vees: vesi leotab suhkru välja. Saadud lahusele lisatakse lupja, mis neutraliseerib happed ja sadestab valkained ja pigmendid. Lubja kõrvaldamiseks suhkrust juhitakse lahusest läbi süsihapugaasi. Sade (CaCO_3) eraldatakse filtreerimisega ja filtraat aurutatakse madala rõhu all. Nii saadakse peensuhkur, mis saadetakse pärast kuivamist müügile. See sisaldab veel kõrvalisi aineid. Lõplikuks puhastamiseks lahutatakse tema vees ja filtreeritakse läbi kondisõe, mis neelab värvivad ained. Filtraat aurutatakse ja saadus valatakse vormidesse, milles tekib tihe kristalliline pääsuhkur.

Roosuhkur sisaldab 8 hüdroksüülrühma, kuid aldehüüd- ja ketoonrühmi ei sisalda.

Keetmisel lahjendatud hapetega muutub glükoosiks ja fruktoosiks:



Joon. 8.

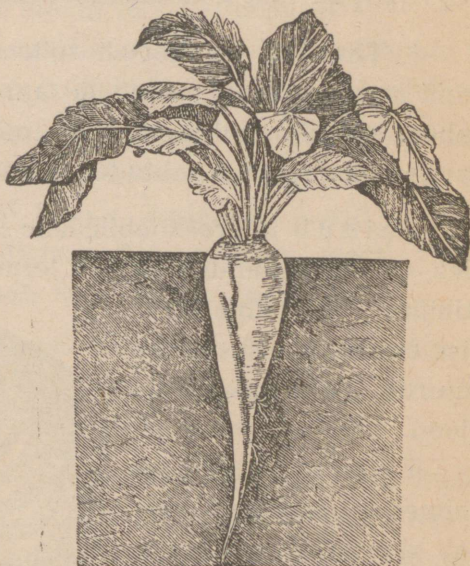
Pärmi seente mõjul ei kääri, kuid neis leiduva aine *invertiini* mõjul laguneb glükoosiks ja fruktoosiks, mis juba käärivad.

2. Piimasuhkur ehk laktoos ei ole nii magus kui eelmised. Vees lahustub halvemini roosuhkrust.

Leidub imetajate loomade piimas, kust ka saadakse teda. Seks vabastatakse piim enne rasvast ja valkudest, siis eraldatakse suhkur aurutamise ja pärast puhastatakse kristallsatsiooniga.

Piimasuhkur sisaldab aldehüüdrühma.

Hapetega keetes laguneb, liites vett, monoosideks—klükoo-
siks ja galaktoosiks.



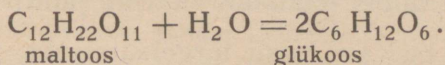
Joon. 9.

Pärmi mõjul ei kääri. Küll aga muutub seenekese *bacillum acidilactici* tegevusel piimahappeks, kusjuures tekivad ka mõned alkoholid. Seda muutumist kutsutakse piima käärimiseks.

3. Linnasesuhkur ehk maltoos kristalliseerub peenikeste valgete nõeltena. Vees lahustub.

Leidub linnastes, kus tekib tähtlisest fermendi diastaasi mõjul.

Keetmisel lahjendatud hapetega laguneb vee mõjul (hüdrolüüs) kaheks glükoosi molekuliks:



On seega tähtsaks vaheaineks käärimisel.

III. Polüoosid ehk polüsahhariidid.

Nende molekulaal on teadmata, ehk küll ainete vahelkord molekulis on teada. Arvatakse olevat nende molekulid õige suured. Sel põhjal kirjutatakse vormel järgmiselt: $(C_6H_{10}O_5)_x$, kus x tähendab teadmata arvu.

1. **Tärklis** on üldiselt tuttav aine. Vees ei lahustu, kuid kuumas vees paisub ja annab tärkliskliistri. Joodi lahuse mõjul muutub siniseks, milline värv kaob kuumutamisel, kuid ilmub jahtudes uuesti.

Leidub mikroskoobilistena terakestena kõigis taimedes, eriti kartulimugulates ja teraviljas. Terade ehitus on kihiline. Iga taime tärklise teradel on isesugune suurus, kuju ja kihitus (joon. 10).

Tekib rohelistes taimedes päikese valguse ja klorofüllil mõjul (vt. lhk. 35).

Saadakse kartulist ja teraviljast.

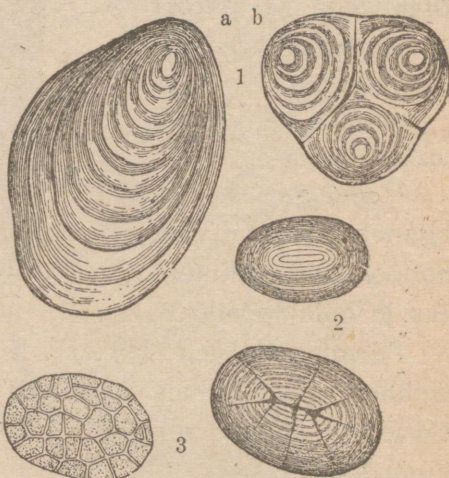
Keemiliselt aldehüüd- ja ketoonreaktsioone ei ilmuta. Lahjade hapetega keetmisel

laguneb, liites vett, glükoosiks ja dekstriiniks. Fermendi diastaasi mõjul muutub maltoosiks, mis laguneb omakord glükoosiks:

tärklis $\Rightarrow \Rightarrow$ maltoos $\Rightarrow \Rightarrow$ glükoos.

Tärklis on tähtis toiduaine (kartul, jahu).

Tarvitatakse pesu tärgeldamiseks, piirituse saamiseks, tärkliskliistri valmistamiseks jne.



Joon. 10.

2. Dekstriin on amorfne magusapoolne vees lahustuv aine. Tekib kuiva tärgklise kuumutamisel kunni 200°. Tärgheldatud pesu triikimisel kuuma rauaga tärgklis muutub dekstriiniks, mis annab õhukese läikiva kihina pesule läike. Leivakooriku päälmine läikiv kiht on dekstriinist, mis tekib tärgklisest kuumuse mõjul leiva küpsmisel.

Tarvitatakse araabiakummi asemel etikettide ja postmarkide liimiks, sitsi trükkimisel värvide tihendajaks.

3. Glükogeen ehk loomasuhkur on valge amorfne aine. Looma kehas ta tekib toiduna võetud suhkrust ja kogub tagavara ainena looma kudedesse, eriti maksa. Toidupuuduse korral (nälgimisel) ta muutub uuesti suhkruks (millena veri kannab tema kehaosade toiduks).

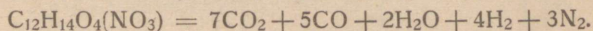
4. Tselluloos ehk kestaine moodustab taime rakkude kestad. Osa puu kuivainest, lina- ja kanepikiud, puuvill, kurnpaber — on peaaegu puhas tselluloos.

Keetmisel lahjade hapetega tselluloos muutub dekstriiniks ja glükosiks. Range väävelhappe lühiajalisel mõjul tekib temast kolloidne aine *amüloid*, mis värvub joodi mõjul siniseks.

Kui hoida kurnpaber mõni sekund pisut lahjendatud väävelhappes ($\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O} = 4 : 1$), kasta selle järele paber ruttu vette ja pesta, siis tekkivad amüloid liimib paberi kiud kokku ja paber muutub veekindlaks. Nii valmistatakse kunstlik pergamentpaber.

Tselluloosi lämmastikhappe estrid. Tselluloos sisaldab hüdroksüülrühmi. Seepärast on tal alkoholi omadused ja annab hapetega estrid. Tähtsad neist on lämmastikhappe omad, mida kutsutakse *nitrotselluloosiks*. Selle saame, kui segame kanget lämmastik- ja väävelhapet vahekorras 1:2, segu jahutame ja pistame siis temasse tüki vatti mõneks sekundiks, peseme selle pärast veega ja kuivatame.

Mainitud estritest annab heksanitraat — $\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4(\text{NO}_3)$ — pressitult lõhkeaine *püroksiliini*. Süütamisel ta põleb plahvatuseta, kuid järsul kuumutamisel plahvatub suure jõuga, lagunedes gaasideks:



Püroksiliinist tehakse *suitsuta püssirohtu*. Selleks lahustatakse tema (teatavas vahekorras teiste kõnesolevate estritega) atsetoonis, äädika-

happes või teistes lahustajates. Tekib zhelatiinitaoline mass, mis pressitakse õhukesteks lehtedeks, lõigatakse tükkideks ja kuivatatakse. Niisugusena ta põleb aeglasemalt ja on plahvatumisel vähem purustav.

Suure plahvatusjõuga on ka n.-nim. *paukuv sült*, mida saadakse käsitatavate estrite segamisel nitroglütseriiniga.

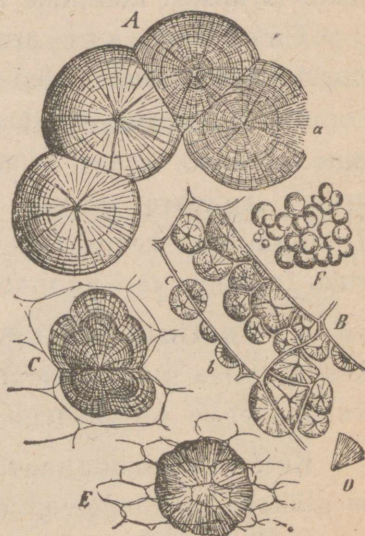
Di- ja tetranitraatide segu lahustamisel alkoholi ja eetri segus saadakse *kolloodium*. Kui lahustada eetris eespool valmistatud nitrotselluloosi ja valada lahust nõgusklassile (uuri-klaasile), siis jääb pärast auramist klaasile õhuke kolloodiumi kile.

Kolloodiumi ja kamperi segu soendamisel tekib plastiline mass, mille kuivatamisel saadakse *tselluloid*. Temast tehakse tselluloidpalle, kamme, iluasju jm.

Alkoholis ja eetris lahustatud ja säält veega eraldatud tselluloos annab *kunstliku siidi* ja materjaali kinofilmidele.

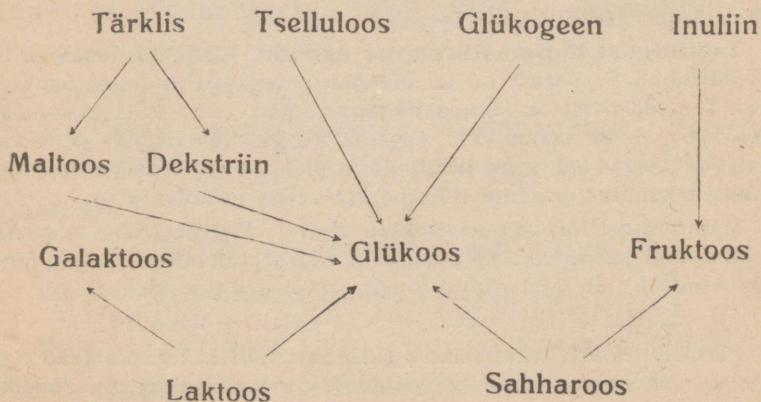
5. Inuliin on kristalline aine, vees lahustuv. Lahusest sadeneb alkoholi mõjul sfääristena kristallidena (joon. 11).

L e i d u b taimeraku mahlas, eriti rohkesti jorjeni juur-mugulates.



Joon. 11.

Süsivesikute omavaheline muutuvus.

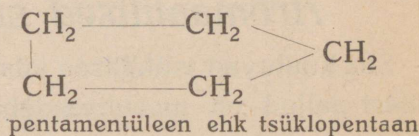
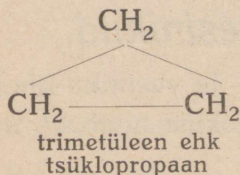


Tsüklilised ühendid.

Nii kutsutakse aineid, mille molekulides süsiniku aatomid on korraldatud ringidena. Mõnikord leidub ringis pääle süsiniku veel teiste ainete aatomeid, näit. N, S jt.

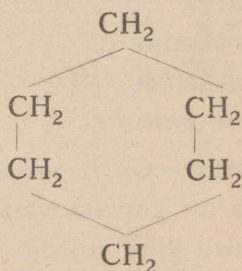
Polümetüleensed süsivesinikud.

Nende üldvormel on metüleenrea süsivesinikkude oma sarnane, nimelt: C_nH_{2n} . Järelikult peab ka nende koosseis olema samasugune. Kuid mitmed nähtused lasevad oletada nende molekulide ringkujulist ehitust. Näit.



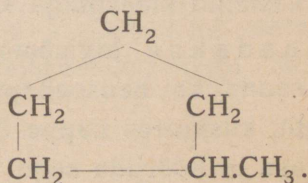
Sellesse süsivesinikkude gruppi kuuluvad n.-nim. *nafteenid*, mida leidub palju mõnes nafta seltsis. Naftenide näitena nimetame järgmised:

heksametüleen ehk
heksahüdrobensool:



ja temast kergesti tekkiv

metüültsüklopentaan:



Naftenid on vedelikud, petrooleumi lõhnaga.

Nafta, millest olnud juttu juba anorgaanilises keemias (lhk. 46), on piiriliste süsivesinikkude ja naftenide segu. Ameerika nafta sisaldab rohkesti piirilisi süsivesinikke ja vähe nafteene, kuna Kaukaasuse oma on rikas viimastest ning vaene esimestest. Nafta vastik lõhn oleneb väävliühenditest, mida leidub temas väheses hulgas. Petrooleumi annab Ameerika nafta 60%—75%, Kaukaasuse oma aga ainult 30%. Selle eest aga valgustab viimane paremini ja on vähem tulekardetav, sest tema süttimistemperatuur on kõrgem, kuna esimene annab vähem valgust ja süttib madalamas temperatuuris, on seega hädaohtlikum.

Aromaatilised süsivesinikud.

Siia kuuluvad tsüklilised süsiniku- ja vesinikuühendid, millest paljud on meeldiva lõhnaga, kust tuleb ka nende nimetus.

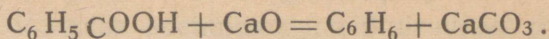
Neid saadakse peamiselt kivistõrvast järgulise destillatsiooniga. Selleks lahutatakse kivistõrv esialgu järgmisteks rühmadeks:

- | | | | |
|-----------------|------------|------------|---------|
| a) kerge õli, | keeb kunni | 170°C | juures, |
| b) keskmine õli | „ „ | 170°—230°C | juures |
| c) raske õli | „ „ | 230°—270°C | „ |
| d) antratseen | „ „ | üle 270°C | „ |

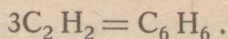
Bensool — C_6H_6 — seisab aromaatiliste ühendite eesotsas. See on värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga, tugevasti valguse kiiri murdev. Lahustab rasvaineid ja vaike. Põledes eraldab palju tahma, mis näha, kui süüdata bensooli kastetud klaaspulga külge jäänd vedelik.

Saadakse kivistõrva kerge õli destilleerimisel. Võib saada ka bensoehappest, kuumutades seda lubjaga segatult, kusjuures happe ühe osa kohta tuleb võtta lupja kaks osa ja hõõruda segu uhmris tublisti.

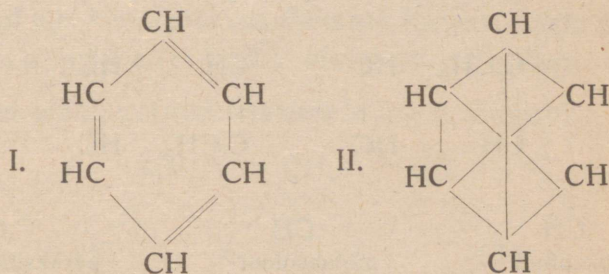
Reaktsioon toimub järgmiselt:



Tekib ka atsetüleenist, kui juhtida seda läbi kuumade torude. Seejuures nimetatud gaas tiheneb bensooliks:



Bensooli struktuursest vormelist õpetlaste arvamised lähevad lahku. Seepärast kujutatakse teda kaht viisi:



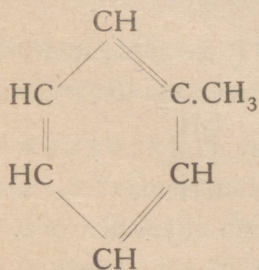
Rohkem tarvitatakse esimest.

Bensooli tarvitatakse rasvainete ja vaikude lahustajaks, mootorite kütteks, paljude keemiliste ainete, eriti orgaaniliste värvide valmistamisel põhimaterjaaliks.

Toluool ehk metüülbensool — $\text{C}_6\text{H}_5.\text{CH}_3$ — on füüsilistelt omadustelt bensooli sarnane: kerge, värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga, valguse kiiri murdev.

Sa a d a k s e ka kivisöetõrva kerge õli destilleerimisel.

Tema struktuursest vormelis asub bensooli ringis ühe vesiniku asemel metüülrühm CH_3 :

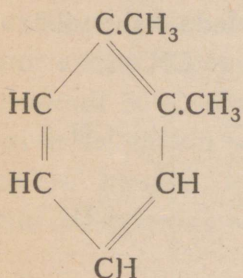


Tarvitatakse samadeks otstarveteks nagu bensooli.

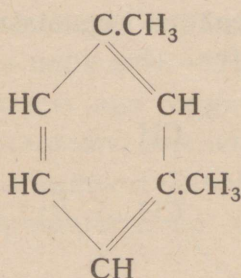
Klüsool — $C_6H_4(CH_3)_2$ — on samasuguste füüsiliste omadustega süsivesinik nagu eelmised kaks.

S a a d a k s e samuti kivisöetõrva kerge õli destilleerimisel.

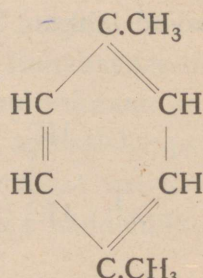
Ta esineb kolmena isomeerina, mida näitavad järgmised vormelid:



ortoksülool



metaksülool



paraksülool

Nagu vormelitest näha, ksülooli isomeeria oleneb gruppide CH_3 seisukohast.

T a r v i t a t a k s e rasvade ja vaikude lahustajaks.

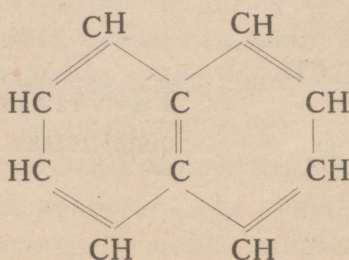
Naftaliin — $C_{10}H_8$ — on kristalliline aine, iseloomulise lõhnaga. Esineb valgete läikivate lehekestena.

Lahtiselt seistes aurab ära, s. t. muutub kindlast olekust gaasiks.

L e i d u b õige rohkesti kivisöetõrvas.

S a a d a k s e nimetatud tõrva keskmise õli destilleerimisel.

Tema struktuurne vormel koostub kahest süsinik-aatomite ringist, kusjuures kaks neist aatomitest seob mõlemat ringi:

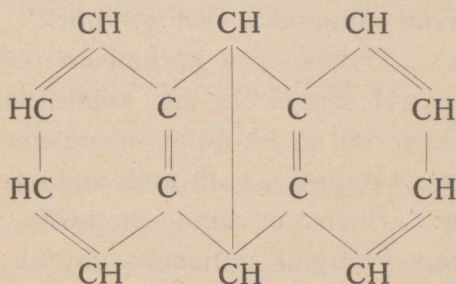


Tarvitatakse põhiaineks mitme värvi valmistamisel. Pääleselle kasutatakse villaste riiete ja kasukate hoidmiseks koide eest, sest naftaliini aur tapab nimetatud söödikud. Seepärast kutsutakse teda ka koirohuks.

Antratseen — $C_{14}H_{10}$ — esineb sinaka varjundiga värvita lehekestena.

Leidub kivisöetõrvas väheses hulgas. Siiski on tema saamise pääallikaks kivisöetõrva antratseenõli.

Tema ehitusvormel koostub kolmest ringist:



Tarvitatakse alisariinvärvide valmistamisel põhiainena.

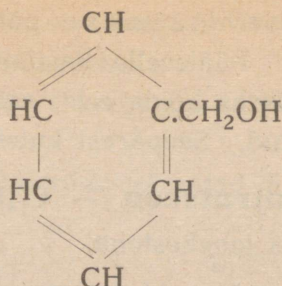
Aromaatilised alkoholid ja fenoolid.

Need mõlemad sisaldavad hüdroksüülrühmi OH, kuid esimestes see rühm asub bensooli ringi külghelgas, näit. $C_6H_5 \cdot CH_2OH$, teistes aga astub otsekohe bensooli vesiniku asemele: C_6H_5OH .

Bensüülalkohol — $C_6H_5 \cdot CH_2OH$ — on lihtsaim aromaatilistest alkoholidest. Ta on vedel aine, nõrga lõhnaga.

Koosseisult ta vastab, nagu näha vormelist, primäärsetele (esmastele) alkoholidele. Seepärast on tal ka pea kõik viimaste omadused: hapendub aldehüüdiks ja edesi happeks, annab eetrid ja estrid.

Ta ehitust kujutab järgmine vormel:

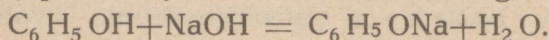


Fenool — $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ — kutsutakse sarilikult *karbool-happeks*. Ta on kristalliline aine, iseloomulise terava lõhnaga. Kristallid on nõela kujulised, värskelt värvita, kuid seistes muutuvad punakaks. Range mürk.

S a a d a k s e kivisöetõrva keskmisest õlist.

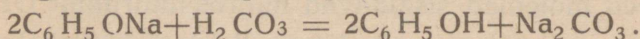
Koosseisult fenool vastab kolmastele piiritustele, mille omadustega tal on ka palju sarnasust: ei hapendu aldehüüdiks ega ketooniks, kuid võib anda eetrid ja estrid.

Alkoholidest erineb tugevamate happeliste omadustega: muudab lakmuse nõrgalt punaseks, annab alkoholaadid (fenolaadid) pääle K ja Na veel söötlehelistega:



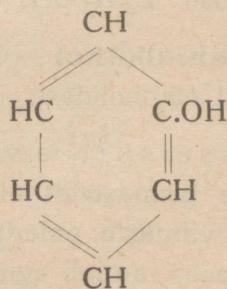
See reaktsioon toimub, kui lisada vähese hulga fenoolile vett, siis NaOH ja loksutada. Tekkind sool lahustub.

Kuid fenooli happelised omadused on väga nõrgad, nii et isegi nõrk süsihape tõrjub tema ühenditest välja:



Viimane nähtus ilmub, kui juhtida naatriumfenolaadist läbi süsihapugaasi: lahus läheb segaseks.

Fenooli ehitust kujutatakse järgmiselt:



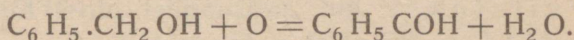
Tarvitatakse haavade pesemiseks ja desinfitseerimiseks (nõrgana lahusena). Pääleselle valmistatakse temast pikriinhapet, salitsüülhapet ja värviaineid.

Aromaatilised aldehüüdid.

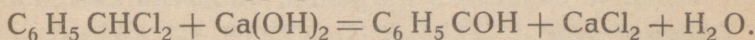
Bensoehappealdehüüd — C_6H_5COH — on neist tuttavam. Teda kutsutakse ka *kibemandli õliks*, sest et teda saadi enne kibemandlitest.

Ta on värvita vedelik, kibemandli lõhnaga ja kibeda maitsega. (Maitsta, pannes keelele lahjendatud tilgakese klaaspulgaga.)

Tekitab bensüülalkoholi hapendumisel:



Saadakse, soendades kaheskloortoluooli lubjaveega (või lahja väävelhappega):



Hapendub bensoehappeks juba õhus seistes; asetades teda mõned tilgad klaasile ja jättes seisma, leiame varsti klaasil bensoehappe kristalle.

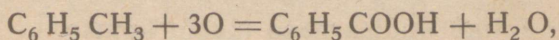
Tarvitatakse orgaaniliste värvide ja lõhnaainete valmistamisel.

Aromaatilised happed.

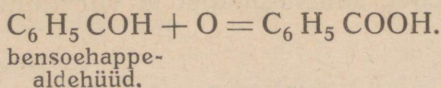
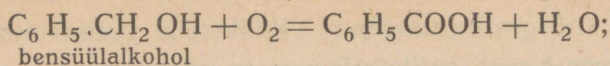
Bensoehape — C_6H_5COOH — seisab neist esimesel kohal. See on nõrga lõhnaga kristalliline aine; esineb valgetena lehekestena.

Leidub paljudes loomulikkudes vaikudes ja balsaimites.

Saadakse: 1) aromaatiliste süsivesinikkude hapendumisest, enamasti toluoolidest:



2) aromaatiliste alkoholide ja aldehüüdide hapendumisest:



Tarvitatakse antiseptilisena aina ja arstirohuna südamehaiguste juures.

Salitsüülhape — $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$ — on oksühape, nagu näha vormelist. Füüsiliselt ta on kristalliline värvita pulber.

Leidub pajukoores ja lehtedes sisalduvas salitsiinis. Vabalt on leida teda spiraea ulmaria õites.

Saadakse naatriumfenolaadist süsihapugaasi mõjul.

Tarvitatakse kui antiseptilist ainet toitude konserveerimiseks ja arstirohuna jooksva vastu. Et tal ei puudu ka halvad kõrvalmõjud, seepärast valmistatakse temast arstimise otstarbeks nõrgemalt mõjuvad derivaadid.

Gallushape — $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3\cdot\text{COOH}$ — on ka oksühape ja niisama kristalliline aine.

Leidub tindipähklites, tees jne.

Saadakse tanniinist, keetes seda lahjade hapetega.

Temast valmistatakse tinti. Selleks segatakse tema lahus raudvitriooli lahusega. Tindile lisatakse pisut indigokarmiini, mis annab talle sinaka värvi. Pärast paberil kuivamist värv muutub mustaks — hapendumise tagajärjel.

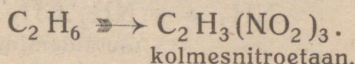
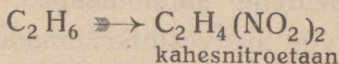
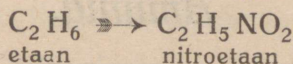
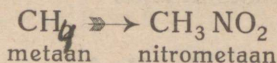
Parkhappeid leidub paju-, tamme-, kuuse- jt. koores. Nad kõik on mõruda maitsega ained.

Neil on omadus ühineda valkainetega. Umbes sarnane on nende mõju ka nahaparkimisel. Selle tagajärjel nahk omandab sitkuse ja painduvuse ega mädane kergesti.

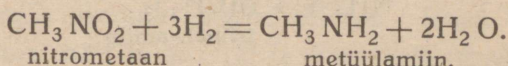
Tanniin — $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ — on tüübiline parkhape. See on kibeda maitsega kollakas amorfne pulber. Raudvitriooliga annab tindisarnase musta lahuse.

Nitroühendid.

Need ained sisaldavad n.-nim. nitrorühmi NO_2 — ühe või rohkem. Nad tekivad süsivesinikkudest, kui viimaste vesinikaatomid vahetuvad mainitud rühmaga. Näit.:



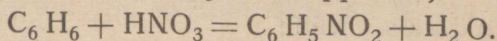
Vesiniku mõjul nitroühendid muutuvad amii-
nideks. Näit.:



Praktiliselt tähtsad on aromaatilised nitroühendid. Need tekivad bensoolist ja tema homologidest kontsentreeritud lämmastikhappe mõjul.

Nitrobensool — $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ — seisab neist esimesel kohal. See on kollakas raske vedelik, kibemandliõli-
lõhnaga. MürGINE.

Tekib bensoolist salpeeterhappe mõjul:



Tema valmistamiseks tuleb segada kanget väävelhapet (5 kaaluosa) kange salpeeterhappega (4 kaaluosa), segu jahutada külmas vees ja lisada siis vähehaaval 1—1,5 kaaluosa bensooli, jahutades aegajalt ja segades. Reaktsioon on lõpnud, kui pruuni lämmastikkaheshapendit ei teki enam. Siis valatakse segu külmavee klaasi: põhja langeb õlitaoline vedelik — nitrobensool, segatult reageerumata bensooliga. Puhastamiseks tuleb pesta segu jaotis-
lehttris 2—3 korda, kuivatada kloorkaltsiumiga, lõpuks eral-

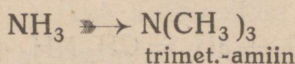
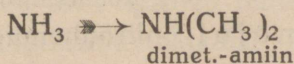
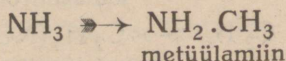
dada nitrobensool järgulise destillatsiooniga, kogudes vedelikku, mis keeb 203 — 207⁰ temperatuuris.

Samal teel võib saada nitrotoluoli — $C_6H_4(NO_2)CH_3$ — ja teisi aromaatilisi nitroühendeid.

Tarvitatakse aniliini ja teiste värvide ning lõhnainena seepide valmistamiseks.

Amiinid.

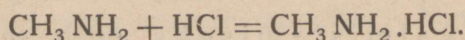
Amiinid tulevad ammoniaagist, kui selle vesinikaatomid vahetuvad süsivesinikrühmadega:



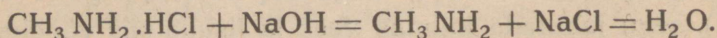
Metüülamiinid on harilikus temperatuuris gaasid; neile järgnevad vedelad, siis kindlad ained.

Alamad amiinid on ammoniaagi-lõhnaga ja sama hästi lahustuvad vees, kuid molekuli suurenemisega väheneb lahustuvus.

Ammoniaagile nad sarnanevad ka keemilistelt omadustelt, nimelt on neil aluslikud omadused, mida näitab katse lakmuspaberiga, ja hapetega ühinevad sooladeks. Näit.:



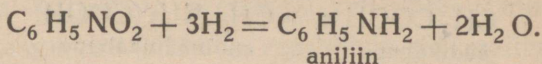
Nende soolade keetmisel lehelistega vabanevad amiinid:



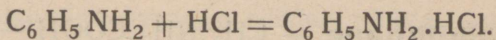
Ka neist on suurema praktilise väärtusega aromaatilised amiinid.

Aniliin — $C_6 H_5 NH_2$ — on viimastest tuttavam ja tähtsam. Ta on õlitaoline värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga, kibeda maitsega, tugevasti valguse kiiri murdev. Õhus muutub kollaseks, siis pruuniks ja lõpuks vaigustub.

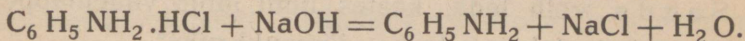
Valmistada võib teda järgmiselt: asetatakse kolbi 40 gr teralist tina, 30 gr nitrobensooli ja lisatakse 100 cm³ kanget soolhapet*). Segu loksutatakse ja jahutatakse külmas vees. Tina abil soolahapest vabaneva vesiniku mõjul nitrobensool muutub aniliiniks:



Kuid viimane ühineb liigse soolahappega soolaks — kloorvesinik aniliiniks:

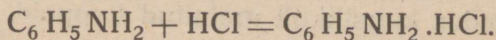


Seepärast lisatakse pärast reaktsiooni lõppu (kui vesinikku ei eraldu enam) segusse vett, mis lahustab tekkind soola. Lisatakse veel söötnaatriumi, et vabaneks aniliin:



Viimane kergib pinnale õlisena kihina. Tema lahutatakse segust veeauru abil (joon. 12) ja pääleselle osalise destillatsiooniga, kogudes vedelikku, mis keeb 180–185° juures.

Nagu kõik amiinid on aniliin alus ja annab hapetega soolad:



Kuid tema aluslikud omadused on nõrgad, nii et ta näit. ei muuda lakmuspaberit siniseks.

Tarvitatakse aniliinvärvide valmistamiseks.

Kui lisada aniliini vesilahusele mõni tilk kloorlubja-lahust, tekib lilla värv.

Lisades tema lahja väävelhappe-lahusele kaaliumbikroomaadi-lahust, ilmub roheline värv, mis muutub varsti siniseks ja lõpuks mustaks (aniliinmust).

Toluidiinid — $\text{CH}_3.\text{C}_6\text{H}_4.\text{NH}_2$ — on samuti aromaatilised amiinid. Neid on kolm isomeerset ainet: orto-, meta- paratoluidiin.

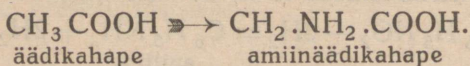
Saadakse nagu aniliinigi vastavatest nitrotoluoolidest.

Tarvitatakse ka värvide valmistamiseks.

*) Arusaadav, et võib võtta neid aineid ka rohkem või vähem — samas vahekorras.

Amiinhapped.

Kui happes süsinikuga seotud vesinik vahetub amiinrühmaga NH_2 , siis tekib amiinhape. Näit.:



K e e m i l i s e l t amiinhapped annavad soolad kui hapetega nii alustega.

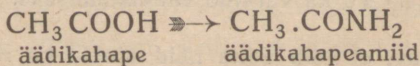
Amiinäädikhape — $\text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH}$ — ehk glükokool on lihtsaim mainitud ühenditest. See on magusa maitsega kristalliline aine.

S a a d a võib teda, keetes liimi lahja vääelhappega, mispärast kutsutakse teda ka „liimsuhkruks“.

Amiinhapped on suure tähtsusega valkainete uurimisel. Nimelt ei ole õnnestund määrata senni kindlaks viimaste koosseisu ja ehitust. Et aga nad võivad laguneda amiinhapeteks, siis katsutakse saada teada valkude koosseis, ühendades kunstlikult mainitud happeid. Nii on läind keemikul Emil Fischeril korda liita üheks moleekuliks kunni 18 amiinhappe molekuli. Saadud ühendeid, mis ta nimetas polüpeptiidideks, on mitmeti sarnased lihtsamaile valkudele. Nad reageeruvad nagu viimased, näit. annavad biureedi-reaktsiooni (vt. valgud), sadestuvad lahusest väävelhapu-ammooniumi mõjul, lagunevad fermentide kaastegevusel jne.

Hapete amiidid.

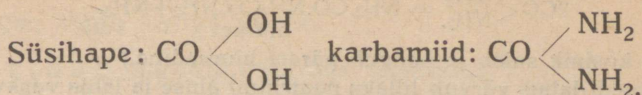
Need tekivad hapetest, kui viimastes karboksüülrühma hüdroksüül vahetub amiingrupiga NH_2 . Näit.:



Ka need annavad soolad kui hapetega nii alustega.

Elulise tähtsusega on neist:

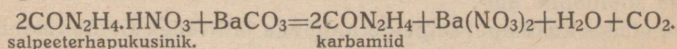
Karbamiid ehk kusinik. See on süsihappeamiid:



Ta on karastava maitsega kristalliline lõhnata aine. Kristallid esinevad pikkade rombiliste prismadena.

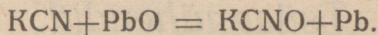
Tekib imetajais loomis valkude lagunemise lõppsaadusena ja leidub nende kuses, kust tulnud ka tema teine nimetus. Täisealine inimene eristab päevas umbes 1500 gr kust, milles on karbamiidi 2%, s. o. 30 gr.

Tema saamiseks tuleb aurutada kust tublisti ja lisada siis salpeeterhapet, mille mõjul sadeneb kollane salpeeterhapukusinik. (Kollane värv oneneb sapi pigmentidest). Sade lahustatakse vees ja lisatakse kameleoni, mis hävitab kollased pigmendid. Selle järele segatakse juure süsihapubaariumi ja siis juba tekib vaba karbamiid:

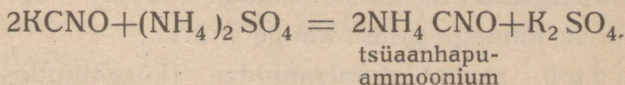


Pärast aurutamist eraldatakse kusinik segust kange piirituse abil.

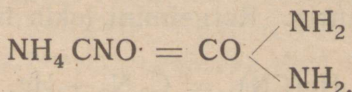
Karbamiid on esimene kunstlikult saadud orgaaniline aine (vt. sissejuhatus). Wöhleri järgi võib valmistada teda järgmiselt: kuumutades tsüaanikaaliumi seatinahapendiga, saadakse tsüaanhappe-sool:



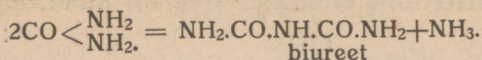
Saadud soola ja väävelhapuammooniumi segu kuumutamisel tekib tsüaanhapuammoonium:



Viimase aatomite ümberasendamisel see muutub karbamiidiks:



Karbamiidi kuumutamisel eraldub temast ammoniaak ja tekib kristalliline biureet.



(Alguses kusinik sulab ja hangub pärast biureedina.)

Biureedi-lahus värvub lillaks naatriumi aluse ja lahja vaskvitriooli mõjul. Sarnase reaktsiooni annavad nimetatud ainete mõjul ka valgud (ja mõned teised ained), mis pärast kutsutakse teda biureedi-reaktsiooniks.

Tähtsam karbamiidi derivaat on

Kusihape, kristalliline, vees vähe lahustuv aine.

Tekib loomorganismides valkude lagunemissaadusena. Lindude ja roomajate ekskrementid (eristused) on rikkad selle happe ammoniaaksooladest.

Vaikse ookeani saartel leidub suuri lademeid lindude väljaheidet, mida tuntakse guaano nime all ja tarvitatakse hääna väetisainena.

Imetajate, eriti inimese kuses leidub kusihapet vähe. Jooksjahai-guse korral ta sadeneb liigendes halvasti lahustuvatena sooladena, mis sünnitavad valu. Ka n.-nim. „põiekivid“ on kusiappesoolad.

Saada võib teda madude väljaheidetest ja guaanost sööt-naatriumi ja soolhappe abil.

Soendades kusihapet salpeeterhappega ja lisades ammoniaaki, tekib sool (mureksiid), mis kristalliseerub kuldrohelistena prismadena, annab vees lahustudes aga purpursed värvi. Selle reaktsiooni abil määratakse kusi-happe-tuletised.

Teistest karbamiidituletistest oleksid nimetada: *teobromiin*, mida leidub kakaos ja tees; *kofeiin* ehk *teiin* — kakaos, kohvis ja tees; *ksantiin*—sisaldub kõikides inimese kudedes.

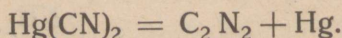
Tsüaanühendid.

Need ained sisaldavad molekulis tsüaanrühma CN.

Tsüaangaas ehk lihtsalt tsüaan — C_2N_2 — on värvita, iseloomulise lõhnaga gaas; kange mürk.

Leidub rauasulatamisahjudes (kõrgahjudes), sääl tekkivate gaaside hulgas.

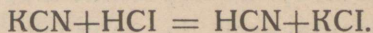
Saada võib teda, ühendades süsinikku ja vesinikku kõrges temperatuuris. Kergeimini tekib tsüaanelavhõbeda soendamisel:



Tsüaanvesinik ehk sinihape — HCN — on värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga; nõrkade happeliste omadustega; väga kange mürk.

Leidub seotult paljudes taimedes.

Saadab võib hapete mõjul tsüaankaaliumist:

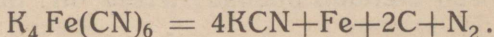


Harilikult saadakse n.-nim. kollasest veresoolast — $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ — soendades seda lahja väävelhappega.

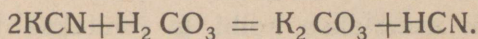
Tsüaansooladest on tähtsamad:

1. Tsüaankaalium — KCN — on sinihappesool. See on valge kristalliline aine; kange mürk.

Tema saamiseks kuumutatakse kollast veresoola:



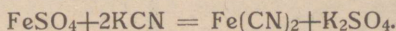
Õhu süsihappe mõjul laguneb, eraldades sinihapet (seepärast on tal viimase lõhn):



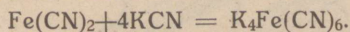
Tarvitatakse fotograafias, galvanoplastikas raskete metallide soolade lahustajana ja kulla eraldamisel liivast.

2. Kollane veresool — $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ — on kollane kristalliline aine, mitte mürgine. Sisaldab kristallvett, $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, mis vabaneb kuumutamisel; selle tagajärjel sool muutub valgeks pulbriks.

Tekib raudvitriooli ja tsüaankaaliumi reageerumisel, kusjuures eriti vabaneb pruun tsüaanraud:

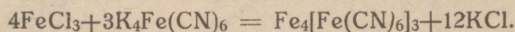


Tilgutades viimasele juure tsüaankaaliumi lahust, sade kaob:

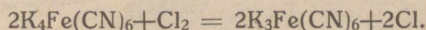


Kui sade ei lahustu, tuleb tema filtreerida. Sool vabastatakse filtraadist aurutamisega.

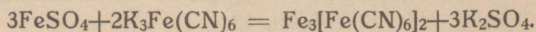
Kloorrauaga annab sinise värvi — Berliini lasuuri:



3. Punane veresool — $\text{K}_6\text{Fe}(\text{CN})_6$ — saadakse eelmisest kloori abil:



See annab raudvitriooliga tumedama värvi — turnbulsinise:



Tärpeenid.

Need on süsivesinikud, mis esinevad taimedes laialdaselt. Nad on suuremalt jaolt kõik vedelad, hästi lõhnavad ja tugevasti valguse kiiri murdvad ained.

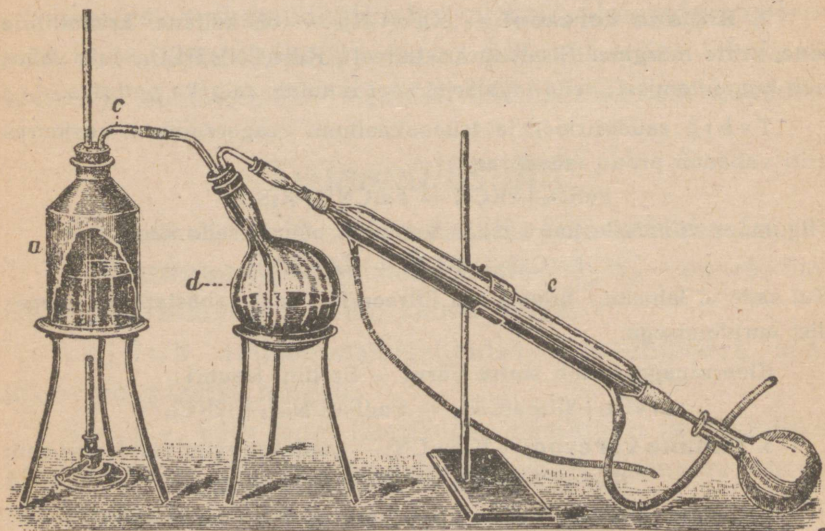
Parimini tundmaõpitud tärpeenide üldvormel on $C_{10}H_{16}$.

Vesiniku sisaldavuselt ja muudelt omadustelt nad asuvad piiriliste ($C_{10}H_{22}$) ja aromaatiliste ($C_{10}H_{14}$) süsivesinikkude vahel.

Looduses nad leiduvad segudena, mida kutsutakse *eeterõlideks*. Viimastest on tuttavam

Tärpentiinõli. See on tuntud kerge vedelik, iseloomulise meeldiva lõhnaga. Ta koosneb mitmest tärpeenist, mille seas *pineen* etendab pääosa; teised on: dipenteen ja sülvestreen.

Saadakse okaspuude vaigust veeauruga destilleerides, mida toimetatakse järgmiselt: puusse tehtud haavast vooland vaik asetatakse kolbi ja juhitakse temast veeaur läbi. See viib endaga õli läbi jahutaja vastuvõtjasse (joon. 12). Sääli kui kergem vedelik korjub veepinnale.



Joon. 12.

Tarvitatakse valkude, rasvade ja teiste orgaaniliste ainete lahustajaks. Selles suhtes on tal erine tähtsus õlivärvide tarvitamisel. Pääleselle ta on tähtis antiseptiline aine ja kui materjaal kunstliku kamperi valmistamisel.

Sortide järgi on olemas Ameerika, Prantsuse, Rootsi, Vene jm. tärpentiinõlisid.

Destilleerimisest järelejäänd vaiku nimetatakse *kam-poliks*. See leiab tarvitamist viiulivaiguna ning kirjalaki ja vaikseepide valmistamisel.

Teised eeterõlid saadakse samal teel mitmesugustest taimeosadest. Neist oleksid nimetada:

s i d r u n i õ l i,	saadakse sidrunikoortest,
r o o s i-	" " roosiõitest,
m ü n d i-	" " mündilehtedest,
k ö ö m n e-	" " köömnetest,
n e l g i-	" " nelgist,
j a s m i i n i-	" " jasmiiniõitest
	jne.

Kõiki neid kasutatakse mitmesuguste lõhnaainete valmistamisel.

Kamperid on väga sarnased tärpentiinidele. Need on kindlad ained iseloomulise lõhnaga. Auravad vedelaks muutumata. Sisaldavad ka hapnikku. Nende üldvormel: $C_{10}H_{16}O$.

Harilik ehk jaapani kamper on neist tuttavaim. Ta esineb värvita prismadena.

Teda saadakse kamperipuust, pääasjalikult Formoosa saarel.

Tarvitatakse kui antiseptilist ainet ja arstirohuna südamehaiguste vastu ning materjaaliks tselluloidi valmistamisel.

Mitmed eeterõlid koostuvad ühenditest $C_{10}H_{16}$ ja $C_{10}H_{16}O$.

Kautshuk on n.-nim. polütärpeen: $(C_{10}H_{16})_x$. Teda saadakse troopika taimede mahlast.

Ta lahustub väävelsüsinikus, bensoolis jm. Nende lahustega läbiimbund riie muutub pärast lahustajate äraauramist veekindlaks. Seistes muutub aga murduvaks. Selle pahe ärahoidmiseks segatakse ta enne tarvitamist väävliga — vulkaniseeritakse. Pehmed kummasjad sisaldavad väävilt umbes 10%, kõvad aga (kammid jm.) — kunni 35%.

Gutapertsh on väga sarnane kautshukile.

Saadakse ka troopika taimede mahlast.

Tarvitatakse elektriühede isoleerimiseks.

Valkained ehk valgud.

(Munavalged.)

Need ained on saand nimetuse lindude munavalgest. Nad moodustavad organismide kudedest tähtsamaid ja tarvilikumad sisuosad, milleta orgaaniline elu ei oleks mõeldav.

Valkained koostuvad nagu süsivesinikudki süsinikust, vesinikust ja hapnikust, kuid pääleselle sisaldavad veel tingimata lämmastikku ja väheses moods väävlit, mõned ka vosvorit.

Nende ehitus on tundmata. Põhjus seisab selles, et valkainete (valkude) uurimine on seotud suuremate raskustega kui ühegi teise ainete oma. See oleneb järgmistest asjaoludest: 1) nende molekulid on väga suured, mida tõendab nende ülisuur molekulkaal, mis võib ulatuda kunni 15000; järelikult peab olema väga keeruline ka nende ehitus. 2) Ei ole võimalik eraldada üksikuid puhtaid valke (individue) teistest, sest et nad ei kristalliseeru suuremalt osalt ega destilleeru lagunemata. Pääleselle on palju neist väga kergesti koosseisult muutuvad.

Uuema ajal katsutakse määrata nende koosseisu ja ehitust amiinhapete kaudu, sest need tekivad valkainete

lagunemisel ja seepärast viimased peavad olema ehitatud neist. (Vt. „Amiinhapped“ lhk. 52).

Valkained lagunevad mitme teguri mõjul. Need on: kõrge temperatuur, happed, alused ja fermendid. Ka lagunevad nad bakteride tegevuse tagajärjel — mädanemisel. Lagunemissaadustest on tuttavamad: ammoniaak, amiinhapped, süsi-, sipelga-, äädika- ja teised happed.

Suurem osa valkaineid on amorfsed ja kolloidsed. Soendamisel ja alkoholi mõjul tarduvad (kalgastuvad), hapete ja sadestuvad soolade mõjul.

Mõnede ainetega annavad värvilised reaktsioonid:

1. Biureedi-reaktsioon — annab lilla värvi. Tema ilmumiseks lisatakse valkainele söötnatriumi-lahust ja tilgutatakse lahja (2%) vaskvitriooli.

2. Ksantoproteiin-reaktsioon annab esiti kollase, siis ruuge värvi. Esimene ilmub valkaine soendamisel kontsentreeritud salpeeterhappega, järgmine — ammoniaagi (tinkpiirituse) lisamisel.

3. Milloni reaktsioon, mis tehakse Milloni reaktiiviga (salpeeterhapet sisaldav elavhõbeda-nitraat), annab soendamisel punase värvi.

Märkus: Katseteks valmistatakse valke järgmiselt: kanamuna lüüakse ettevaatlikult katki ja valatakse vedel munavalge uhmrisse, kuna kollane kõrvaldatakse. Sääli hõõrutakse teda umbes 5 min. Selle järele lisatakse juure 150 sm³ umbes 0,75%-list keedusoola-lahust ja hõõrutakse veel kord. Nüüd kurnatakse segu läbi hõreda riide, et eraldada lahuses leiduvad tükid. Läbikurnatud lahusega tehaksegi katseid, võttes igaks katseks mõned kuupsentimeetrid.

Valkained jagunevad järgmistesse rühmadesse:

I. Alg- ehk pärisvalgud. Sellesse rühma kuuluvad:

1. **Albumiinid**, mis leiduvad lindude munades, piimas, lihas, veres jn. Need on parimini tundmaõpitud valkained, sest neid võib eraldada teistest kristallisatsiooniga.

Lahustuvad vees, kuid ei sadestu kergete metallide sooladega (NaCl , MgSO_4 jne.).

2. Globuliinid leiduvad ühes albumiinidega, kuid omadustelt erinevad viimastest: on amorfsed ained, ei lahustu puhtas vees, küll aga vees, mis sisaldab pisut lehelismetallide sooli (Na_2CO_3 jm.). Sadenevad kergete metallide soolade (MgSO_4 jne.) kontseeritud lahuste mõjul.

3. Nukleoalbumiinid sisaldavad vosvorit ja on hapu reaktsioonilised. Vees lahustuvad halvasti, kuid lahjades alustes hästi (sooladena). Siia kuulub muuseas piima valkaine — kaseiin, mis leidub piimas kaltsiumi-soolade näol, kust sadeneb hapete mõjul.

II. Muutund valkained tekivad eelmistest aluste, hapete ja fermentide tegevusel, kusjuures algvalkude molekulid lagunevad, liitudes veega (hüdrolüüs). Selle järeldukel on nende molekulid lihtsamad eelmise rühma omadest. Siia kuuluvad:

1. Albumoosid, mis tekivad algvalkudest fermendi *pepsiini* tegevusel seedimiskaanalis. Vees lahustuvad halvasti. Sadestuvad väävelhapuammooniumi — $(\text{NH}_4^+)_2\text{SO}_4$ — mõjul.

2. Peptoonid tekivad samuti maomahla *pepsiini* tegevusel pärisvalkudest. Vees lahustuvad hästi, kuid ei sadestu väävelhapuammooniumi mõjul.

3. Fibriin — elastiline, vees lahustumata aine — tekib vere valkainest *fibrinogeenist* iseäralise fermendi abil. Verejooksu korral tekkides ta suleb haava, takistades seega vere väljapääsu, kui haav ei ole liig suur.

III. Albuminoidid on loomariigis sama tähtsad kui tselluloos taimeriigis: moodustavad raku kestad, sidekoe jne. Neist oleksid nimetada:

1. Kollageen — pääaine sidekoes, luu orgaanilises osas, krõmpslius jne. Veega keetes muutub *liimiks*, mida puh-

talt nimetatakse *zhelatiiniks*. Puhtaim zhelatiin saadakse kalapõiest, vähem puhas luust.

Liim lahustub vees, kust sadeneb tanniini mõjul. Viimasel nähtusel põhjeneb nahaparkimine: tanniini, nagu teistegi parkainete ühendid nahas leiduvate liimollustega ei mädane ja jäävad painduvaks ka pärast kuivamist.

2. Keratiin moodustab pääosa loomakarvades (samuti ka inimese juustes). Vees ei lahustu, kuid lahustub lehelistes. Sisaldab palju väävlit.

3. Elastiin moodustab sidekoe elastilised kiud.

4. Hitiin leidub pääsisuosana putukate ja vähjade koorikutes.

IV. Proteiidid on valkude ühendid teiste orgaaniliste ainetega. Nende rühma kuuluvad:

1. Hemoglobiin, millest oleneb vere punane värv. Sisaldub punastes verelipledēs. Ta on valkude ühend värviliste pigmentidega, mis sisaldavad rauda.

Ühineb kergesti hapnikuga, muutudes *oksühemoglobiiniks*. Sellel põhjeneb kudede hapnikuga varustamine hingamisel: kopsus hapnik liitub hemoglobiiniga ning kantakse verevooluga kudedesse, kus ta vabaneb — rakkudele tarvitamiseks. Kui aga hemoglobiin puutub kokku süsinikhapendiga ehk vinguga (CO), siis ta ühineb sellega ja ei saa võtta enam vastu hapnikku. Selle tagajärg on wingusurm, mis tuleb hapnikupuudusest veres.

2. Nukleiinid moodustavad raku tuuma pääollused. Sisaldavad vosvorit ja on happeliste omadustega. Vees lahustumata, kuid lahustuvad lehelistes.

3. Mutsiinid — leiduvad süljes.

Entsüümid ehk fermendid on valkude sarnased ained. Nende keemiline koosseis ei ole teada kindlasti. Tekivad organismide elutegevusel. Orgaanilises elus on neil samasugune tähtsus nagu katalüsaatoritel anorgaanilises.

lises keemias: nende kaastegevusel toimuvad mitmed keemilised muutused valkudega ja süsivesikutega. Neist on tuttavamad:

1. Pepsiin, mis tekib seedimise näärmetes ja muudab valkained *peptonideks*.

2. Ptüaliin — valmib sülje näärmetes ning muudab tärglise suhkruks.

3. Diastaas — ilmub idanevates viljaterades. Muudab tärglise suhkruks.

4. Invertiin — leidub pärmis. Muudab roosuhkru käärivaks glükoosiks.

Fermendid mõjuvad ainult harilikus temperatuuris. Alla 0° nende tegevus soigub, kuna 70—120° temperatuuris kaotavad tegevusvõime.

Pärmist eraldatud *tsümaas* ligineb entsüümidele. Tema mõjul käärivad süsivesikud, lagudes alkoholiks ja süsihapugaasiks. Kuid juba 50° temperatuuris ta kaotab oma mõju.

Sisukord.

	Lehek.
Eessõna	3
Sissejuhatus	5
Süsivesinikud	7
Piirilised süsivesinikud	7
Metaan. Etaan. Propaan.	
Homoloogilised read	9
Alapiirilised süsivesinikud	11
Etüleeni rida	11
Etüleen jt.	
Atsetüleeni rida	13
Atsetüleen jt.	
Struktuursed vormelid	14
Isomeeria	16
Halogeenderivaadid	18
Etüülkloriid Metüülkloriid. Kloroform. Jodoform. Tetrakloormetaan.	
Alkoholid	19
Metüülalkohol. Etüülalkohol. Glütseriin.	
Alkoholaadid	23
Eetrid	23
Etüüleeter	
Aldehüüdid	24
Formaldehüüd. Äädikhappealdehüüd.	
Ketoonid	25
Atsetoon.	
Orgaanilised happed	26
Sipelgahape. Äädikhape. Oblikhape. Piimahape. Õunahape. Viin- hape. Sidrunhape.	
Soolad ja estrid	29
Äädikester. Nitroglütseriin.	
Rasvad ja seep	32
Süsivesinikud	34
Monoosid	34
Glükoos. Fruktoos.	
Bioosid	35
Roosuhkur. Piimasuhkur. Linnasesuhkur.	
Polüoosid	38
Tärklis. Dekstriin. Glükogeen. Tselluloos. Inuliin.	
Süsivesikute omavaheline muutuvus	40

	Lehek.
Tsüklilised ühendid	41
Polümetüleensed süsivesinikud	41
Nafteenid. Nafta.	
Aromaatilised süsivesinikud	42
Bensool. Toluool. Ksülool. Naftaliin. Antratseen.	
Aromaatilised alkoholid ja fenoolid	45
Bensüülalkohol. Fenool.	
Aromaatilised aldehüüdid	47
Bensoehappealdehüüd.	
Aromaatilised happed	47
Bensoehape. Salitsüülhape. Gallushape. Parkhapped. Tanniin.	
Nitroühendid	49
Nitrobensool.	
Amiinid	50
Aniliin. Toluidiinid.	
Amiinhapped	52
Amiinäädikhape.	
Hapete amiidid	52
Karbamiid. Kusihape.	
Tsüaanühendid	54
Tsüaangaas. Tsüaanvesinik. Tsüaansoolad.	
Tärpeenid	55
Tärpentiinöli. Teised eeterölid. Kamperid. Kautshuk. Gutapertsh,	
Valkained	58
Alg- ehk pärisvalgud	59
Alaumiinid. Globuliinid. Nukleoalbumiinid.	
Muutund valkained	60
Albumoosid. Peptoonid. Fibriin.	
Albuminoidid	60
Kollageen. Keratiin. Elastiin. Iitiin.	
Proteiidid	61
Hemoglobiin. Nukleilnid.	
Entsüümid ehk fermendid	61
Pepsiin. Ptüaliin. Diastaas. Invertiin. Tsümaas.	

