

ORGAANILINE KEEMIA

KESKKOOLI III KLASSI KURSUS

HARIDUSMINISTEERIUMI ÕPPEKAVA JÄRGI

J. KUUSK

TEINE TRÜKK

TALLINNAS 1926

ORGAANILINE KEEMIA

KESKKOOLI III KLASSI KURSUS

HARIDUSMINISTEERIUMI ÕPPEKAVA JÄRGI

J KUUSK

TEINE TRÜKK

10.244

2



Trükitud Riigi trükikojas. Tallinn, Niine tän. 11.

A 4716.

10244

E E S S Õ N A.

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

Materjali 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 materjali (pääle toiduainete ja arstirohtude), kuid järje suhtes erineb ta mainitud kavast rohkem kui autori eelnimetatud töö. See oli tarviline sideme loomiseks üksikute osade vahel. (Ainult lõpul ei olnud enam võimalik siduda uusi osi eelmistega). Samal põhjusel tuli isegi kavas antud materjal mõne palaga täiendada. 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 orgaanilisteks ja seda osa keemiat, mis neid käsitab, orgaaniliseks keemiaks.

Endisel ajal ei osatud ühtki neist kunstlikult valmistada; peeti seda isegi täiesti võimatuks. Arvati, et nad võivad tekkida ainult organismides mingisuguse elu jõu mõjul. Kuid ligi sada aastat tagasi (1828) läks keemikul Wöhleril korda valmistada kunstlikul teel üks looma kehas tekkiv aine — karbamiid (kusinik). Esialgu see suurt tähelepanu ei äratand, aga kui möödunud aastasaja keskel teistel keemikutel õnnestus valmistada veel muid orgaanilisi aineid, nagu äädikhapet ja isegi rasva, siis tuldi otsusele, et nende tekkimiseks ei ole tarvis mingit iseäralist elujõudu, vaid et orgaanilised ained alluvad oma tekkimises samadele tingimustele nagu anorgaanilisedki. Nüüd on jõutud niikaugemale, 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 on nende molekulid väga suured. Paljud koosnevad 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 puhtmetoodilistel põhjustel käsitatakse neid süsinikühendeid eraldi, lahus niinimetatud anorgaanilisest keemiast.



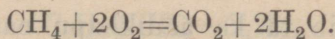
Süsivesinikud.

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

Piirilised süsivesinikud.

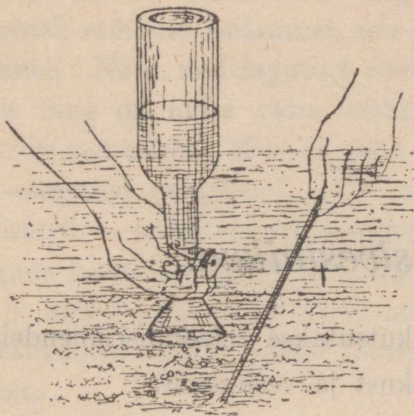
Nii nimetatakse süsiniku ja vesiniku ühendeid, milles süsinik ei ühenda enam uusi vesiniku ega teiste ainete aatomeid pääle nende, mis temaga on seotud. Sest ta ühendamisvõime on juba lõpuni tarvitatud vesiniku aatomitest, mis temaga seotud. Nad võivad aga vahetada oma vesiniku aatomeid teiste ainete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

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

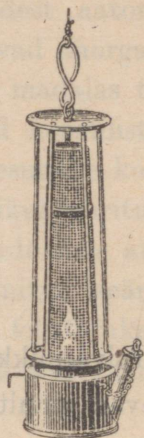


Õhuga segatult plahvatub, puutudes kokku tulega. Loo-
duses tekib ta soo põhjas, kus sinna sattund taimede jäti-
sed kõdunevad hapniku pääsmata ligi. Säält võib teda

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



Joon. 1.

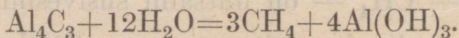


Joon. 2.

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

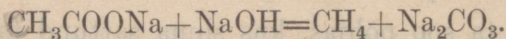
Mõnes kohas voolab metaani maast, näit. Bakuu linna lähedal maal ja säälsamas ligidal Kaspi mere põhjast, kust ta mullidena veepinnale kergib, misjuures vesi suliseb nagu kiies. Süütamisel põleb ta kuni lained ja tuul tule kustutavad. Ameerikas juhitakse maast voolav gaas torusid mööda linnadesse, kus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

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



Reaktsioon läheb kiiremini, kui vesi on soendatud.

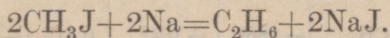
Kergesti tekib ta ka äädikhapu naatriumi, seebikivi ja lubja segu kuumutamisel: $[-2\text{NaOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2]$



Kogutakse harilikul viisil.

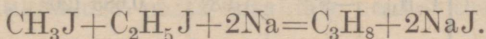
Etaan — C_2H_6 — on molekuli suuruselt metaanile järgnev süsivesinik. See on samuti värvita gaas, põlev nõrgalt valgustava leegiga (reaktsioon?).

S a a d a võib teda joodmetüülist naatriumi abil:



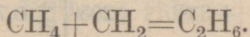
Propaan — C_3H_8 . Etaanile järgnev süsivesinik on propaan, ka värvita gaas. Keemilistelt omadustelt väga sarnane eelmise kahega.

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

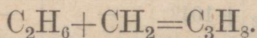


Homoloogilised read.

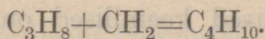
Võrreldes metaani ja etaani vormeleid neis leiduvate süsiniku ja vesiniku aatomite arvu suhtes näeme, et etaani võib tuletada metaanist, lisades viimasele juure süsivesiniku grupi CH_2 :



Lisades sama grupi etaanile juure, saame propaani:



Propaanist tekib selle grupi juurelisamisel butaan:



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

Nimetus	Vornel	Sulamis- temperatuur	Keemis- temperatuur 760 mm rõhu all	Erikaal	Olek haril- kus tempe- ratuuris
Metaan	CH ₄	—186 ⁰	—164 ⁰	0,415 (—164 ⁰ juures)	} G a s i d
Etaan	C ₂ H ₆	—172,1 ⁰	—84,1 ⁰	0,446 (0 ⁰ juures)	
Propaan	C ₃ H ₈	—45 ⁰	—37,0 ⁰	0,536 (0 ⁰ „)	
Butaan	C ₄ H ₁₀	—135 ⁰	+1 ⁰	0,600 (0 ⁰ „)	
Pentaan	C ₅ H ₁₂	—131 ⁰	+37 ⁰	0,627 (14 ⁰ „)	} V e d e l i k u d
Heksaan	C ₆ H ₁₄	—94 ⁰	+69 ⁰	0,658 (20 ⁰ „)	
Heptaan	C ₇ H ₁₆	—97 ⁰	+98 ⁰	0,683 (20 ⁰ „)	
Oktaan	C ₈ H ₁₈	—56 ⁰	+125 ⁰	0,702 (20 ⁰ „)	
Nonaan	C ₉ H ₂₀	—51 ⁰	+150 ⁰	0,718 (20 ⁰ „)	
Dekaan	C ₁₀ H ₂₂	—31 ⁰	+173 ⁰	0,780 (20 ⁰ „)	
Undekaan	C ₁₁ H ₂₄	—26 ⁰	+195 ⁰	0,774 sulamistemp.-ril	
Dodekaan	C ₁₂ H ₂₆	—12 ⁰	+214 ⁰	0,773 „	
Tetradekaan	C ₁₄ H ₃₀	+4 ⁰	+252 ⁰	0,775 „	} Kindlad ained
Heksadekaan	C ₁₆ H ₃₄	+18 ⁰	+287 ⁰	0,775 „	
Eikosaan	C ₂₀ H ₄₂	+37 ⁰	205 ⁰	0,778 „	
Trieikosaan	C ₂₃ H ₄₈	+48 ⁰	234 ⁰	0,779 „	
Pentatriakontaan	C ₃₅ H ₇₂	+75 ⁰	331 ⁰	0,782 „	
Heksakontaan	C ₆₀ H ₁₂₂	+101 ⁰	—	—	

Niisugust orgaaniliste ühendite rida, milles naabruses seisvate ainete molekulid erinevad üksteisest grupiga CH₂ 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

f ü ü s i l i s e d o m a d u s e d (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 , tulevad vesiniku aatomite hulgad märkida $2n+2$. Nii saame metaani rea kõikidest liigetest maksva üldvormeli: C_nH_{2n+2} .

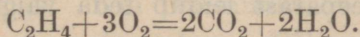
L o o d u s e s leidub metaani rea süsivesinikke rohkesti. Näit. Ameerika nafta koosneb paljude niisuguste ühendite segust. Kaukaasuse nafta sisaldab neid vähem.

Alapiirilised süsivesinikud.

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

Etüleen'i rida.

Etüleen — C_2H_4 — on lihtsaim selle rea süsivesinikkudest. Ta on värvita, iseloomuliku lõhnaga gaas. Põleb heleda leegiga:

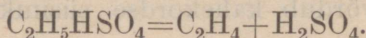
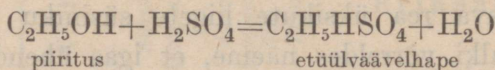


Ohuga segatult plahvatub, puutudes kokku tulega.

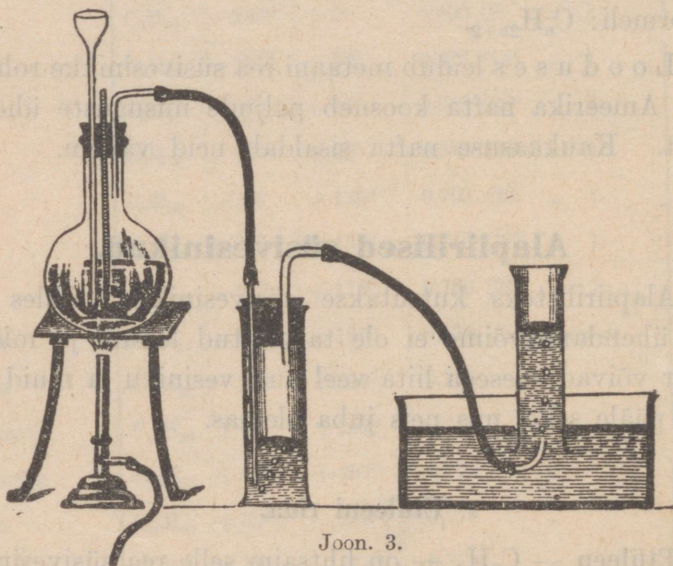
S a a d a võib etüleen'i kuumutades ühe mahuosa piirituse ja kolme mahuosa kange väävelhappe segu*) 160° — 170° temperatuuris, lisades kuumutamise ajal vähehaaval juure

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

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



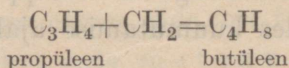
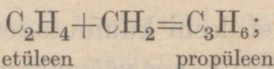
Tekkiv gaas juhitakse läbi söötnaatriumi lahuse — — puhastamiseks ühestekkivast süsihapust gaasist ja väävelkaheshapendist (joon. 3).



Joon. 3.

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

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



jne.

Mõned neist on esitatud järgmises tabelis.

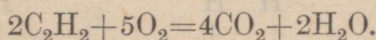
N i m e t u s	Vormel	Keemistempera- tuur	Erikaal
Etüleen	C_2H_4	-103°	0,6095
Propüleen	C_3H_6	-40°	
Butüleen	C_4H_8	-5°	
Amüleen	C_5H_{10}	$+39^\circ$	0,6476
Heksüleen	C_6H_{12}	$+68^\circ$	0,6886
Heptüleen	C_7H_{14}	$+99^\circ$	0,7183
Oktüleen	C_8H_{16}	$+124^\circ$	
Nonüleen	C_9H_{18}	$+153^\circ$	
Detsüleen	$C_{10}H_{20}$	$+172^\circ$	
Undetsüleen	$C_{11}H_{22}$	$+195^\circ$	
Dodetsüleen	$C_{12}H_{24}$	sulam.-temp. -31°	0,7511
Oktadetsüleen	$C_{18}H_{36}$	" " $+18^\circ$	0,779

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

Võrreldes käesoleva rea molekulides süsiniku ja vesiniku aatomite hulki, saame etüleenini rea üldvormeli: C_nH_{2n} .

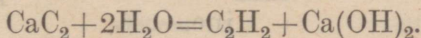
Atsetüleenini rida.

Atsetüleen — C_2H_2 — seisab teise alapiiriliste süsivesinikkude rea eesotsas. See on vastiku lõhnaga värvita gaas. Põleb heleda leegiga. Kui põlemiseks on vähe hapnikku, siis suitseb, eraldades palju tahma. Põlemise reaktsioon on järgmine:



Õhuga segatult plahvatub, puutudes kokku tulega.

S a a d a võib teda kergesti kaltsiumi karbiidist vee abil:



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

Atsetüleenit tarvitatakse valgustamiseks. Seks otstarbeks tekitatakse teda sellekohastes karbiidi lampides (joon. 4).

Atsetüleenireaktsioonid süsivesinikud tuletuvad temast samuti grupi CH_2 liitmise teel. Esimesed selle reaktsiooni ühendid on järgmised:

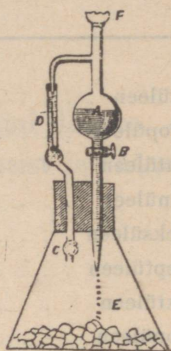
Atsetüleen — C_2H_2 — gaas;

Allüleen — C_3H_4 — gaas;

Etüülatsetüleen — C_4H_6 ; keemistemperatuur $+18^\circ$

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

Atsetüleenireaktsiooni üldvormel: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.



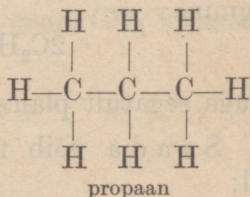
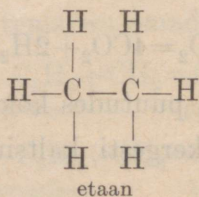
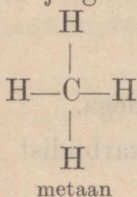
Joon. 4.

Struktuurvormelid.

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

Molekulide ehitust kujutatakse iseäraliste nn. *struktuursete ehk ehitusvormelite abil*.

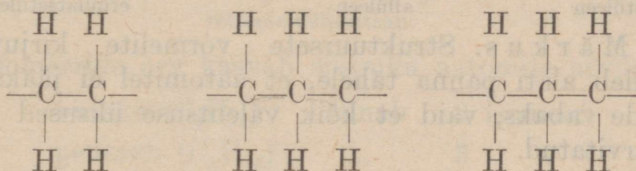
Nii kujutatakse metaanireaktsiooni esimesi süsivesinikke järgmiselt:



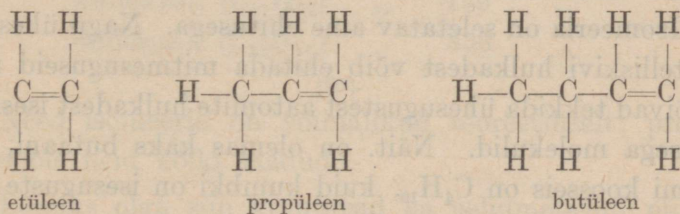
jne.

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

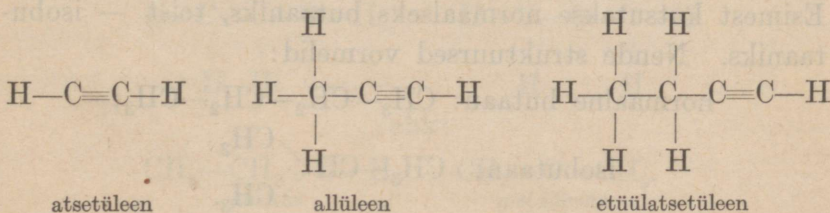
Kui kujutada samasugusel viisil etüleenini rea süsivesinikke, siis jääks äärmistel süsiniku aatomitel üks side vabaks:



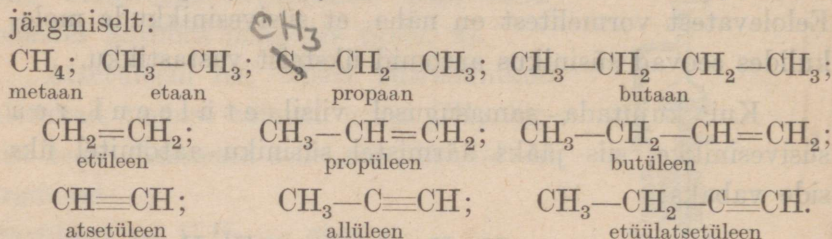
Molekulis aga ei saa vabu sidemeid olla. Seepärast tuleb oletada, et selle rea süsivesinikkudes on mõned süsiniku aatomid omavahel seotud kahekordse sidemega. Selle järgi tulevad etüleenini rea molekulid kujutada järgmiselt:



Atsetüleenini reas on mõned süsiniku aatomid seotud kolmekordse sidemega:



Ahelvormelid. Kõigis eelpool kujutatud struktuursetes vormelites asuvad süsiniku aatomid reas ahela lülidena, 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 alati panna tähele, et aatomitel ei jääks mõni side 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*.

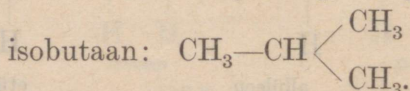
Isomeeria on seletatav aine ehitusega. Nagu ühesugustest telliskivi hulkadest võib ehitada mitmesuguseid maju, nii võivad tekkida ühesugustest aatomite hulkadest isesuguse ehitusega molekulid. Näit. on olemas kaks butaani, mille mõlemi koosseis on C_4H_{10} , kuid kumbki on isesuguste omadustega:

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

ühe keemispunkt = $+1^\circ$; teise oma = -17° .

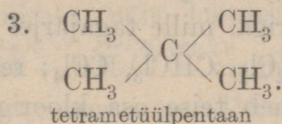
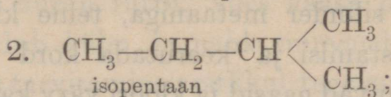
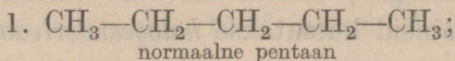
Esimest kutsutakse normaalseks butaaniks, teist — isobutaaniks. Nende struktuursed vormelid:

normaalne butaan: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$;



Esimeses on süsiniku aatomite ahel harunemata, teises — harunev.

Pentaan annab kolm isomeeri:



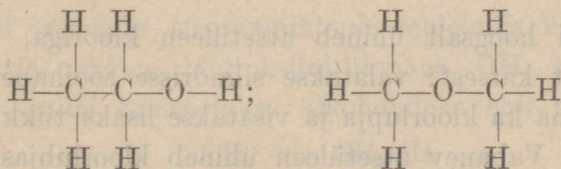
Isomeeride arv kasvab süsiniku aatomite arvuga:

butaan (C_4H_{10})	annab	2 isomeeri
pentaan (C_5H_{12})	„	3 „
heksaan (C_6H_{14})	„	5 „
heptaan (C_7H_{16})	„	9 „
oktaan (C_8H_{18})	„	18 „
nonaan (C_9H_{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 „

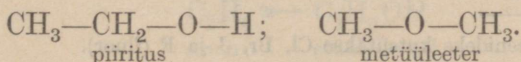
jne.

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

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



ehk:



Halogeenderivaadid.

Piiriliste süsivesinikkude vesinikaatomid võivad vahetuda halogeenidega*) kui osaliselt nii täielikult. Vahetusest tekkind aineid kutsutakse *halogeenderivaatideks*.

Kui täita silinder metaaniga, teine klooriga, asetada nende suud vastamisi ja keerutada kord üht, kord teist üles-alla, siis seguvad gaasid ja kloori värv kaob, sest metaani vesinik vahetub klooriga, mille tagajärjel tekivad järgmised ühendid: CH_3Cl , CH_2Cl_2 , CHCl_3 , CCl_4 ; reageerumisel vabanev vesinik aga ühineb teise osa klooriga kloorvesinikuks (HCl).

Alapiiriliste süsivesinikkudega ühinevad halogeenid, kusjuures katkeb kahe- ja kolmekordne side, muutudes ühekordseks. Näit. korrates eelmist katset klooriga ja etüleeniga, tekib klooretüül, mis ilmub silindri seintele värvita õlisarnaste tilkadena. Reaktsioon:



Ehk kui juhime etüleeni läbi broomvee, kaob krooni värv, sest tekib broometüül:



Samuti juhtides atsetüleeni läbi broomvee, kaob broomi värv tetrabroomatsetüleeni tekkimise tagajärjel:



Eriti hoogsalt ühineb atsetüleen klooriga, mis näha järgmisest katsest: valatakse silindrisse soolhapet, puistatakse sinna ka kloorlupja ja visatakse lisaks tükk kaltsiumi karbiiti. Vabanev atsetüleen ühineb kloorlubjast tekkiva klooriga nii, et ta sütib põlema.

*) Halogeenideks kutsutakse Cl, Br, J ja F (fluor).

Praktiliselt tähtsamad halogeenderivaadid.

Etüülkloriid (klooretüül) — C_2H_5Cl — on harilikus temperatuuris värvita magusalõhnaline gaas. Kergesti muutub vedelaks, mis keeb $+12,2^\circ$ juures. Kui teda tilgutada ihu päale, siis aurab ruttu, viies kaasa palju soojust, mis tagajärjel tundub külm ja nahk tuimeneb sel kohal. Sellel põhjeneb ta tarvitamine arstlikul tegevusel üksikute kehaosade tuimendamiseks, näit. hamba väljatõmbamisel.

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

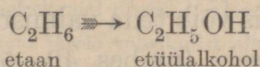
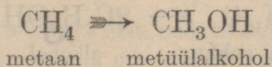
Kloroform — $CHCl_3$ — on värvita raske vedelik, iseloomulise magusa lõhnaga. Arstlikus tegevuses tarvitatakse kui uinutamismahendit. Mõnikord lõpevad kloroformi mõju tagajärjed ka surmaga, näit. südamehaigete juures. Saadakse piiritusest kloorlubja mõjul. (Tuleb hoida pimeduses, sest valguses laguneb.)

Jodoform — CHJ_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:



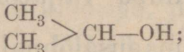
Süsi vesiniku molekulis vahetub hüdroksüülrühmaga iga süsiniku aatomi juures ainult üks vesiniku aatom. Seepärast võib alkoholis olla neid rühmi kõige rohkem niipalju, kuipalju on vastavas süsi vesinikus süsiniku aatomeid. Hüdroksüülrühmade hulga järgi kutsutakse alkohole ühe-, kahe-, kolme- jne. valentseteks.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

ühevalentne: CH_3OH (metüülalkohol);

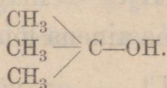
kahevalentne: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ (glükool);

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

Pääle selle jagunevad alkoholid esmasteks, teisesteks ja kolmasteks. Esmastes on hüdroksüülrühm seotud grupiga CH_2 , näit.: $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$; teistesse grupiga CH , näit.



kolmastes aga otse süsinikuga:



Tuttavamad alkoholid.

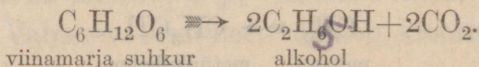
Metüülalkohol ehk puupiiritus — CH_3OH . See on värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga. Põleb nõrgalt valgustava leegiga. Keemistemp. $+64,5^\circ$. Mürgine.

T e k i b puu kuivajamisel ühes teiste ainetega, millest eraldatakse destillatsiooni teel.

T a r v i t a t a k s e viinapiirituse denatureerimiseks, lakkide ja aniliinvärvide valmistamiseks, formaliini saamiseks jne.

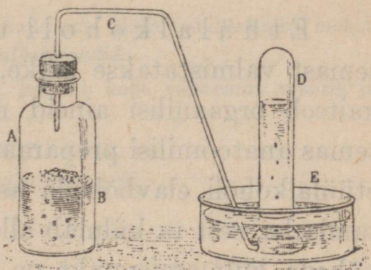
Etüülalkohol ehk viinapiiritus — $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — on samuti värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga, põletava maitsega. Põleb nõrgalt valgustava leegiga. Keemistemp. $+78,4^\circ$. Mürgine.

T e k i b mõnede suhkruseltside — näit. viinamarja suhkur — käärimisel, mille tagajärjel suhkur laguneb alkoholiks ja süsihapuks gaasiks:



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

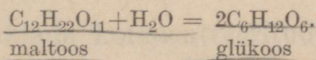
liitris vees) lisatakse mõned tükid peenendatud pärmi ja asetatakse segu umbes 25—30° C temperatuuri. Käärimisel tekkivat süsihaput gaasi võib koguda vees kummuli olevasse katseklaasi (joon. 5). Kui mõne päeva pärast gaasi tekkinine lõpeb, on suurem osa suhkrut käärind. Ühes teki-
vad veel mõned teised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



Joon. 5.

Viinamarja suhkru puudumisel võetakse purustatud rosinaid ja soendatakse kahekordse hulga veega (kaalu järgi) kuni keemiseni ja valatakse purki. Pärast jahtumist kuni 35°-ni lisatakse pärmi juure. Edasi toimetatakse nagu eelmisel katsel.

Vabrikutes aetakse piiritust tärglisrikastest 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 tärglise suhkruaineteks — maltoosiks ja dekstriiniks, mis edasi muutu-
tuvad, ühendades enesega vett, viinamarja suhkruks (glükoosiks):



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

Ka siin tekib veel teisi aineid: glütseriin, merivaikhape ja nn. puskarõli. Viimane tekib kartulis ja teraviljas leiduvatest valkainetest. Puskarõli sisaldab alkohole, mille molekulides rohkem süsiniku aatomeid kui viinpiirituse omades.

Lisanditest puhastamiseks destilleeritakse piiritus sellekohaste aparatuuride abil.

Müüdav piiritus sisaldab 3—4% vett, mida ei saa eraldada destilleerimise teel. Selle võib kõrvaldada ainete abil, mis kergesti veega ühinevad, 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 kuni 65° temperatuuris. Tekkind magus vedelik läheb käärima pärmis juurelisamisel. Segust vabastatakse alkohol destillatsiooni teel.

Õlu valmistatakse linnasjahust, mida veega leotatakse ja soendatakse ning lõhnaks ja maitseks humalaid hulka segatakse. Saadud segust läbikurnatud veele lisades juure pärmis lastakse ta käärida.

Et üülalkoholi 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 $-111,8^{\circ}\text{C}$ juures, kuna elavhõbeda külmamispunkt on -39° .

Eriti palju leiab ta tarvitamist alkoholiste jookidena. Neist sisaldavad alkoholi: piiritus — 96% , joodav viin — 40% , konjak — 50% , marjaviin — $8-10\%$, õlu — $3-4\%$ jne.

Puhas piiritus on kange mürk, mis surmab kiiresti. Alkoholistes jookides mõjub ta aeglaselt, rikkudes tervist, tekitades seedimise korratusi, hävitades ergukava, mille tagajärjel tumeneb ka mõistus ja joodik langeb kõlbliselt. Selle tagajärjeks on tülid, taplused, kõlvatud teod. Pääle selle on joodikute järeletulijad kas kidurad, vigased või nõrga mõistusega.

Glütseriin — $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ — kuulub kolmevalentsete piirituste hulka. Ta on siirupi sarnane värvita magusa maitsega vedelik, hügrooskoobiline, s. o. imeb enesesse kergesti niiskust.

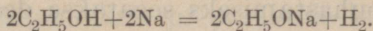
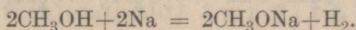
Looduses leidub teda laialt, kuid mitte vabalt, vaid rasvaainete sisuosana.

Saadakse nimetatud ainetest steariinküünalde valmistamisel kõrvalainena.

Tarvitatakse seebikeetmisel mõnede seebiliidide juures (glütseriinseep), värvide valmistamisel, arstlikus tegevuses plaastrite ja määrete jaoks jne. Kuid eriti on teda tarvis nitroglütseriini valmistamisel, millest tehakse dünaamiiti. (Vaata: „Nitroglütseriin“, lhk. 31).

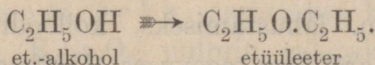
Alkoholaadid. Alkoholid võivad vahetada oma hüdroksüülvesiniku metalliga, mille tagajärjel tekivad soolad, nn. *alkoholaadid*.

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

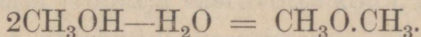


Eetrid.

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



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

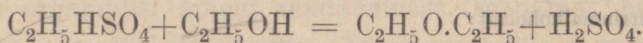
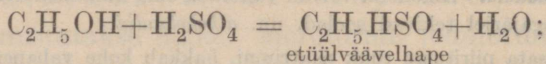


Vee võib eraldada kontsentreeritud väävelhappe abil.

Etüüleeter — $\text{C}_2\text{H}_5\text{O.C}_2\text{H}_5$ — on eetritest kõige tuttavam. Teda kutsutaksegi harilikult eetriks. See on värvita, iseloomulise lõhnaga kerge vedelik. Keemistemperatuur $+35^\circ$. Kergesti süttiv, seepärast tulest hoida eemal. Aurab kiiresti, jahutades tublisti ümbrust. Kaele kukkunud eetri-tilga auramisel tunneb käsi sääl kohal külma.

*) Nii nimetatakse rühma, mis jääb järele, kui süsivesinikust eraldada 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.

T e d a s a a d a k s e etüülalkoholist ja väävelhapest, võttes mõlemaid võrdsed mahuosad ja soendades kuni 140°-ni. Tekkiv eeter juhatakse läbi jahutaja vastuvõtte kolbi. Suurema hulga eetri saamiseks lisatakse kolbi järjest alkoholi, nii et vedeliku hulk jääks peaaegu muutmatuks. raktsioon toimub järgmiselt:



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

Eetrit tarvitatakse rasvade, vai-kude, 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 võivad ise edasi hapenduda — hapeteks). Nad sisaldava aldehüüdrühma COH (ehitus: $\text{C} \leq \frac{\text{O}}{\text{H}}$).

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

*) Destilleerimisel eraldund vedelik.

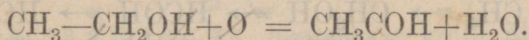
lõhnaga gaas. Lahustub vees. Tema vesilahust kutsutakse *formaliiniks*.

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 asub kuumutatud vaskspiraal. Viimane jääb kuumaks ka pärast tule eemaldamist, kui gaas voolab küllalt kiiresti. Tekkiv formaldehüüd juhitakse vette, milles ta lahustub.

Formaliini (lahjendatud) t a r v i t a t a k s e desinfitseerimiseks ja anatoomiliste preparaatide konserveerimiseks. Ruumide desinfitseerimisel on tarvis gaasilist formaldehüüdi. Seks on müügil tema tihendatud kettakesed. Nende kuumutamisel katseklaasis laguneb laiali gaas.

Äädikhape aldehüüd — CH_3COH — on värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga. *asetaldehüüd*

T e k i b etüülalkoholi hapendumisel:



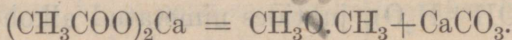
[T e m a s a a m i s e k s asetatakse kolbi 30 gr kaaliumbikromaadi ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) pulbrit, valatakse juure 120 gr vee, 40 gr kange väävelhappe ja 30 gr piirituse segu, mis aga enne tuleb jahutada külmas vees, ja soendatakse. Tekkiv gaas juhitakse läbi jahutaja vastuvõtte kolbi,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

Ketoonid.

Need tekivad teisest (sekundäär) alkoholide hapendumisproduktidena. Nad sisaldavad karbonüülgruppi 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 destillatsioonil teel. Saadakse ka äädikhapu kaltsiumi kuivajamisel:

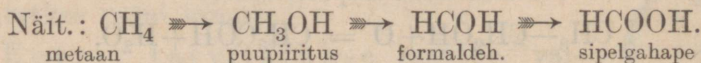


Vabrikutes valmistatakse teda suures hulgas, sest tema leiab tarvitamist vaikude jne. lahustajana, arstirohtude (kloroform, jodoform) ja kunstliku kummi valmistamisel ning mootorite kütteenäina.

Orgaanilised happed.

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

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



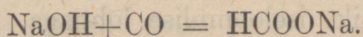
Tähtsamad ja arvurikkamad orgaanilistest hapetest on nn. *karboonhapped*, mis sisaldavad *karboksüülrühma* COOH . Sedamööda, mitu niisugust rühma hape sisaldab, jaotatakse neid ühe-, kahe-, kolme jne. aluselisteks. Pääle COOH sisaldavad mõned happed veel hüdroksüülrühmi OH . Neid kutsutakse *oksühapeteks*.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

Karboonhapetest on tähtsamad:

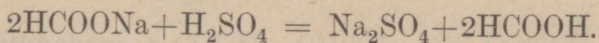
1. Sipelgahape — HCOOH . See on värvita terava lõhnaga vedelik.

Leidub sipelgates, nõgestes, männiokastes, higis jm.

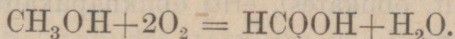
Saadakse [järgmiselt: mõjudes süsinikhapendiga naatriumhüdroksüüdile, tekib sipelgahapu naatrium:



Viimane, reageerudes väävelhappega, annab sipelgahappe:



Võib saada ka metüülalkoholi hapendumisel:



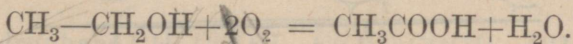
Kergemini tekib oblikahappe soendamisel glütseriiniga.

[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. Äädikhape — 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. Soendades tekib äädikhape, mis juhitakse läbi jahutaja vastuvõtjasse.]

Õhus seistes hapendub lahja piiritus ise äädikhappeks bakteri mycoderma aceti mõjul.

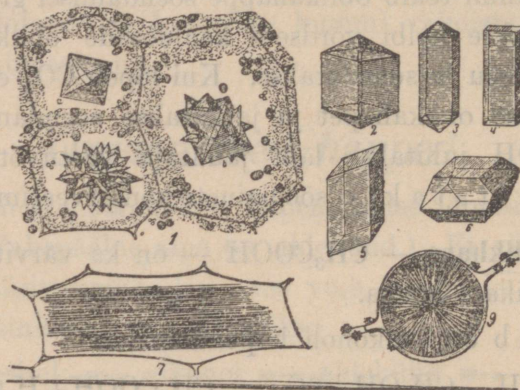
Ka puu kuivajamisel tekib äädikhapet ühes teiste ainetega, millest ta eraldatakse destillatsiooni teel.

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

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

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

Looduses leidub paljudes taimedes vabalt kui ka sooladena (näit. oblikates), eriti oblikhapukaltsiumi 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 söötnaatriumi või söötkaaliumi abil).

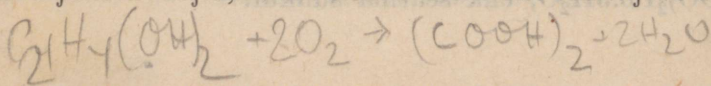
Tarvitatakse metallnõude puhastamiseks, rooste- ja tindiplekkide kõrvaldamiseks ja muiks otstarbeiks.

4. Piimhape, $\text{CH}_3\text{—CH.OH—COOH}$, ühealuslik oksühape, on siirupitaoline värvita vedelik, hapu maitsega.

Leidub hapus piimas, hapudes kapsastes, soolastes kurkides ja patoloogilistel juhustel kõhu mahlas.

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

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



Teine saamisviis: viinamarja suhkur soendatakse segatult söötnaatriumiga.]

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

Leidub paljudes toorestes (poolvalmites) puuviljades. Kergeim saada toorestest pihlakatest.

6. Viinhape, $\text{[COOH—CHOH—CHOH—COOH]}$ on samuti kahealuslik oksühape. Värvita kristalliline aine.

Leidub 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.

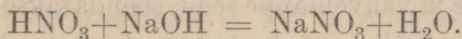
7. Sidrunhape, $\text{[CH}_2\text{.COOH—C(OH).COOH—CH}_2\text{.COOH]}$ on kolmealuslik oksühape. Esineb värvita kristallidena.

Leidub paljudes puuviljades ja marjades, eriti sidrunites ja sõstrates.

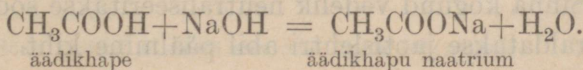
Saadakse poolvalmite sidrunite mahlast.

Soolad ja estrid.

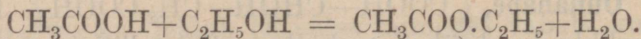
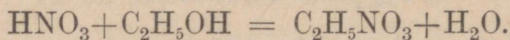
Anorgaanilisest keemiast on teada, et hapete ja aluste reageerumisel tekivad soolad, näit.:



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



Kui aluste asemel võtta alkoholid, siis reageeruvad needki hapetega:

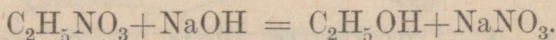


Viimastes reaktsioonides vahetub happe vesinik alkoholi süsivesinikradikaaliga ja ise ühineb piirituse hüdroksüülrühmaga veeks.

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

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

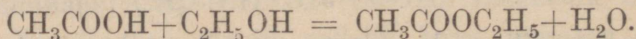
Aluste mõjul lagunevad estrid keetmisel alkoholiks ja soolaks, näit.:



Niisugust nähtust kutsutakse *see b i s t u m i s e k s*, sest ta sarnaneb seebi saamise protsessile.

Äädikester, $\text{CH}_3\text{COO}.\text{C}_2\text{H}_5$, on üks tuttavamaist siia-
kuuluvaist ühendeist. Ta on meeldiva lõhnaga värvita
vedelik.

T e k i b äädikhappe ja viinpiirituse reageerumisel, vää-
velhappe kaastegevusel:

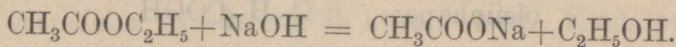


T e m a s a a m i s e k s valatakse kolbi võrdsete kaalu-
osade piirituse ja väävelhappe segu, soendatakse 130—135°-ni
ja siis lisatakse vähehaaval võrdsete kaaluosade piirituse ja
äädikhappe (100%) segu, hoides temperatuuri mainitud kõr-
gusel. Tekkiv äädikester juhatakse läbi jahutaja kogumis-
nõusse. Sinna kogund vedelik neutraliseeritakse sooda lahu-
sega ja eraldatakse jaotislehtri abil päälmine kiht. See kui-

vatatakse kloorkaltsiumiga (CaCl_2), destilleeritakse ja kogutakse $72^\circ\text{—}78^\circ\text{C}$ temperatuuris.

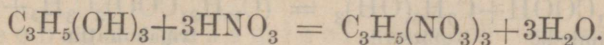
Vähesel viisil võib teda valmistada ka katseklaasis, kui valada sinna võrdsed mahuosad piiritust ja äädikhapet, lisada vähe väävelhapet ning segu soendada. Tekkind ester on tunda meeldivast lõhnast.

Äädikester seebistub tema segu aluste lahustega soendamisel, näit.:



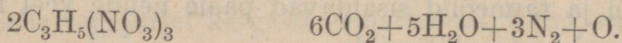
Nitroglütseriin*), $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$, vees lahustumatu õlisarnane mürgine vedelik, on glütseriini ja salpeeterhappe ester.

T e k i b nimetatud aineist:



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

T a r v i t a t a k s e lõhkeainena, sest kiire soenemise või põrutamise mõjul plahvatub, lagunedes gaasideks:



Tegelikus elus tarvitatakse nitroglütseriini asemel *dünamiiti*, mis on vähem tundlik ja seepärast temaga ümberkäimine vähem hädaohtlik. Dünamiit ei ole muud kui nitroglütseriiniga läbiimbutatud poorne aine (enamasti nn. infusormuld). Viimane ei võta osa plahvatusest. Parem ja vähem hädaohtlik dünamiit on *plahvatuv zhelatiin*, mis koosneb 93% nitroglütseriinist ja 7% nitrotselluloosist.

Süütamisel dünamiit põleb rahulikult.

Nitroglütseriin on tarvilik arstlikus tegevuses — südamehaiguste juures.

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

Rasvad ja seep.

Tuttavamad estrid looduses on r a s v a d. Neid rasvu, mis harilikus temperatuuris vedelad, kutsutakse õlideks, K o o s - n e v a d r a s v h a p e t e s t j a g l ü t s e r i i n i s t.

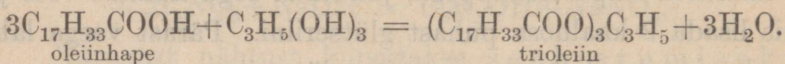
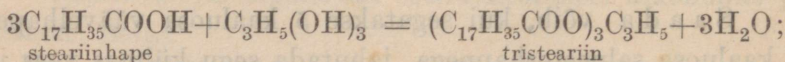
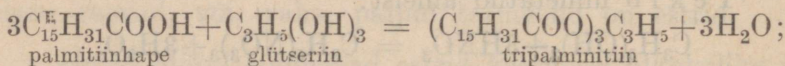
Tähtsamad rasvhapped on järgmised:

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

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

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

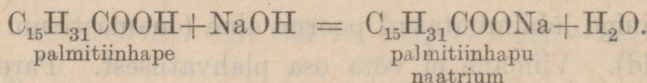
Nende ühinemisest glütseriiniga tekivad *glütseriidid*, mida harilikus elus tuntakse rasvadena (ja õlidena). Glütseriidide tekkimist kujutavad järgmised reaktsioonid:



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

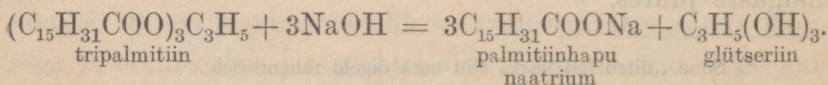
Või ja taimeõlid sisaldavad pääle nende veel madalamate rasvhapete glütseriide.

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 tagajärjel väheneb seebi lahustuvus ja seep kergib pinnale.

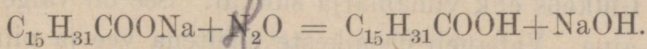
Harilik seep on eelnimetatud rasvhapete soolade segu.

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

Naatriumi aluse mõjul tekkivaid seepe kutsutakse naatriumi seepideks. Need on kõik kõvad ained. Kaaliumi seebid on pehmed, salvi sarnased. Neist on üldiselt tuttav roheline seep.

Seebi keetmisel saadakse ka glütseriini — kõrvalainena.

Seebiga pesemisel laguneb osa seepi 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 selle tagajärjel kergesti eemalduvad, kuna vaht ühes veega kõrvaldab mustuse mehhaaniliselt.

Praegusel ajal aga arvatakse seebi tähtsus pesemisel rohkem selles seisvat, et seebi lahus rasva emulgeerib, s. o. peenikesteks tilgakesteks muudab; niisugusel kujul eemalduv rasv 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, seega ka ei puhasta, kuna aga palju seepi läheb kaotsi asjata.

Süsivesikud.

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

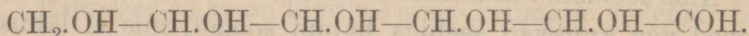
Kõik süsivesikud sisaldavad hüdroksüülrühmi (OH), ja seepärast on neil mõnes suhtes alkoholide omadused, näit. annavad hapetega estrid. Pääle selle sisaldavad mitmed neist veel aldehyüd- ja ketoonrühmi. Niisugustel on veel aldehyüüdide ja ketoonide omadused.

Süsivesikud jagunevad kolme rühma.

I. Monoosid ehk monosahhariidid. *C₆H₁₂O₆*

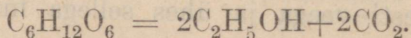
Nende üldine molekulaarne vormel on: $C_6H_{12}O_6$.

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



Vormelist on näha, et ta sisaldab viit hüdroksüül- ja üht aldehyüdrühma. Tal on alkoholi ja aldehyüdi omadused ja loetakse aldehyüdalkoholiks. Kui alkohol annab ta äädikhappega estri: $(CH_3CO)_5.C_6H_7O_6$. Aldehyüdina hapendub happeks, võttes hapnikku teistest ühenditest.

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



Seda suhkrut l e i d u b viinamarjades, magusates puuviljades ja mees.

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

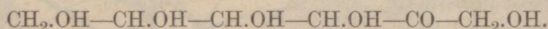
*) $C_6H_{10}O_5 = C_6 + 5H_2O$; $C_6H_{12}O_6 = C_6 + 6H_2O$; $C_{12}H_{22}O_{11} = C_{12} + 11H_2O$.

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

Leidub puuviljas ja mees.

Saadakse, keetes roosuhkrut segatult lahjade hape- tega, kusjuures tekib glükoosi ja fruktoosi segu.

Keemilistelt omadustelt on ta ketoonalkohol, sest pääle viie hüdroksüül- rühma sisaldab ketoongrupi CO:

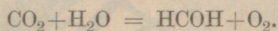


Kui alkohol annab ta äädikhappega samasuguse estri nagu glükoos: $(\text{CH}_3\text{CO})_5.\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6$. Ketooni omaduste tõttu taandub vesiniku mõjul alkoholiks: $\text{CH}_2.\text{OH}—(\text{CH}.\text{OH})_4—\text{CH}_2.\text{OH}$.

Mõned monoosid võivad tekkida ka formaldehüüdist:



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

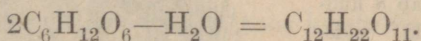


Järgmistel toimingutel muutub formaldehüüd suhkruks, tärgliseks ja tsellu- loosiks. Esimene nähtav aine rohelistes taimedes on tärglis, mida võib tões- tada joodiga.

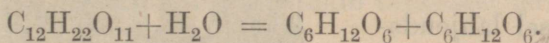
II. Bioosid ehk disahhariidid.

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 tuntud iga- päevases elus tarvitata- v toiduaine. Lahustub vees, kuid mitte alkoholis. Lahusest vabaneb kristallidena.

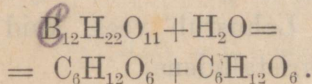
Looduses leidub paljudes taimedes, eriti rohkesti suhkurpilliroos ja suhkurnaeris (joon. 8 ja 9).

Viimastest teda ka harilikult saadaakse.

Suhkurpilliroost pressitakse ta välja. Suhkurnaerid lõigatakse tükikesteks 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 süsihaput gaasi. Sade (CaCO_3) eraldatakse filtreerimise teel ja filtraat aurutatakse madala rõhu all. Nii saadakse peensuskur, mis pärast kuivatamist müügile saadetakse. See sisaldab veel kõrvalisi aineid. Lõpulikuks puhastamiseks lahustatakse ta 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 leiduvad 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 teda ka saadakse. Seks vabastatakse piim enne rasvast ja valkudest, siis eraldatakse suhkur aurutamise abil ja pärast puhastatakse kristallisatsioonil teel.

Piimasuhkur sisaldab aldehydrihma.

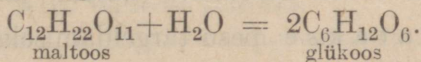
Hapetega keetes laguneb, liites vett, monoosideks—glükoo-
siks ja galaktoosiks.

Pärmi mõjul ei kääri. Küll aga muutub seene-
kese *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 glükoo-
si molekuliks:



On seega tähtsaks vaheaineks käärimisel.



Joon. 9.

III. Polüoosid ehk polüsahhariidid.

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

1. Tärklis on üldiselt tuttav aine. Veēs ei lahustu, kuid kuumas veēs paisub ja annab tärkliskliistri. Joodi lahuse mõjul muutub siniseks, mis värv kuumutamisel kaob, kuid ilmub jahtudes uuesti.

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

Tekitab rohelistes taimedes päikese valguse ja klorofüllii mõjul (v. lhk. 35).

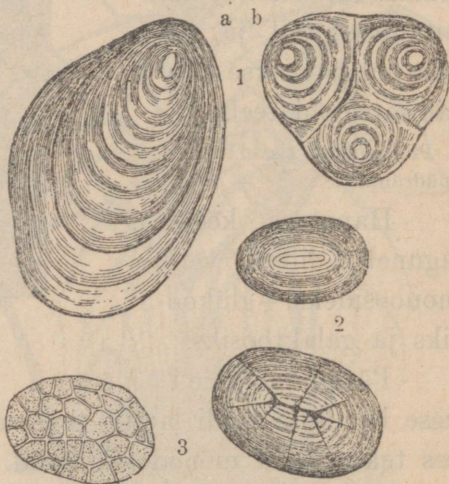
Saadakse kartulist ja teraviljast.

Keemiliselt aldehüüd- ja ketoonreaktsioone ei ilmuta. Lahjade hapetega keetmisel laguneb, liites vett, glükoosiks ja dekstriiniks. Fermendi diastaasi mõjul muutub maltoosiks, mis omakorda laguneb glükoosiks:

tärklis $\Rightarrow$ maltoos $\Rightarrow$ 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 tärklise kuumutamisel kuni 200°-ni. Tärkeldataud pesu triikimisel kuuma rauaga muutub tärklis dekstriiniks, mis õhukese läikiva kihina annab pesule läike. Leiva kooriku päalmine läikiv kiht on dekstriinist, mis tekib tärklisest kuumuse mõjul leiva küpsemisel.

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

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

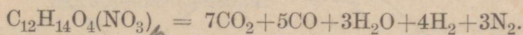
4. Tselluloos ehk kestaine moodustab taime rakkude kestad. Osa puu kuivainest, lina ja kanepi kiud, puuvill, kurnpaber — on peaaegu puhas tselluloos.

Keetmisel lahjade hapetega muutub tselluloos dekstriiniks ja glükoosiks. Kange väävelhappe lühiajalisel mõjul tekib tast kolloidne aine *amüloid*, mis jooki mõjul värvub siniseks.

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

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

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



Püroksiliinist tehakse *suitsuta püssirohtu*. Seks lahustatakse tema (teatavas vahekorras teiste kõnesolevate estritega) atsetoonis, äädikhappes või teis-

tes lahustajates. Tekib zhelatiini taoline mass, mis pressitakse õhukesteks lehtedeks, lõigatakse tükkideks ja kuivatatakse. Niisugusena põleb ta aeglasemalt ja on plahvatamisel vähem purustav.

Suure plahvatusjõuga on ka nn. *paukuv sült*, mida saadakse käsitatavate estrite segamisel nitroglütseriiniga.

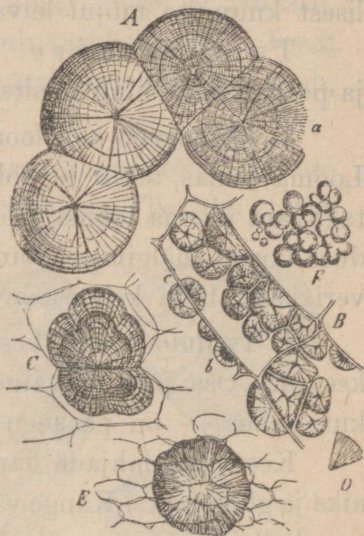
Di- ja tetranitraatide segu lahustamisel alkoholi ja eetri segus saadakse *kolloodium*. Kui lahustada eetris eespool valmistatud nitrotselluloosi ja valada lahust nõgusklaasile (uuriklaasile), siis jääb pärast auramist klaasile õhuke kolloodiumi kile.

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 materjali kinofilmidele.

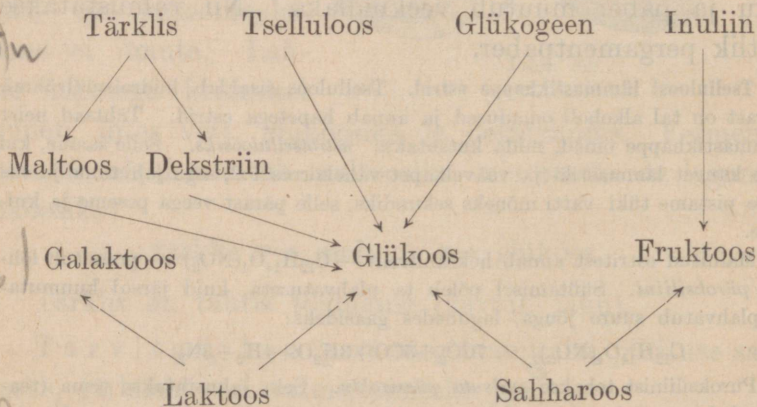
5. Inuliin on kristalline aine, vees lahustuv. Lahusest sadeneb alkoholi mõjul sfääriliste kristallidena (joon. 11).

Leidub taime raku mahlas, eriti rohkesti jorjeni juurmugulates.



Jeon. 11.

Süivesikute omavaheline muutuvus.

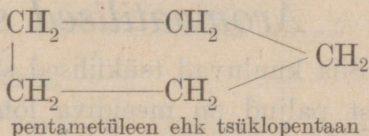
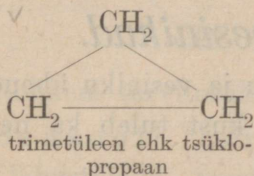


Tsüklilised ühendid.

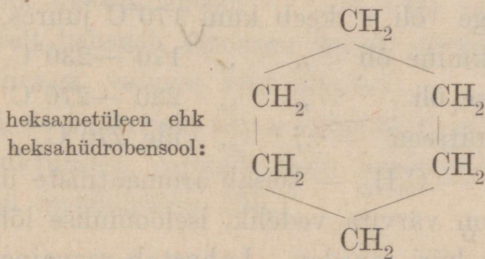
Nii kutsutakse aineid, mille molekulides süsiniku aatomid on korraldatud ringidena. Mõnikord leidub ringis pääle süsiniku veel teiste ainete aatomeid, näit. N, S jt.

Polümetüleensed süsivesinikud.

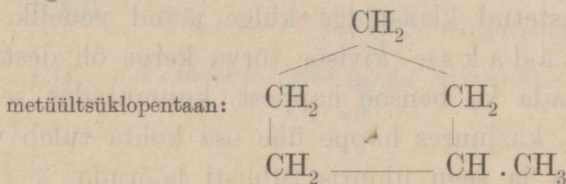
Nende üldvormel on metüleenrea süsivesinikkude oma sarnane, nimelt: C_nH_{2n} . Järelikult peab ka nende koosseis samasugune olema. Kuid mitmed nähtused lasevad oletada nende molekulide ringkujulist ehitust. Näit.



Sesse süsivesinikkude gruppi kuuluvad nn. *nafteenid*, mida leidub palju mõnes nafta seltsis. Nafteenide näitena nimetame järgmised:



ja temast kergesti tekkiv



Nafteenid on vedelikud, petrooleumi lõhnaga.

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

Larvis **Aromaatilised süsivesinikud.**

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

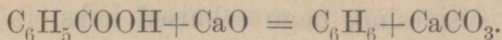
Neid saadakse peaaesjalikult kivisöe tõrvast järgulise destillatsiooni teel. Seks lahutatakse kivisöe tõrv esialgu järgmisteks rühmadeks:

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

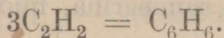
Bensool — C_6H_6 — seisab aromaatiliste ühendite eesotsas. See on värvita vedelik, iseloomulise lõhnaga, tugevasti valguse kiiri murdev. Lahustab rasvaineid ja vaike. Põledes eraldab palju tahma, mida näha kui süüdata bensooli kastetud klaaspulga külge jäänd vedelik.

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

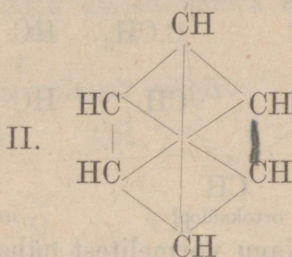
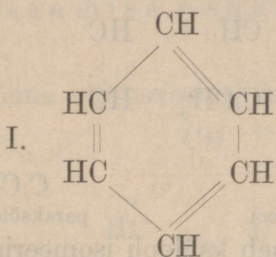
Reaktsioon toimub järgmiselt:



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



Bensooli struktuurse vormeli kohta lähevad õpetlaste arvamised lahku. Seepärast kujutatakse teda kaht viisi:



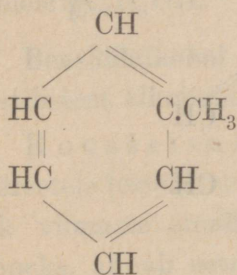
Rohkem tarvitatakse esimest.

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

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.

Saadaakse ka kivisöe tõrva kerge õli destilleerimisel.

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

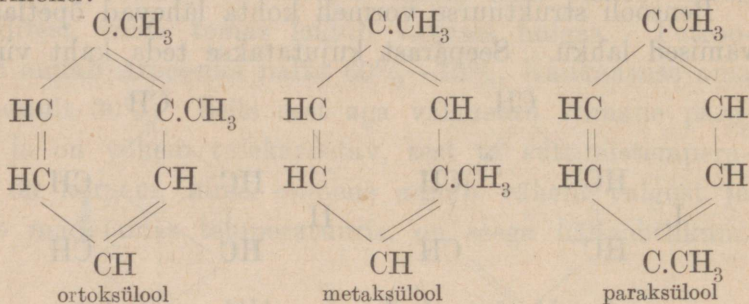


Tarvitatakse samadeks otstarveteks nagu bensooli.

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

S a a d a k s e samuti kivisöe tõrva kerge õli destilleerimisel.

Ta esineb kolme isomeerina, mida näitavad järgmised vormelid:



Nagu vormelitest näha, oleneb ksülooli isomeeria gruppide CH_3 seisukohast.

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

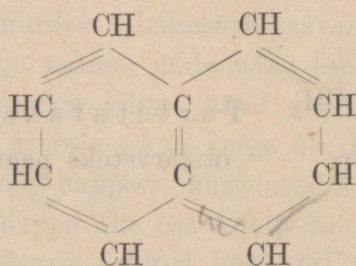
✓ **Naftaliin** — $C_{10}H_8$ — on kristalliline aine, iseloomulise lõhnaga. Esineb valgete läikivate lehekestena.

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

L e i d u b õige rohkesti kivisöe tõrvas.

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

Ta struktuurne vormel koosneb kahest süsinikaatomite ringist, kusjuures kaks neist aatomitest seovad mõlemat ringi:

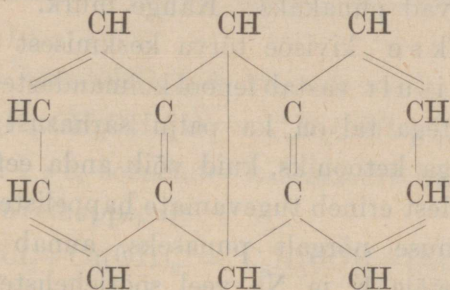


Tarvitatakse põhiaineks mitme värvi valmistamisel. Pääle selle kasutatakse villaste riiete ja kasukate hoidmiseks koide eest, sest naftaliini aur tapab nimetatud söödikud. Seepärast kutsutakse teda ka koirohuks.

✓ **Antratseen** — $C_{14}H_{10}$ — esineb sinaka varjundiga värvi lehekestena.

Leidub kivisöe tõrvas väheses hulgas. Siiski on tema saamise pääallikaks kivisöe tõrva antratseenõli.

Tema ehitusvormel koosneb kolmest ringist:



Tarvitatakse alisariinvärvide valmistamisel põhinaena.

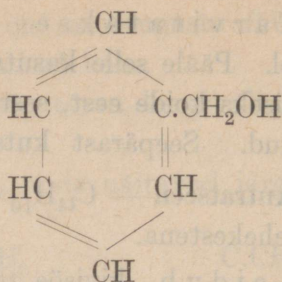
Aromaatilised alkoholid ja fenoolid.

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

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

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

Ta ehitust kujutab järgmine
vormel:

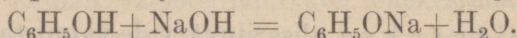


Vahel
Fenool — $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ — kutsutakse harilikult *karbool-*
happeks. Ta on kristalliline aine, iseloomulise terava lõh-
naga. Kristallid on nõela kujulised, värskelt värvita, kuid
seistes muutuvad punakaks. Kange mürk.

Sa a d a k s e kivisöe tõrva keskmisest õlist.

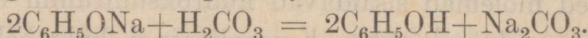
Koosseisult vastab fenool kolmandastele piiritustele,
mille omadustega tal on ka palju sarnasust: ei hapendu
aldehüüdiks ega ketooniks, kuid võib anda eetrid ja estrid.

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



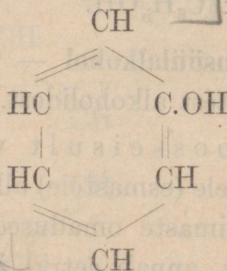
See reaktsioon toimub, kui vähese hulga fenoolile lisada
vett, siis NaOH ja loksutada. Tekkind sool lahustub.

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



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

Tarvis
Fenooli ehitust kujutatakse
järgmiselt:



Tarvitatakse haavade pesemiseks ja desinfitseerimiseks (nõrga lahusena). Pääle selle valmistatakse temast pikriinhapet, salitsüülhapet ja värvaineid.

Aromaatilised aldehüüdid.

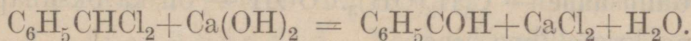
+ Bensoehappealdehüüd — C_6H_5COH — on neist tuttavam. Teda kutsutakse ka *kibemandli õliks*, sest et teda enne saadi kibemandlitest.

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

— Tekib bensüülalkoholi hapendumisel:



— Saadakse, soendades kaheskloortoluoli lubjaveega (või lahja väävelhappega):



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

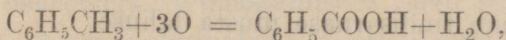
+ Tarvitatakse orgaaniliste värvide ja lõhnaainete valmistamisel.

Aromaatilised happed.

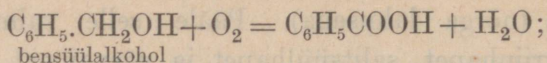
2x Bensoehape — C_6H_5COOH — seisab neist esimesel kohal. See on nõrga lõhnaga kristalliline aine; esineb valgete lehekestena.

+ Leidub paljudes loomulikkudes vaikudes ja balsamites.

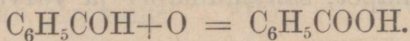
— Saadakse: 1) aromaatiliste süsivesinikkude hapendumisest, enamasti toluoolidest:



2) aromaatiliste alkoholide ja aldehüüdide hapendumisest:



bensüülalkohol



bensoehappe
aldehüüd

+ Tarvitatakse antiseptilisena ainena ja arstirohuna südamehaiguste juures.

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

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

Saadakse naatriumfenolaadist süsihapu gaasi mõjul.

+ Tarvitatakse kui antiseptilist ainet toitude konserveerimiseks ja arstirohuna jooksja 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. Seks segatakse ta lahust raudvitriooli lahusega. Tindile lisatakse pisut indigokarmiini, mis annab talle sinaka värvi. Pärast paberil kuivamist muutub värv mustaks — hapendumise tagajärjel.

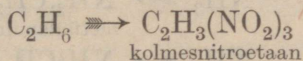
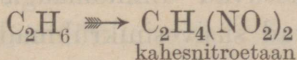
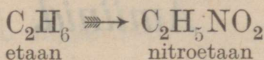
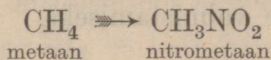
+ Parkhapped leiduvad paju, tamme, kuuse jt. koores. Nad kõik on mõruda maitsega ained.

Neil on omadus ühineda valkainetega. Umbes sarnane on nende mõju ka naha parkimisel. Selle tagajärjel omandab nahk sitkuse ja painduvuse ning ei mädane kergesti.

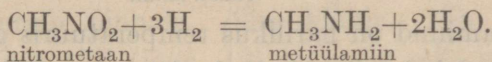
Tanniin — $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ — on tüübiline parkhape. See on kibeda maitsega kollakas amorfne pulber. Raudvitriooliga annab tindisarnase musta lahuse.

Nitroühendid.

Need ained sisaldavad nn. nitrorühmi NO_2 — üht või rohkem. Nad tekivad süsivesinikkudest, kui viimaste vesinikaatomid vahetuvad mainitud rühmaga. Näit.:



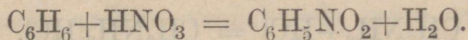
Vesiniku mõjul muutuvad nitroühendid *aminiideks*. Näit.:



Praktiliselt tähtsad on aroomaatilised nitroühendid. Need tekivad bensoolist ja tema homoloogidest kontsentreeritud lämmastikhappe mõjul.

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

Tekib bensoolist salpeeterhappe mõjul:



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

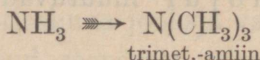
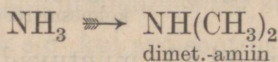
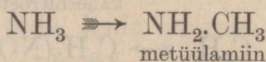
dada nitrobensool järgulise destillatsiooni teel, kogudes vedelikku, mis keeb 203—207° temperatuuris.

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

Tarvitatakse aniliini ja teiste värvide ning lõhnaainena seepide valmistamiseks.

Amiinid.

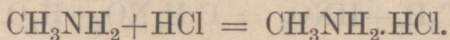
Amiinid tuletuvad ammoniaagist, kui selle vesinik-
aatomid vahetuvad süsivesinikrühmadega:



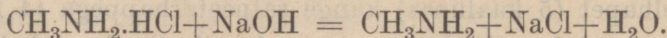
Metüülamiinid on harilikus temperatuuris gaasid; neile järgnevad vedelad, siis kindlad ained.

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

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



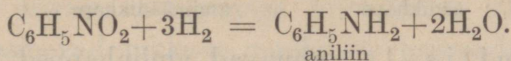
Nende soolade keetmisel lehelistega vabanevad amiinid:



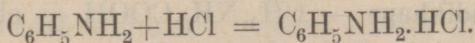
Ka neist on suurema praktilise väärtusega aromaatilised amiinid.

Aniliin — $C_6H_5NH_2$ — 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.

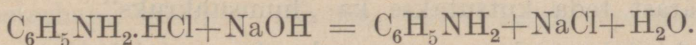
Valmistada võib teda järgmiselt: asetatakse kolbi 40 gr teralist tina, 30 gr nitrobensooli ja lisatakse 100 cm³ kanget soolhapet*). Segu loksutatakse ja jahutatakse külmas vees. Tina abil soolhapest vabaneva vesiniku mõjul muutub nitrobensool aniliiniks:



Kuid viimane ühineb liigse soolhappega soolaks — kloorvesinik aniliiniks:

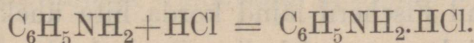


Seepärast lisatakse pärast reaktsiooni lõppu (kui enam ei eraldu vesinikku) segusse vett, mis lahustab tekkind soola. Lisatakse veel söötnaatriumi, et vabaneks aniliin:



Viimane kergib pinnale õlise kihina. Ta lahutatakse segust veeauru abil (joon. 12) ja pääle selle osalise destillatsiooni teel, kogudes vedelikku, mis keeb 180—185° juures.

Nagu kõik amiinid on aniliin alus ja annab hapetega soolad:



Kuid ta 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 kaaliumbikromaadi 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- ja paratoluidiin.

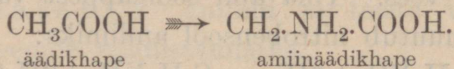
Saadakse, nagu aniliingi, vastavatest nitrotoluoolidest.

Tarvitatakse ka värvide valmistamiseks.

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

Amiinhapped.

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



Keemiliselt annavad amiinhapped soolad kui hapetega nii alustega.

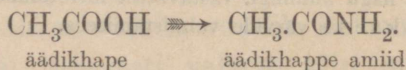
Amiinäädikhape — $\text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH}$ — ehk glükokool on lihtsaim mainitud ühenditest. See on magusa maitsega kristalliline aine.

Saadava võib teda, keetes liimi lahja väävelhappega, mispärast teda kutsutakse ka „liimisuhkruks“.

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

Hapete amiidid.

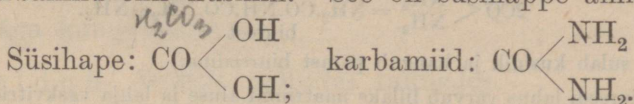
Need tekivad hapetest, kui viimastes karboksüülrühma hüdroksüül vahetub amiingrupiga NH_2 . Näit.:



Ka need annavad soolad kui hapetega nii alustega.

Elulise tähtsusega on neist:

Karbamiid ehk kusinik. See on süsihappe amiid:



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

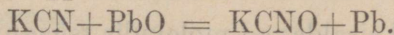
Tekib imetajais loomis valkude lagunemise lõppsaadusena ja leidub nende kuses, kust tulnud ka ta teine nimetus. Täisealine inimene eristab päevas umbes 1500 gr kust, milles on karbamiidi 2%, s. o. 30 gr.

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

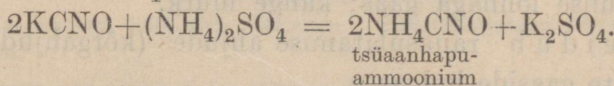


Pärast aurutamist eraldatakse kusinik segust kange piirituse abil.

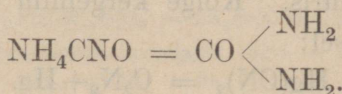
Karbamiid on esimene kunstlikult saadud orgaaniline aine (vt. sissejuhatus). Wöhleri järgi võib teda valmistada järgmiselt: kuumutades tsüaankaaliumi seatina hapendiga, saadakse tsüaanhappe sool:



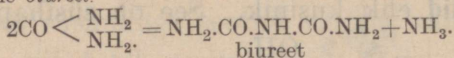
Saadud soola ja väävelhappu ammõoniumi segu kuumutamisel tekib tsüaanhappu ammoonium:



Viimase aatomite ümberasendamisel muutub see karbamiidiks:



Karbamiidi kuumutamisel eraldub temast ammoniaak ja tekib kristalliline *biureet*:



Alguses sulab kusinik 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), mispärast teda kutsutakse 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 hää väetisainena.

Imetajate, eriti inimese, kuses leidub kusihapet vähe. Jooksja haiguse korral sadeneb tal liigendes halvasti lahustuvate sooladena, mis valu sünnitavad. Ka nn. „põiekivid“ on kusihaape soolad.

Saada võib teda madude väljaheidetest ja guaanost söötnaatriumi ja soolhaape abil.

Soendades kusihaape salpeeterhappega ja lisades ammoniaaki, tekib sool (mureksiid), mis kristalliseerub kuldroheliste prismadena, vees lahustudes aga annab purpurse värvi. Selle reaktsiooni abil määratakse kusihaape tuletised.

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

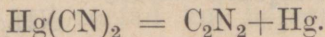
Tsüaanühendid.

Need ained sisaldavad molekulis tsüaanrühma CN.

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

Leidub rauasulatamise ahjudes (kõrgahjudes), sääl tekkivate gaaside hulgas.

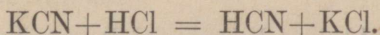
Saada võib teda, ühendades süsinikku ja vesinikku kõrges temperatuuris. Kõige kergemini tekib tsüaanelavhõbeda soendamisel:



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

Leidub seotult paljudes taimedes.

Saadava võib hapete mõjul tsüaankaaliumist:

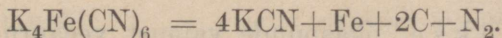


Harilikult saadakse nn. kollasest vere soolast — $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ — seda soendades lahja väävelhappega.

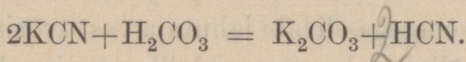
Tsüaansooladest on tähtsamad:

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

Tema saamiseks kuumutatakse kollast vere soola:



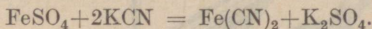
Õhu süsihappe mõjul laguneb, eraldades sinihapet (seejärel on tal viimase lõhn):



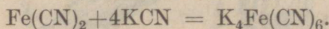
Tarvitatakse fotograafias, galvanoplastikas rasquete metallide soolade lahustajana ja kulla eraldamisel liivast.

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

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

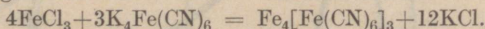


Viimasele juure tilgutades tsüaankaaliumi lahust, kaob sade:

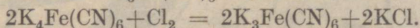


Kui sade ei lahustu, tuleb teda filtreerida. Sool vabastatakse filtraadist aurutamise teel.

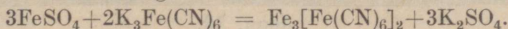
Kloorrauaga annab sinise värvi — Berliini lasuuri:



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



See annab raudvitriooliga tumedama värvi — turnbuli sinise:



Tärpeenid.

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

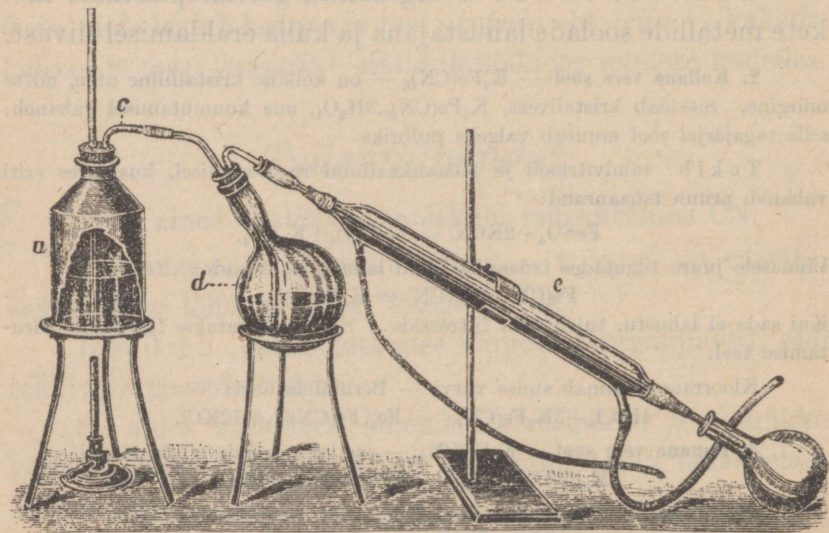
Parimini tundma õpitud tärpeenide üldvormel on $C_{10}H_{16}$.

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

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

Tärpentiinõli. See on tuntud kerge vedelik, iseloomulise meeldiva lõhnaga. Ta koosneb mitmest tärpeenist, mille seas pääosa etendab *pineen*; 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 enesega õli läbi jahutaja vastuvõtjasse (joon. 12) Sääb korjuda õli kui kergem vedelik veepinnale.



Joon. 12.

Tarvitatakse vaikude, rasvade ja teiste orgaaniliste ainete lahustajaks. Selles suhtes on tal eriline tähtsus õlivärvide tarvitamisel. Pääle selle on ta tähtis antiseptiline aine ja kui materjal kunstliku kamperi valmistamisel.

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

Destilleerimisest järele jäänud vaiku nimetatakse *kampoliks*. See leiab tarvitamist viulivaiguna ning kirjalaki ja vaigu seepide valmistamisel.

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

sidruni õli, saadakse sidruni koortest,

roosi „ „ roosi õitest,

mündi „ „ mündi lehtedest,

köömne „ „ köömnetest,

nelgi „ „ nelgist,

jasmiini „ „ jasmiini õitest

jne.

Kõiki neid kasutatakse mitmesuguste lõhnaainete valmistamisel.

Kamperid on väga sarnased tarpeenidele. 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 kamperi puust, pääasjalikult Formoosa saarel.

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

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

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

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

Gutapertsh on väga sarnane kautshukile.

Saadakse ka troopika taimede mahlast.

Tarvitatakse elektrijuhede isoleerimiseks.

Valkained ehk valgud.

(Munavalged.)

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

Valkained koosnevad nagu süsivesikudki süsinikust, vesinikust ja hapnikust, kuid pääle selle sisaldavad veel tingimata lämmastikku ja väheses mõõdus väävlit, mõned ka vosvorit.

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

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

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

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

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

Mõnede ainetega annavad värvilised reaktsioonid:

1. Biureedi reaktsioon — annab lilla värvi. Tema ilmuniseks lisatakse valkainele söötnaatriumi 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 hõõreda riide, et eraldada lahuses leiduvad tükid. Läbi kurnatud lahusega tehaksegi katseid, võttes igaks katseks mõned kuupsentimeetrid.

Valkained jagunevad järgmistesse rühmadesse:

I. Alg- ehk pärisvalgud. Sellesse rühma kuuluvad:

1. Albumiinid, mis leiduvad linnu munades, piimas, lihas, veres jne. Need on parimini tundma õpitud valkained, sest neid võib eraldada teistest kristallisatsioon

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

2. Globuliinid leiduvad ühes albumiinidega, kuid omadustelt erinevad viimastest: on amorfsed ained, puhtas vees ei lahustu, 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. Muutunud valkained tekivad eelmistest aluste, hapete ja fermentide tegevusel, kusjuures lagunevad algvalkude molekulid, liitudes veega (hüdrolüüs). Selle järel-
dusel 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. Vere jooksmise korral tekkides sulub ta haava, takistades seega vere väljapääsu, kui haav ei ole liig suur.

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

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

talt nimetatakse zhelatiiniks. Puhtaim zhelatiin saadakse kala põiest, vähem puhas luust.

Liim lahustub vees, kust sadeneb tanniini mõjul. Viimasel nähtusel põhjeneb nahaparkimine: tanniini, nagu ka teiste 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 pää sisuosana putukate ja vähjade koorikutes.

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

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

Ühineb kergesti hapnikuga, muutudes oksühämoglobiiniks. Sellel põhjeneb kudede hapnikuga varustamine hingamisel: kopsus liitub hapnik hämoglobiiniga ning kantakse vere vooluga kudedesse, kus ta vabaneb — rakkudele tarvitamiseks. Kui aga hämoglobiin puutub kokku süsinikhapendiga ehk vinguga (CO), siis ühineb ta sellega ja ei saa enam vastu võtta hapnikku. Selle tagajärg on vingusurm, mis tuleb hapniku puudusest 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 kindlasti teada. Tekivad organismide elutegevusel. Orgaanilises elus on neil sama sugune tähtsus nagu katalüsaatoritel anorgaanilises kee-

mias: 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 vilja terades. 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 nad kaotavad tegevusvõime.

Pärmist eraldatud *tsümaas* ligineb entsüümidele. Tema mõjul käärivad süsivesikud, lagudes alkoholiks ja süsihapuks gaasiks. Kuid juba 50° temperatuuris kaotab ta 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. Äädikhappe aldehüüd.	
Ketoonid	25
Atsetoon.	
Orgaanilised happed	26
Sipelgahape. Äädikhape. Oblikhape. Piimahape. Õuna-	
hape. Viinhape. Sidrunhape.	
Soolad ja estrid	29
Äädikester. Nitroglütseriin.	
Rasvad ja seep	32
Süsivesinikud	34
Monoosid	34
Glükoos. Fruktoos.	
Bioosid	35
Roosuhkur. Piimasuhkur. Linnase suhkur.	
Polüosid	38
Tärklis. Dekstriin. Glükogeen. Tselluloos. Inuliin.	
Süsivesikute omavaheline muutuvus	40

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