

V-45568

ARNOLD ALJAK

KEEMIK JA ERIAINETE ÕPETAJA TALLINNA LINNA TUTARLASTE
KOMMERTS-, KAUBANDUS- JA KÄSITÖÖKOOLES

ORGAANILINE KEEMIA

K.Ü. „RAHVAÜLIKOO“
TALLINNA

August Vaga



ORGAANILINE EHK SÜSINIKÜHENDUSTE

KEEMIA

ARNOLD ALJAK

KEEMIK JA ERIAINETE ÕPETAJA TALLINNA LINNA TÛTARLASTE KOMMERTS-
KAUBANDUS- JA KÄSITÖÖKOOLES

LÛHIKE

ORGAANILINE EHK SÛSINIKÛHENDUSTE

KEEMIA

K./Û. „RAHVAÛLIKOO“

TALLINNA

ARNOOLDI ALIJA

KEEMIA

LOHIKE

ORGANILINE JA ZUSIKUNENDUSTE

KEEMIA

Ed. Bergmanni trükikoda, Tartus.

Eessõna.

Käesolev raamat on esimene käsitus orgaanilise keemia üle, sellepärast ärgu oldagu mitte väga nõudlik kirjutaja vastu.

Raamat on peaaesjalikult nende jaoks määratud, kes anorgaanilise keemiaga juba tuttavad on.

Mõnesugustel põhjustel arvasin tarviliku olevat enne üksikasjalist ainete käsitlemist nendest koondult ja üleüldiselt kirjutada; arvan, et kordamine ka orgaaniliste ainete tundmaõppimisel kasulik on. |

Oskussõnade juures on nendest põhijoontest kinni peetud, mis Tartu keemikud oma sõnaraamatus on üles seadnud.

Katsed on võimalikult kerged valitud ja on ära näidatud, kui palju üht ehk teist ainet võtta, et nad paremini õnnestaksid.

Loodan, et see raamat kaasa aitab teadmisi, mida orgaaniline keemia pakub, laiematele hulkadele kättesaadavamaks teha.

Tallinna, maikuu, 1919.

A. Aljak.

Orgaaniline ehk süsinikühenduste keemia.

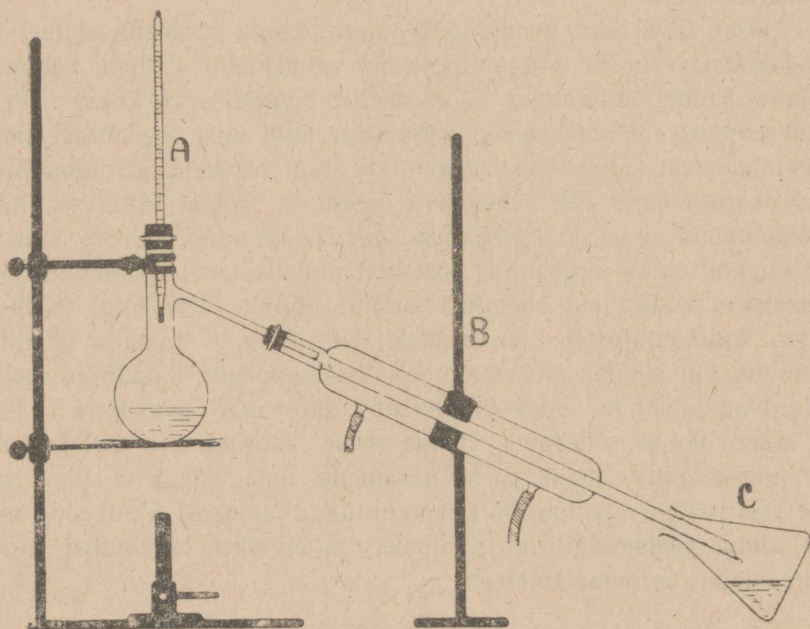
Süsinik (C) on elavate loodusekehade kõige tähtsam element; seda lihtainet sisaldavad tingimata kõik organismused. Kuni XIX aastasaja alguseni ei osatud ühtki elavates loodusekehades ettetulevat ainet kunstlikul teel valmistada, sellepärast juurdus arvamine, et orgaanilised ained nendes isesuguse „elujõu“ läbi sünnitakse. Keemia jagati sellepärast kahte osasse: orgaaniliseks ja anorgaaniliseks ehk mineraalkeemiaks.

Aastal 1828 läks keemikul Wöhleril korda sünteetilisel teel mineraalainetest esimest orgaanilist ainet valmistada. Hiljem valmistas teadlane Kolbe äädikhapet ja Berthelot koguni rasvaineid. Peale nende esimeste sünteeside on väga suur hulk uusi orgaanilisi aineid mineraalainetest valmistud; aegamööda jõuti otsusele, et orgaanilised ained nendesamade füüs.-keemiliste seaduste põhjal sünnivad, nagu mineraalühendusedki, ja sellepärast keemia jagamine kaheks kunstlik on. Õigem oleks orgaanilist keemiat nimetada — süsinikühenduste keemiaks ja võiks neid ühendusi tundma õppida ühes kõigi teiste ainetega, kuid põhjustel: 1) et ükski teine lihtaine niipalju ühendusi ei sünnita kui süsinik, 2) et nende füüs.-keemilised omadused iseloomulised on ja 3) et nende juures tihti ette tuleb isomeeria, nähtus kus ained ühe ja sellesama elementaarse koosseisu ja molekuli raskuse juures mitte ühede ja nendesamade omadustega ei ole, peetakse veel praegu ajalooliselt sissejuurdunud jaotusest kinni seda muidugi ainult pedagoogilistel põhjustel, ja õpitakse orgaanilisi aineid tundma lahus mineraalainetest.

Orgaaniliste ainete koosseis.

Et mingisuguse aine koosseisu ära määrata, selleks peab puhas keha tarvitada olema. Kui aga orgaanilist ainet valmistakse, siis sünnib ühtlasi veel teisi, nõnda et mitme aine segu saadakse. Suurem hulk orgaanilisi aineid on vedelikud ehk kindlad kehad. Auruks muutuivate vedelikkude üksteisest eraldamine sünnib järgulise destillatsiooni abil, kristallised sünnitavate kindlate kehade lahutamine järgulise kristallisatsiooni abil.

Järguline destillatsioon. Destilleerimisel käiakse järgmise põhjusemõtte järele: vedelik muudetakse soojuse abil auruks, mis läbi jahutaja lastakse, kus see jälle vedeneb. Aurude jahutamiseks tarvitakse laboratooriumides Liebigi jahutajaid, mille ehitust võib joon. 1. (B) näha.

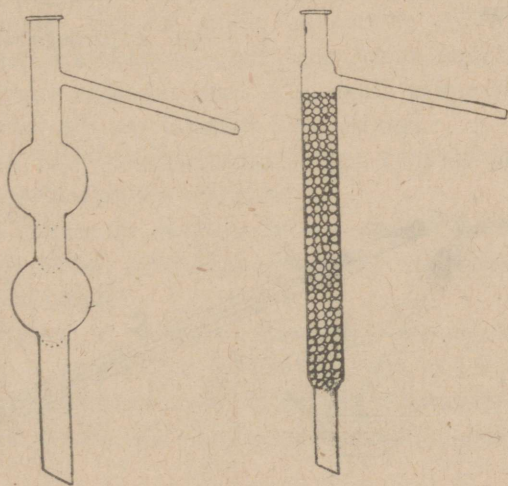


Joon. 1. Destilleerimise aparaat.

Nõusse, kus vedelikud keevad, on asetud soojamõetja. Joonistus A kujutab Würtzi dest. kolbi. Oletame, et selles leidub, näit., vedelikkude segu, mille sünnitajaks üks 100°C ja teine 130°C juures keev aine on; keetmise alguses aurab aine, mille keemistemperatuur on 100° , ja lõpul aine, mille keemistemperatuur on 130° .

Kui eraldi korjata osa ehk järku, mis kuni 110° ja 120° — 130° üle auravad, siis on lahutus peajoontes juba käes. Järk aga, mis 110° — 120° aurab, on veel täieline segu. Et lahutust lõpule viia, tehakse järgmiselt: järku 100° — 110° destilleeritakse uuesti, kuni soojamõetja 110° näitab; kolbi jääb sellest järgust natukene järele, sellele lisatakse keskmine järk, mis 110° — 120° keeb, juure, soendakse seni, kuni soojamõetja jälle 110° näitab ja alles siis vahetatakse korjamisenõu (C). Uude nõusse korjatakse seda vedelikku, mis kuni 120° keeb, selle järele lisatakse viimane järk (120° — 130°) juurde, soendakse, kuni t jälle 120° näitab, ja vahetatakse korjamisenõu kolmanda tühja vastu, kuhu kuni 130° keev vedelik kogutakse. Neidsamu operatsioonid korrates võib täielist lahutust kätte saada.

Vedelikkude lahutust destillatsiooniga võib deflegmaatorite (joon. 2)



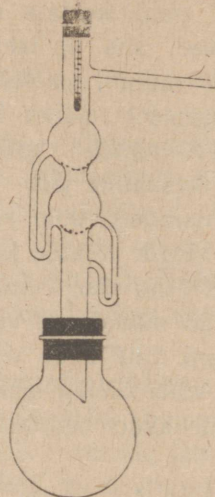
Joon. 2. Deflegmaatorid.

abil kiirendada. Nende ülesanne on kõrgemalt keevate vedelikkude aurused enne jahutajasse pääsmist kondenseerida. Kera pinnad suurendavad jahutusepinda, ja mõnedes on veel tõkked olemas, mis ka kondenseerimist kiirendavad.

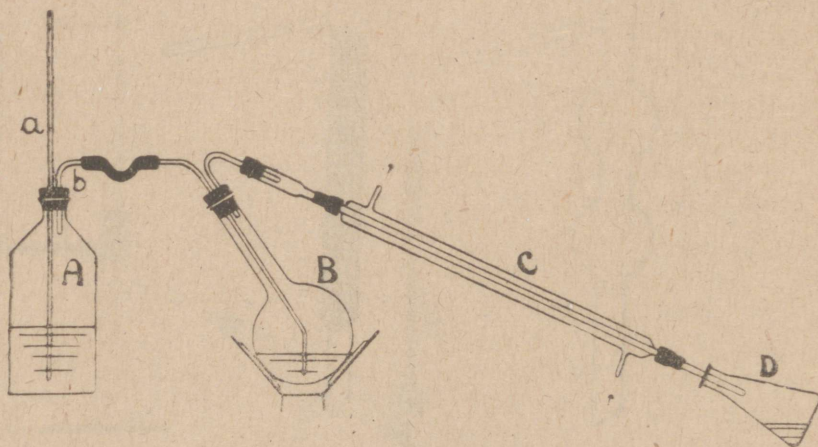
Deflegmaatorid ühendakse keet-
misekolbiga nõnda, nagu joon. 3.
näitab.

Mõned vedelikud lahtuvad
kergesti: neid viib ühes vee aur.
Õige kasulik on vee auru abil
destillatsiooni ette võtta, kui tarvis
tuleb mõnda vee aurudega kaasa-
minevat tõrvastest ainetest la-
hutada.

Aparaadi koosseisu kujutab
allseisev joonistus:

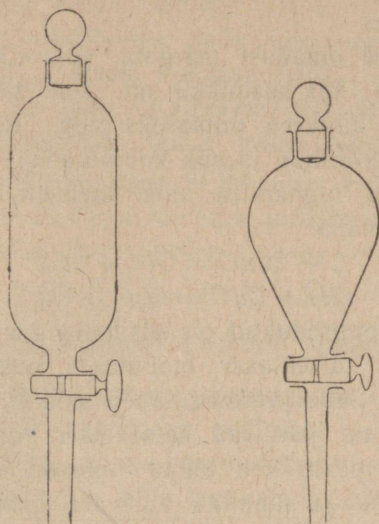


Joon. 3. Deflegmaator destill. kolbiga



Joon. 4. Destilleerimine vee auruga.

Nõus (*A*—veega, *B*—ainega), millel rõhumise reguleerimiseks toru (*a*) on, keeb vesi, mille aur toru (*b*) kaudu kolbi *B* sees olevast vedelikust läbi läheb ja selle seest lahutatava aine ühes viib. Jahutaja *C* kondenseerib mõlemaid, millest nad nõusse *D* koguvad. On aine niisugune, mis veega ei segane, siis on neid kerge lahutusekurna abil eraldada.



Joon. 5. Lahutuskurnad.

Järguline kristallisatsioon põhjeneb selle peal, et kristalliste ainete sulavus mitte ühesugune ei ole, ja nendest, sulataja osalisel äraauramisel, see aine kõige enne kristalliseerub, mille sulavus väikesem on. Kui need esimesed kristallid eraldatakse kurna abil, siis on esimene järg olemas.

Teine järg kristalliseerub, kui esimese järgu ära kurnatud vedelikust osa sulatajat ära aurutada.

Viimases järgus on kergesti sulava aine kristallidel ülekaal.

Korratakse nüüd järkudega neidsamu operatsioonid, võib aineid täielikult lahutada.

Tundemärgiks, et ainetes enam teisi lisasegusid ei leidu, on nende keemise ja sulanemise punktid, erikaal ja kristallide kuju.

Kui ainete eelpool nimetud füüsikalised omadused alalisteks muutuvad, siis võib kindel olla, et tegemist on puhta ainega.

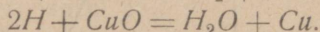
Orgaaniline analüüs.

Analüüs on ainealine ja kaaluline.

Ainelisel analüüsil määratakse kindlaks aines leiduvad elemendid. Katsed on näidanud, et orgaanilistes ainetes peale süsinikelemendi, mida igaühes leidub, veel kõiki teisi võib leida, kuid kõige sagedamini esineb seal peale süsiniku veel vesinikku, hapnikku, lämmastikku, harvem haloiididid (*Cl*, *Br*, *J*), ja veel harvem väävlit ja vosvorit.

Süsinik ja vesinik (C, H). Süsinikku sisaldavad ained süsinevad (suhkur) kuumutamisel, peale lenduvate; mõned nendest suitsevad (bensool) põledes.

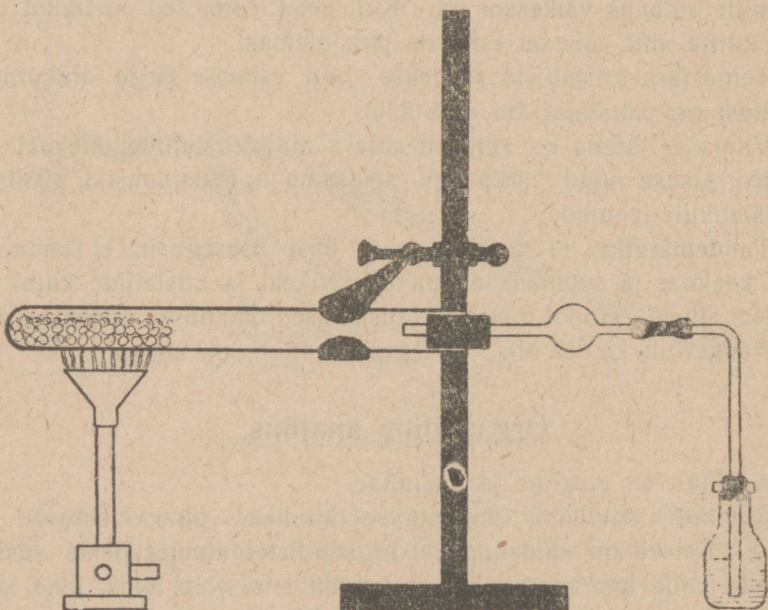
Ei ole viimaseid omadusi märgata, siis võib põlemisproduktide abil teada saada, kas süsinikku on, sest põledes sünnitab see süsihaput gaasi, mis lubjavee piimaseks teeb. Kasulik on ainet vasehapendiga segada (piiritus) ja siis kuumutada; vasehapend annab oma hapniku ära, mis orgaanilise aine täieliselt hapendab (põletab), nagu reaktsioonidest näha.



Hapendamise lõpuproduktid on süsihapu gaas ja vesi.

Katse 1. Kuiva katseklaasi mahutakse oasuurune tükk suhkur ja kuumutakse. Selle juures sulaneb suhkur ja laguneb. Suhkrust tõusvad vee aurud jahtuvad katseklaasi kohal kummuli hoitud klaasis, mille seinte peale vee tilgad ilmuvad. Edasi kuumutades läheb suhkur pruuniks ja sünnitab põlevaid gaasid. Lõpuks jääb gaaside ilmutamine seisma, sest katseklaasi on järele jäänud ainult süsi.

Katse 2. Noa otsa täis suhkrupulbrit, segatud 2 cm³ kuiva peenikese vasehapendiga, mahutakse raskesti sulavast klaasist katseklaasi, riputakse sellele veel niipalju peenikest vasehapendit juure, et 6—8



Joon 6. Suhkru põletamine vasehapendiga.

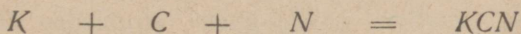
cm. paksune kiht sünnib; katseklaas korgitakse auklise korgiga kinni, millest munaga toru läbi läheb, millega allapidi minev toru ühenduses on. Horisontaalselt (võhtjoones) hoitud klaasi pörutakse laua vastu nõnda, et klaasis pulbri ja klaasi sisemise seina vahele suhkrust sindivate graaside tarvis tee jääb. Katseklaas kinnitakse statiivi külge ja allaripneva toru ots lastakse nõusse, milles lubjavesi on.

Kuumutades võib tähele panna, et lubjavesi valgeks läheb ($\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$) ja munaga torusse vee tilgad ilmuvad, sest vasehapendi hapniku mõjul põleb suhkur veeks ja süsihapuks gaasiks.

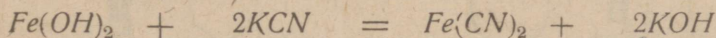
Lämmastiku (N) määramine sünnib järgmiselt:

Katse 3. Võetakse 1—8 mm. jämedune ja 7—10 sm. pikkune raskesti sulavast klaasist katseklaas, millesse väike tükk katsealust ainet ja kaaliumi pannakse. Klaasi kuumutakse ainetega, seni kui see punaseks läheb; analüseeritav aine laguneb ja selles leiduv lämmastik ühineb kaaliumi ja süsinikuga tsüaankaaliumiks. Tuline katseklaas lastakse nõusse, milles kuni 10 cm. vett leidub. Külmas vees praguneb katseklaasi ots ja KCN sulab vees ära. Vedelik kurnatakse läbi, lisatakse tükike FeSO_4 , mõni tilk FeCl_3 ja KOH kuni lehelise reaktsioonini, ja keedetakse paar minutit; sünnib rauassinikushapu kaalium. Alusene sulatis jahutakse ära ja kallatakse soolhapet juure, kuni happese reaktsioonini. Kui orgaanilises aines lämmastikku oli, siis sünnib sinine ühendus, nimelt, berliinisinine, mille sündimist allseisvad reaktsioonid kujutavad:

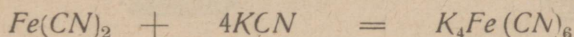
1) Kaalium + süsinik + lämmastik = tsüaankaalium.



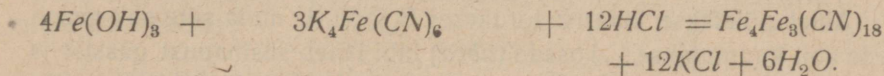
2) rauashüdraat + tsüaankaalium = rauastsüaan + kaaliumhüdraat



3) rauastsüaan + tsüaankaalium = rauassinikushapu kaalium



4) rauahüdraat + rauassinikushapu kaalium + soolhape = berliinisinine



Haloiidid (*Cl*, *Br*, *J*) ühinevad kaltsiumiga, kui orgaanilist ainet lubjaga kuumutada. On haloiidid orgaanilises aines olemas siis sadenevad nad sulatisest salpetrihapu hõbedaga.

Väga kerge on *Cl* ja *Br* ära määrata, kui orgaanilist ainet segada vasehapendiga ja ta Bunseni lambi värvita leeki panna, kus *Cl* ja *Br* vaseühendused lagunedes selle rohelisteks värvivad.

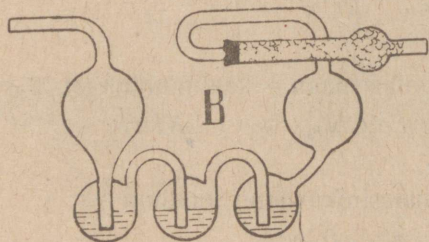
Väävli (*S*) määramiseks võetakse väikene osa kätsealust ainet lisatakse katseklaasi sellele tükk *Na* juure ja kuumutakse; sünnib *Na₂S*. Kui nüüd kuumutatud ainet puhta hõberaha peale mahutada ja märjaks teha, siis sünnib sel korral, kui väävlit ühenduses olemas on, hõbeda pinnal must plekk (*Ag₂S*).

Teised ained jäävad orgaanilise aine lagunemise järele tuhka ja neid võib seal ära määrata, peale hapniku, mille olemasolekut kaalulisel analüseerimisel teada saab.

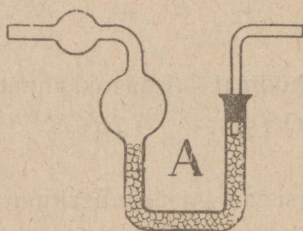
Elementaarne kaal-analüüs.

On orgaanilises aines leiduvad elemendid teada, siis asutakse nende kaalulisele määramisele: kaalutud osa ainet kuumutakse vasehapendiga; süsihapi gaas ja vesi, mis selle juures sünnivad, püütakse kinni ja kaalutakse ära.

On süsihapi gaasi ja vee kaal teada, siis ei ole mitte raske välja arvata, kui palju katsealuses aines süsinikku ja vesinikku on. Süsihapi gaasi püütakse n. n. kaaliaparaadi abil, joon. 7B, kinni, milles conc. *KOH* sulatist; vee püüdmine sünnib *U*-sarnases kloorkaltsiumi torukeses, joon. 7A, milles rösiimuline aine *CaCl₂* sees on. Mõlemaid kujutab joonistus 7.



Joon. 7b. Kaaliaparaat.



Joon. 7a. Kloorkaltsium toru.

Ainet põletakse klaasist torukeses B, joon. 8, mida süte ehk gaasitulede abil kuumutakse; A osade (*abcd*) läbi läheb süsihapust gaasist ja vee aurudest vabastud õhk ehk hapnik, mis aine põletamiseks tarvilik;

C osas on kloorkaltsiumi toru (*m*) vee ja kaaliaparaat (*n*) süsihappu gaasi püüdmiseks. Neid üksikult enne ja pärast katset kaaludes saab teada juurdetulnud ainete raskust.

Lämmastiku kaaluline määramine sünnib eraldiportsjonis. Aine põletakse niisamati vasehapendi abil, kuid süsihappu gaasi voolus; lämmastikgaasi maht mõedetakse ära gradueeritud torus, milles *KOH* leidub.

Aparaadil, joon.9, on, nagu eelmiselgi, kolm peiosa : A) toru marmoritükkigeda, mis kuumutamisel CO_2 sünnitavad; B) põletistoru täidetud aine ja vasehapendiga; C) gradueeritud toru lämmastiku mahu määramiseks.

Saadud lämmastiku kogust ei ole mitte raske välja arvata, palju seda ainet kaaluliselt on.

Kaalanalüüsi resultaate abil saadakse teada aine protsendiline koosseis.

Näit., piimhappes leiti:

$$40,00\% C$$

$$6,65\% H$$

$$\text{Puudujääk sajale } 53,35\% (O)$$

$$100,00.$$

Puudujääk näitab, et hapnikku 53,35% on, sest teisi aineid piimhappes ainelisel analüseerimisel ei leitud.

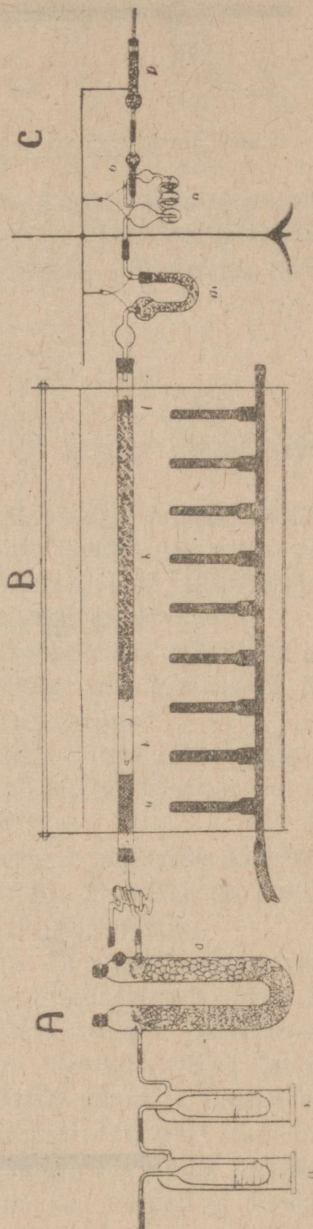
Et elementide C, H ja O aatomite arvulist vahekorda teada saada, selleks jagatakse leitud % arv nende aatomkaalule:

$$C = \frac{40}{12} = 3,3; \quad H = \frac{6,65}{1,01} = 6,6;$$

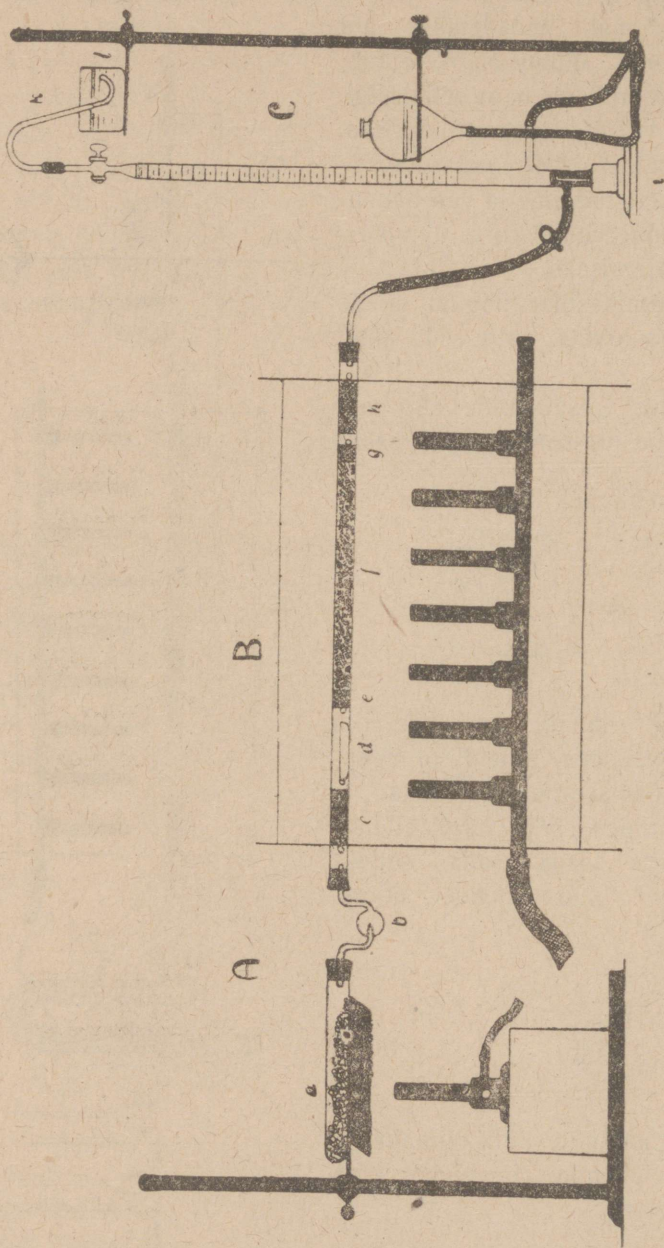
$$O = \frac{53,35}{16} = 3,3$$

C, H, O aatomite hulk piimahappe molekulis on, tähendab, omavahel järgmises vahekorras:

$$3,3:6,6:3,3 \text{ ehk } 1:2:1.$$



Joon. 8. Süsiniku ja vesiniku elementaarne analüüs.



Joon. 9. Lämmastiku elementaarne analüüs.

Seesuguses vahekorras on C , H , O aatomite hulk järgmistes vormelites:

	vastav mol. raskus
CH_2O . . .	. . . 30
$C_2H_4O_2$. . .	. . . 60
$C_3H_6O_3$. . .	. . . 90
$C_4H_8O_4$. . .	. . . 120
j. n. e. . . .	. . . j. n. e.

Et teada saada, missugune nendest vormelitest õige on, selleks peab aine molekuli raskus ära määratama, milleks mitmesugused meetodid on olemas. Saadakse mol. raskuse kindlaksmääramisel arv 90, siis vastab piimhappele vormel $C_3H_6O_3$ ja sellega on selle aine analüüs lõppenud.

Orgaaniliste ainete sünnimisest ja nende omadustest.

Süsinik on lihtaine, mis on tingimata kõigis orgaanilistes ainetes olemas ja teiste lihtainetega võrreldes nendes esimesel paigal. Selle aine aatomi omadustest peamegi otsima neid iseäraldusi, mis süsinikuühendust mineraalainest nii iseloomulikult eraldab.

Mitmesuguste mineraalainete tundmaõppimisel võib juba tähele panna, et mitmevalentsete ehk mitmevääriste ainete aatomid, ühendusi sünnitades, molekulis ennast üksteisega seovad.

Hapniku ja vesinikaatomite ühinemisel võime saada kaks lihtainet — vee, H_2O , ja vesiniku ülihapendi, H_2O_2 . Hapnik on kaheväärine, vesinik aga üheväärine element.

Tähendame sidemed, mis nende aatomite väärisuse üksuste küllastamisel sünnivad, joontega ära, siis saame järgmised molekuli ehituse vormelid: $H-O-H$ (vesi), $H-O-O-H$ (v. ülihapend).

Väävel ja vesinik annavad ka mitu ühendust: peale väävlisvesiniku (SH_2) võib saada S_2H_2 , nendes ühendustes on väävel kaheväärine. Ehitusvormelid oleksid järgmised: $H-S-H$ (väävlisvesinik) ja $H-S-S-H$ (kahelisiväävlisvesinik). Nagu viimaste (H_2O_2 ja H_2S_2) vormelitest näha, on kahevääriste elementide aatomite, vesinikuaatomite poolt mitte äratarvitatud ühendussidemed omavahel ühinenud ja nõnda on ühed ja needsamad aatomid ennast üksteisega ühendanud. Kuid need sidemed S ja O aatomite vahel on nõrgad ja ühendused nagu H_2O_2 ja S_2H_2 lagunevad kergesti.

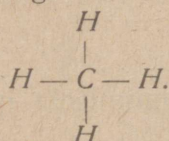
Süsinik on neljaväärine element ja selle aine aatomitel on väga suur kalduvus omavahel ühineda, misjuures nad üks, kaks ja koguni kolm väärise üksust selleks ära tarvitavad, kuna vabaks jäänud üksused teiste elementide aatomite ühendamiseks lähevad.

Sidemed, mis süsinikaatomite vahel sünnivad, on hästi kindlamad kui ülevalpool ettetoodud O ja S juures ja sellepärast on süsiniku ühendused hästi kindlamad.

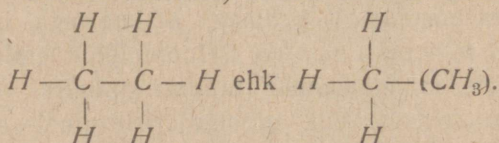
C aatomi omadus üksteisega ühineda avab võimaluse suure hulga ühenduste saamiseks, kuigi üksikute elementide hulk nendes mitte suur ei ole.

Tutvustame ennest esialgselt nende süsinikühendustega, kus süsinikaatomid üksteisega ainult ühekordsete väärise üksuste kaudu seotud on, kuna järelejäänud vesinikku ühendavad.

Ühendus, kus ainult üks süsiniku aatom molekulis, mille neli väärise üksust vesiniku aatomitega on seotud, nimetakse metaaniks:



Kahest teineteisega seotud süsiniku aatomist (ülejäänud väärise üksused seovad vesiniku aatomid) seisab koos etaanimolekul:



Seda viimast ühendust võib endale kui metaani ette kujutada, milles ühe vesiniku aatomisi asemele on asetud ühevääriline metaani ülejääk metüül, — CH_3 .

Järgmist kolme süsiniku aatomiga ühendust võiks etaanist saada, kui selles ühe H aatomi asemele — CH_3 mahutada.

Nõndaviisi edasi sünnitades võiks nelja C aatomiga süsivesiniku C_4H_{10} , viiega — C_5H_{12} jne. saada.

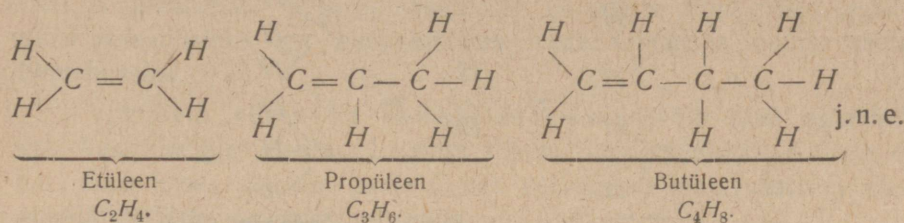
Kui kõik nõnda sünnitunud süsivesinikud järjestikku ritta seada, siis võib tähele panna, et iga järgmises süsivesinikus üks C aat. ja kaks H aat. rohkem on.

Süsivesinikud, kus naabrid CH_2 võrra lahku lähevad, nimetakse hamoloogilisteks, ja eelnimetuid esimese järele selles reas metaanirea süsivesinikkudeks.

Peale metaanirea süsivesinikkude, kus süsiniku aatomid ühekordse sideme abil üksteisega ühendud, on olemas veel süsiniku ja

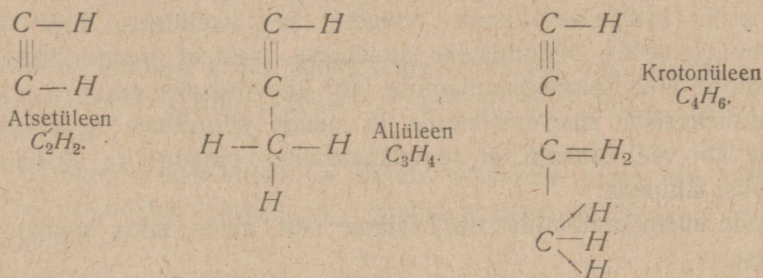
vesiniku ühendusi, mille molekulis süsinikaatomid omavahel kahe ja kolmekordse sidemega ühinenud.

Süsivesinikkude hulka, mille molekulis kaks C aatomi kahekordse sidemega ühendud, kuuluvad etüleenirea süsivesinikud.



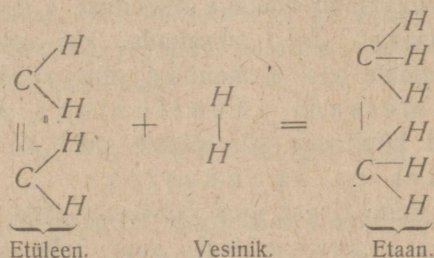
Ka see rida on homoloogne.

Kolmekordset sidet C aatom vahel leiame atsetüleenirea süsivesinikkudes:

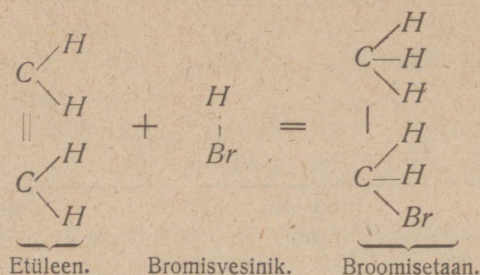


Ülevalpool ettetoodud seletusi silmas pidades leiame, et ka atsetüleeni süsivesinikud homoloogsed on.

Kahe- ja kolmekordsed sidemed ei ole mitte kaks ehk kolm korda kindlamad, vaid teatavatel tingimustel katkevad nad, peale viimase, kaunis kergesti; selle tagajärjeks on asjalugu, et etüleeni ja atsetüleeni ridade ühendused metaanirea omadeks muutuvad. Kui näituseks, kõrgema temperatuuri juures vesinikuga etüleeni peale mõjuda, sünnib etaan:



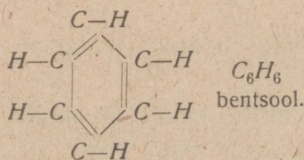
Kui jälle umbes 100°C juures etüleeni peale conc. *HBr*. reageerida, saame etaani sünnituse broomisetaani, s. t. etaani, milles ühe vesiniku aat. asemele üks *Br*. aat. on astunud:



Vesiniku ehk broomisvesiniku ühendamise läbi küllastub etaani molekul, s. t. ta kaotab võimaluse veel rohkem enesega midagi ühendada. Metaanirea süsivesinikka ja nende sünnitusi nimetakse sellepärast piirilisteks, kuna etüleeni ja atsetüleeni omi jälle alapiirilisteks ühendusteks nimetakse, sest et nendes kahe- ja kolmekordne side juurdeühendamine läbi ühevõrdseks muutub.

Mitmekesiste süsivesinikkude ja nende sünnituste hulk suureneb selle läbi veel rohkem, et süsinikaatomitel omadus on üksteisega ringideviisi ühineda.

Kuue süsinikaatomilist ringi leiame näit. aines, mida bentsooliks nimetakse.



Sellest süsivesinikust võidakse väga suur hulk teisi org. aineid sünnitada, milles ikka ring kuue C. aat jääb.

Ringisse ühinenud kuus süsiniku aatomi sünnitavad n. n. bentsooli südame, mille ümber üksikud elemendid ja terved ele-

mentide rühmad ennast koguda võivad.

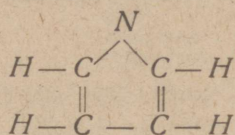
Süsinikaatomite omadus, lahtiseid ja kinniseid ahelühendusi sünnitada, annab võimaluse orgaanilisi ühendusi kahte suurde osasse jagada. Lahtise süsinikaatomi ahelaga ühendusi, s. t. neid, milles ringpuudub, võib metaanist, CH_4 , sünnitada, kui selles süsivesinikus vesiniku aatomi asemele teisi elementisid ehk aatomrühmasid mahutada; neid nimet. metaani sünnitusteks, ja et nende hulka veel õlid ja rasvad kuuluvad, siis nimet. neid ka veel alifaatilisteks ehk rasvarea ühendusteks.

Ained, milles kuue C aat. ring, bentsooli süda, ette tuleb, nimet. bentsoolisünnitusteks. Väga suur hulk nendest ühendus-

test on hästi lõhnavad ained, sellepärast nimet. neid ka aromaatilisteks.

Peale kuuelüliliste ringide tuntakse veel teisi: kolme-, nelja-, viie- ja seitsmelisi. Seda silmaspidades ei jagata nüüd enam orgaanilisi alifaatilisteks ega aromaatilisteks, vaid lahtise ja kinnise ahela ühendusteks.

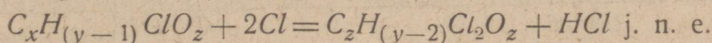
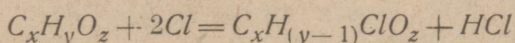
Viimaseid nimet. ka tsüklilisteks ja võib neid omakord veel kahte rühma jagada. Esimese rühma ringid sünnitakse ainult C aat., kuna teises rühmas peale C aat. veel teised mitmeväärised elemendid lülideks on, näit. pürroolis,



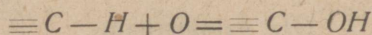
kus üheks kinnise ahela lüliks lämmastiku aat. on. Esimese rühma ühendusi nimet. karbotsüklilisteks, teise omi heterotsüklilisteks.

Üksikute elementide ja nende rühmade mõju nii alifaatsete kui ka aromaatsete peale on, maha arvatud üksikud juhtumused, ühesugune.

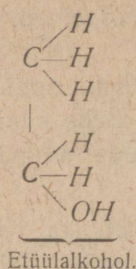
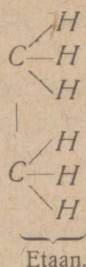
Haloiidid (Cl, Br., I) mõjuvad terve rea orgaaniliste ühenduste peale ja asuvad vesiniku aat. asemele, ühtlasi seda elementi teise haloiidi atomi ühendamise läbi kõrvaldades, nagu allpool näha:



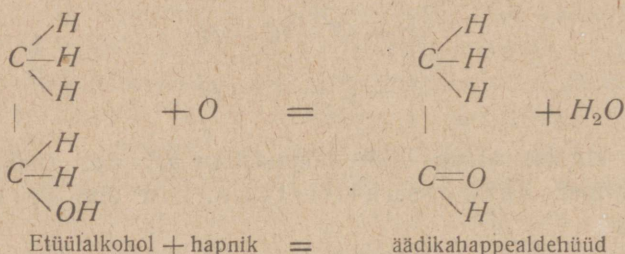
Hapendajad, näit., MnO_2 , HgO , KMnO_4 , CrO_3 j. n. e., mõjuvad tihti, hapnikku eraldades, orgaaniliste ühenduste peale. Vabaks saanud hapniku aatom, kas ühineb vesiniku aatomitega vett sünnitades, ehk asub süsiniku ja vesiniku aatomite vahele, nõnda ühenduses hüdroksüülrühma sünnitades



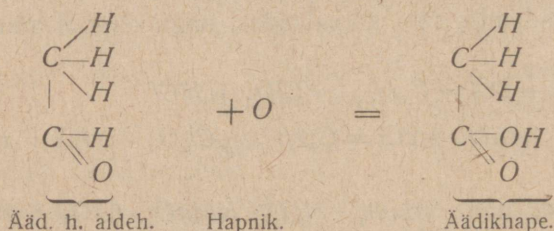
Hapendajate kahesugust mõju võib tähele panna alkoholide hapendamisel. Etüülalkohol on etaan, milles ühe vesiniku aat. asemele hüdroksüülrühm on asunud.



Kui etüülalkoholi peale ettevaatlikult hapendajatega mõjuda, siis erineb üks molekul vett ja alkohol muutub aldehüüdiks.

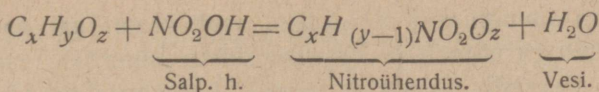


Kui hapendamist jätkatakse, siis asub vaba hapniku aatom aldehüüdi hapniku naabruses oleva vesiniku ja süsiniku aatomi vahele, hüdrosüülrühma sünnitades, ja teeb aldehüüdist äädikhappe.

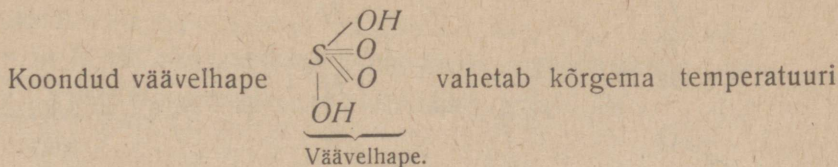


Lahja salpeterhappe mõjub orgaaniliste ühenduste peale kui hapendaja, koondud aga asetab molekulisse vesiniku aat. asemele ühevääriselise rühma — NO_2 : $\text{N} \equiv \text{O} \quad (\text{HNO}_3)$
 $\downarrow$
 OH salpeterhappe.

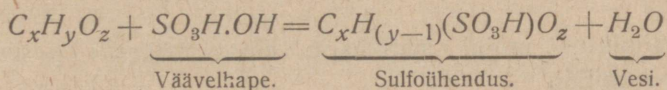
Niisugune vahetus sünnib iseäranis kergesti aromaatilistes ühendustes. Ühendusi, mis nõnda saadakse, nimetatakse nitroühendusteks.



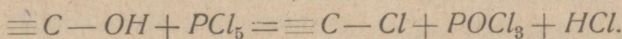
Väävelhape eraldab org. ainetest enamal jaol juhtumustel vett mida see org. aine molekulites olevatest vesiniku ja hapniku aat. sünnitab ja väävelhappe poolt enesega ühendakse. Nõndasamati mõjuvad P_2O_5 , $ZnCl_2$, $AlCl_3$, glütseriin ja teised, sest need kõik on rōsiimulised ühendused.



juures vesiniku aat. oma üheväärise ülejäägi vastu, kuna üks hüdroksüülidest vabaks saanud vesiniku aat. veeks ühineb. Sünnivad hapete omadustega ained, mida sulfohapeteks nimetakse.

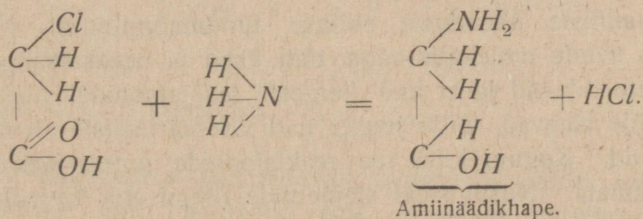


Et hüdroksüülrühma org. ühendustes, näit., kloori vastu vahetada, selleks mõjutakse PCl_5 -ga. Kõrvalproduktid, mis selle juures sünnivad, on $POCl_3$ ja HCl .

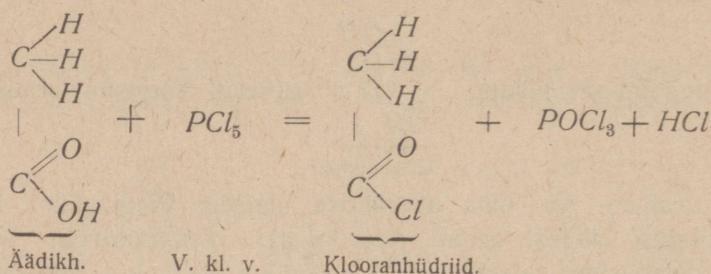


Viieliskloorisvosvori asemel võib nende reaktisjoonide juures kolmeliskloorisvosvorit (PCl_3) tarvitada. Kõrvalprodukt selle juures on vosvorishape.

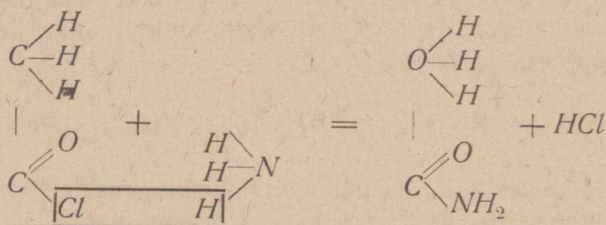
Harilikudel tingimustel ammoniaak (NH_3) orgaaniliste ühendustega ei reageeri, s. t. ei muuda nende molekulit; iseäralistel juhtumustel aga vahetab oma üheväärise ülejäägi — NH_2 (amiinrühm) haloiidi vastu, nii, saame näit. üheliskloorisäädikhappest amiinrühma mõjul amiinäädikhappe:



Üks osa ammoniaagi molekulist asub kloori aat. asemele, kuna teine osa klooriga ühineb ja kloorisvesiniku sünnitab, mis kohe ammoniaagiga reageerib, nõnda et lõpulik kõrvalprodukt kloorisammoonium on. Analooiliselt reageerib NH_3 ka teistsuguste haloüdühendustega. Eelpool nägime, et hüdroksüülrühma viieliskloorisvosvori läbi kloori aat. vastu ära võib vahetada. Äädikhape annab selle reaksiooni läbi äädikhapu klooranhüdriidi:



Ammoniaagi mõjul äädikhapu klooranhüdriidi peale saame äädikhappe amiidi.

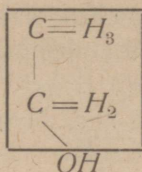


Tähendab: esimesel juhtumisel saame ammoniaagi abil amiinohapped, teisel hapete amiidid.

Aromaatilised amiinühendused sünnivad kergesti, kui nende nitroühenduste peale vesinikuga (in statu nascendi) mõjuda ehk muid tagandajaid, nagu H_2S , $SnCl_2$ ja teisi, tarvitada.

Orgaaniliste ühenduste ehituse tundmaõppimisel võis tähele panna, et nende molekulis väga tihti ühed ja needsamad elementide rühmad ette tulevad ja et nad kergesti reaksioonidel ühest molekulist teise üle lähevad, mille juures nad üheväärtusliste elementide kohale astuvad. Koguni terve rea reaksioonide juures jäävad nad täiesti muutumata. Niisuguseid elementide rühmi ehk ülejääkisid nime-

takse radikaalideks. Ülevalpool ettetoodud etüülalkoholi ehitus on järgmine:



Hüdroksüülrühmaga seotud ülejääki, CH_3CH_2 , nimetakse etüüliks ja ta on üks radikaal. Üheväärist metüülalkoholi ülejääki $\boxed{CH_3}$, $-CH_3$, nimetakse metüülks.



Peale metüüli $-CH_3$, etüüli $-CH_3CH_2$, hüdroksüüli $-(OH)$, nitro $-NO_2$ ja amiino $-NH_2$ tuntakse veel mitmevääriseid radikaali-

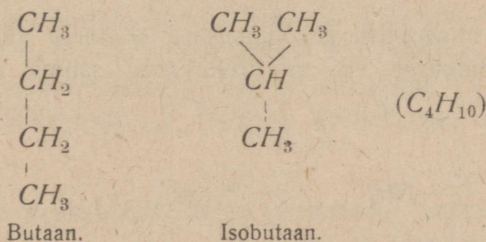


sid, nagu metüleen, $>CH_2$, etüleen $-CH_2$.

Radikaalid, mis ainult süsinik- ja vesinikaatomitest koos seisavad, nimetakse alküülideks; nendel on nõrgad aluslised omadused; orgaanilistes ühendustes asuvad nad metallide kohtadele. Radikaalid, mis koos seisavad C, O ja H, nagu näit. karboksüül, $-COOH$, nimet. happe radikaaliks.

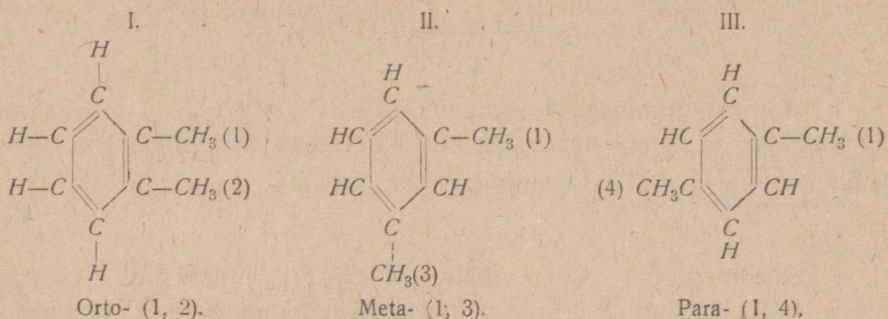
Aatomite (ja radikaalide) mitmekesine ühinemine molekuliks võimaldab nähtust, et orgaanilised ühendused, millel ühesugune protsendiline koosseis, mitte ühesuguste füüsiliste ja keemiliste omadustega ei ole. Niisuguseid kehasid nimetakse isomeerilisteks.

Isomeer-ained on butaan ja isobutaan; nende kahesugused füüsilised ja keemilised omadused olenevad aatomrühmade mitmekesisest ühinemisest, nagu allpool ettetoodud ehitusvormelist näha võib:



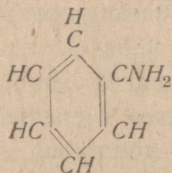
Aromaatilistes ühendustes võimaldavad isomeer-ühendusi veel kohad, mida aatomid ehk radikaalid oma asumises tarvitavad.

Vesiniku aatomite asemele asudes, võivad nad naabruses olevate või rohkem ehk vähem kaugemal seisvate vesiniku aatomite kohale ühenduse südamel juures asuda. Kui näit. kaks metüülradikaali vesiniku aatomi asemele bentsooli südamesse asuvad, siis on võimalikud kolm isomeer-ühendust:

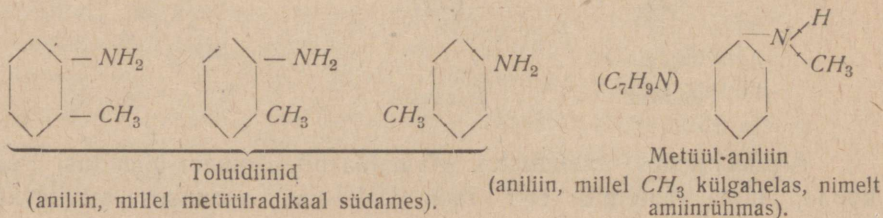


Radikaalid, mis vesinikaatomi asemele asuvad, sünnitavad tsüklistes ühendustes külgharud ehk -ahelad. Viimasel juhtumisel on külghahelate sünnitajaks metüülradikaal (CH_3).

Radikaalid ei asu mitte üksinda nende H aatomite asemele, mis tsüklist sünnitajate C aatomitega ühendud, vaid asuvad ka vesinikaatomite asemele külghahelates, mispärast võimalikkude isomeeride hulk veel hästi suureneb. Kui bentsoolis üks H aatom vahetada amiinradikaali vastu, siis saame bentsooli sünnituse, mida aniliiniks nimetakse.



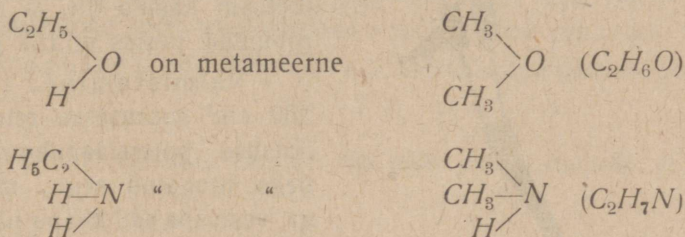
Selle järele, missuguse vesinikaatomi asemele metüül asetada, kas ühenduse südamesse või amiinradikaali, saame mitu isomeer-ühendust:



Orgaaniliste ainete isomeeria on kaheksugune: metameerne ja polümeerne. Kui isomeer-ühenduste molekuliraskus ühesuurune on, siis nimetakse neid metameerseteks. On ka terve rida ühendusi, millel ühesugune protsendiline koosseis, kuid molekulraskus ei ole mitte ühesuurune; neid aineid nim. polümeerseteks. Polümeersete ühenduste vahe seisab selles, et ühe molekulraskus teise omast n kord suurem on: formaldehüüdi molekulvormel on $CH_2O(n)$

äädikhape	"	"	$C_2H_4O_2(2n)$
piimhape	"	"	$C_3H_6O_3(3n)$
viinamarjasuhkru	"	"	$C_6H_{12}O_6(6n)$

Metameeria all mõistetakse nüüd niisugust isomeeriat, kus mitmeväärise elemendiga homoloogsed radikaalid on ühinenud, misjuures elementide arv molekulis ühesuurune on:

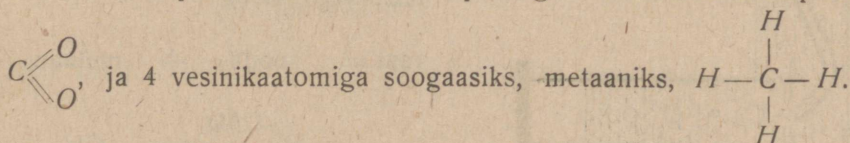


Esimene osa.

Lahtise ahelaga süsinikühendused ehk alifaatsed ühendused.

I. Süsivesinikud.

Süsivesinikud on süsiniku ja vesiniku ühendused. Süsinikhaependis, $C=O$, on süsinikaatom kaheväärine. Kõigil muudel juhtumustel on see element ikka neljaväärine; 1 süsinikaatom ühendab ennast sellepärast 2 aatomi hapnikuga süsinikkahelishapendiks,



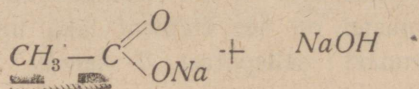
Metaanist välja minnes võib väga palju ühendusi valmistada, mida metaani järeltulijateks, metaanderivaatideks, kutsutakse.

A. Piirilised süsivesinikud.

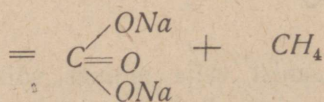
Metaan, kaevandusgaas, soogaas, CH_4 . Metaan sünnib soodes orgaaniliste ainete lagunemiste juures, sellepärast nimetakse teda ka soogaasiks. Metaan on värvita ja lõhnata gaas, mida võib $782^{\circ}C$ ja 55 aatoni rõhumise juures vedelaks muuta. Ta sulab natukene vees. Valgustusgaasis leidub CH_4 umbes 34% mahu järele. Baku linna juures Kaspia mere ääres voolab metaani maa seest välja ja on seal „pühade tulede“ sünnitajaks. Üks liiter metaani kaalub $0^{\circ}C$ ja 760 mm. rõhumise juures 0,7157 g.

Valmistamine. [Katse 4] 250 cm^3 suurusesse retorti mahutakse portselaanuhmris peeneks tõugatud segu, milles 30 gr. vesivaba äädikhapu naatriumi, CH_3COONa , ja 40 gr. naatronkalki on. [Naatronkalk on tule peal kokkusulatatud seebikivi ja kustunud lubja segu — $2NaOH + Ca(OH)_2$].

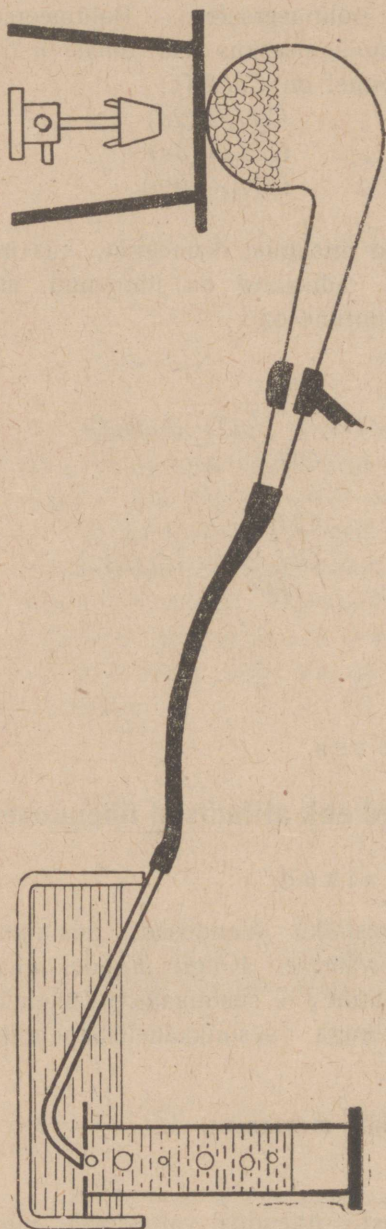
Retort peab nõnda varustatud olema, et kuumutamisel sündivat gaasi veevannis võiks nõudesse koguda: Äädikhapu naatr. + naatriumhüd-



raat = sooda + metaan

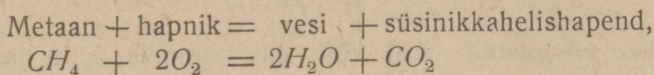


Joon. 10. Metaani valmistamine.



Kustunud lubi, $Ca(OH)_2$, osa reaktsiooni juures ei võta, vaid on tarvilik sellepärast, et muidu retordiklaas kannatada võib.

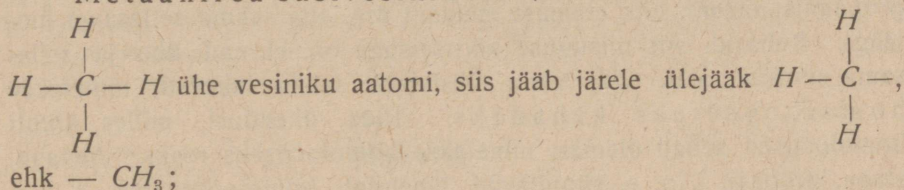
Omadused: [Katse 5.] Gaasitorust väljavoolav metaan põleb süüdates leegiga, mis nõrgalt valgustab. Põlemisel sünnib vesi ja süsinikkahelishapend, sest tule kohal hoitav kuiv külm klaasitükk läheb higiseks ja lubjavee tilk katab ennast valge kilega. $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$



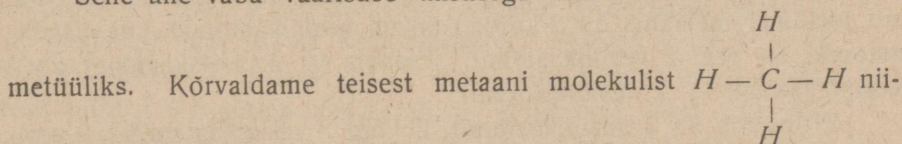
[Katse 6.] Kui metaaniga täidetud nõusse põlev küünal lasta, siis kustub see, kuna nõust väljavoolav metaan põlema läheb. Metaan ei toeta põlemist.

[Katse 7.] 1 maht metaani ja 10 mahtu õhku ehk 2 mahtu hapnikku sünnitavad segu, mis süüdates paukudes ära põleb. Katse seletab, mispärast kivisöökaevandustes plahvatused juhtuvad.

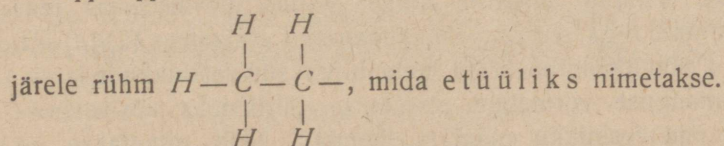
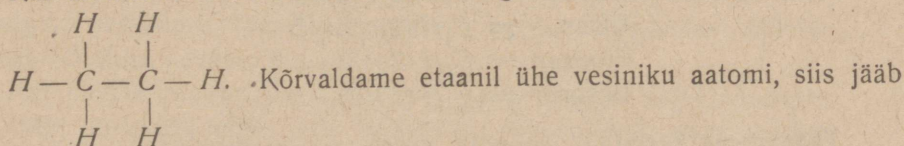
Metaanirea süsivesinikud. Kõrvaldame metaani molekulist



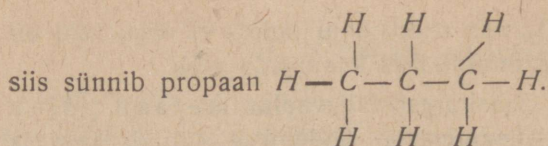
Selle ühe vaba väärise üksusega aatomite rühma nimetakse



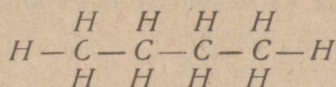
samati ühe vesiniku aatomi, siis saame teise üheväärise metüülrühma. Kui mõlemad metüülrühmad teineteisega ühinevad, siis sünnib etaan



Asub etüülrühma vesiniku aatomi asemele ($-CH_3$) metüülrühm,

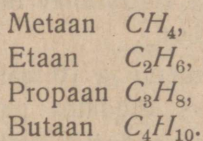


Järgmise süsivesiniku, butaani, koosseis on:



Eelpool ettetoodud viisil võib süsivesinikka 5, 6 ja rohkema süsinik-aatomitega sünnitada.

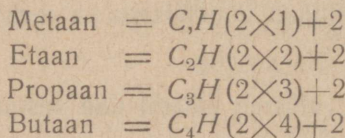
Esimised neli süsivesinikku on järgmised:



Arvame butaanist propaani maha, siis jääb järele CH_2 ; võtame propaanist etaani, ehk etaanist metaani ära, siis saame sellesama ülejäägi. Kehasid, mis niisuguse koosseisuga on, et nad ühe ja sellesama suuruse, näit. CH_2 võrra üksteisest lahku lähevad, nimetakse homoloogseteks kehadeks. Rida ühendusi, milles ainult homoloogsed kehad olemas, nimetakse homoloogseks reaks. Metaan, etaan, propaan j. n. e. sünnitavad, tähendab, homoloogse rea.

Metaanis on 1 aatom süsinikku ja 4 aatomit vesinikku, ehk teisisi üteldud: metaanis on 2 korda rohkem vesinikaatomid, kui süsinikaatomid, + veel 2 vesinikaatomit. Etaanis on 2 süsinikaatomit, 2×2 vesinikaatomit + 2 vesinikaatomit.

Propaanis on 3 süsinikaatomit, 2 kord 3 vesinikaatomit + 2 vesinikaatomit. Butaanis on 4 C aat., 2×4 H aat. + 2 H aat.



Tähendame süsiniku aatomite hulga mõnes ülevalseisvas reas leiduval süsivesinikul n -ga, siis on vesinikuaatomid sealsamas $(2 \times n) + 2$. Vormel $\text{C}_n\text{H}_{2n} + 2$ on üldine kõigi metaanirea süsivesinikkude jaoks. Süsivesinikka niisuguse vormeliga nimetakse piirilisteks süsivesinikkudeks, sest et nad vesinikku enam ei ühenda. Neid nimetakse ka parafiinideks nende vastupidavuse poolest kaugetele reaktiividele.

Tabel I.
Mõned piirilised süsivesinikud.

Vormel	Nimetus	Sulane- mise tem- peratuur	Keemise temperatuur 760 mm rõhu- mise juures	Kehaseis ha- rilliku soojuse juures	Erikaal
CH ₄	Metaan . . .	—186	—164	gaasid	0,415 (—164 ⁰ juures)
C ₂ H ₆	Etaan . . .	—172	—84		0,446 (—0 ⁰ ")
C ₃ H ₈	Propaan . . .	—	—37		0,536 (—0 ⁰ ")
C ₄ H ₁₀	Butaan . . .	—	+1		0,600 (—0 ⁰ ")
C ₅ H ₁₂	Pentaan . . .	—	+37		0,627 (+14 ⁰ ")
C ₆ H ₁₄	Heksaan . . .	—	69	vedelikud	0,658 (20 ⁰ ")
C ₇ H ₁₆	Heptaan . . .	—	98		0,683 (20 ⁰ ")
C ₈ H ₁₈	Oktaan . . .	—	125		0,702 (20 ⁰ ")
C ₉ H ₂₀	Nonaan . . .	—51	150		0,718 (20 ⁰ ")
C ₁₀ H ₂₂	Dekaan . . .	—31	173		0,730 (20 ⁰ ")
C ₁₁ H ₂₄	Undekaan . . .	—26	195		0,774 sulan.t ⁰ juures
C ₁₂ H ₂₆	Dodekaan . . .	—12	214		0,773 sulan.t ⁰ juures
C ₁₄ H ₃₀	Tetrodekaan . . .	+4	252		0,775 " " "
C ₁₆ H ₃₄	Heksadekaan . . .	18	287		0,775 " " "
C ₂₀ H ₄₂	Eikosaan. . .	37	—	kindlad kehad	0,778 " " "
C ₃₅ H ₇₂	Pentatriakontaan	75	—		0,782 " " "
C ₆₀ H ₁₂₂	Heksakontaan . .	101	—		

Nahvta.

Nahvta ehk kiviõli (petroleum) on õlitaoline, tumepruun, roheka läikega põlev vedelik, mida mõnedes kohtades (Kaukaasia, Pennsilvaania, Galiitsia) maa seest välja jookseb. Nahvta on C_nH_{2n} ja C_nH_{2n+2} süsivesiniku ridade segu. Ameerika nahvtas leiame peaaesjalikult piirilisi metaanrea süsivesinikka, Kaukaasia omas aga alapiirilisi n.n. nahvteenisid, — tsüklilisi süsivesinikka, mis olefiinidega isomeersed on.

Sügavate maa sisse puuritud aukude abil saadakse nahvtat suu-
rel hulgal; mõnikord tõuseb niisugusest august väljavoolav nahvta-
samm 50 sülla kõrgusele.

Kui nahvta puuraugust iseenesest maapinnale ei tõuse, saadakse seda kätte pumpade abil. On juhtumisi, kus nahvta kaev esiotsa päevas üle miljoni puuda nahvtat annab. Kergemate nahvta liikide erikaal on umbes 0,8, raskematel aga kuni 0,9. Keskmine elemen-
taarne koosseis:

85% süsinikku (C)
13% vesinikku (H)
2% muid elem. (O; N jne.).

Nahvta sündimise üle maakoore sees lähevad õpetlaste arvamised lahku. Ühed hoiavad õpetlase Engleri arvamise poole, kelle järele nahvta loomade lagunemise produkt on. Selle tõenduseks tuuakse katse, mille järele kalarasvast 400 atm. rõhumise all nahvtataolisi destilleerimise produkta saadakse.

D. I. Mendelejev'i arvamise järele on nahvta mineraalainetest sündinud. Tema arvamine on, et maakera keskkohale ligemal leiduvad karbiidid, mis veega kokku puutudes mitmesuguseid süsivesinikka oma lagunemisel annavad.

Osa õpetlasi arvab, et nahvta on loomade ja taimede jäänustest sündinud.

Nahvtat leidub küll paljudes kohtades, kuid esimesel kohal selle aine tööstuse poolest seisavad Kaukaasia ja Põhja-Ameerika Ühisriigid, mis 90% kõigest maailma saagist turule saadavad.

Toorest nahvtast võib terve rida mitmesuguseid väga tarvilisi aineid järgulise destillatsiooni abil saada. Selleks otstarbeks ehitakse vabrikutes aparaadid, mis nendesamade [põhimõtete järele kokku on seatud, nagu harilik laboratooriumi destillatsiooniaparaat, ainult muudatustega, mis hulgalisele valmistamisele vastavad.

Destilleerides saadakse nahvtast järgud, mille üksikuid omadusi ja tarvitamist tabel II seletab.

Tabel II.

Järgud	Keemise t°	Erikaal	Mis otstarbeks tarvitata?
1) Pelroleeter (gasoliin)	40°—70°	0,65	Gaasina valgustamiseks. Plekkide puhastamiseks.
2) Bensiin	70°—120°	0,70	Keemiliseks pesemiseks, rasvade ja õlide ekstraheerimiseks luudest, seemnetest jne. Mootorite käimapanemiseks.
3) Ligroiin	120°—135°	0,73	} Masinaosade puhastamiseks, tärpentiini asetäitjaks lakkide valmistamisel jne.
4) Puhastusõli	130°—160°	0,75	
5) Petroleum	150°—300°	0,73—0,78	Valgustamiseks.
6) Jäänused	üle 300°	—	a) Lahutamata, masuuti nime all kütteks. b) Lahutult annab suure hulga määreõlised + kõva ülejääk (vaseliin, paraffiin, pigi).

Baku nahvta Kaukaasias annab 5—7% bensiini, 27—33% petrooleumi ja 55—66% jäänuseid ehk masuuti.

Maavaha, asfalt ja paraffiin. Seesuguse koosseisuga ja arvatavasti nõndasamati sündinud nagu nahvtagi, on kindlad ained: otsoke-riit (puhastult tseresiin) ja asfalt (peaasjalikult jalgteede sillutamiseks tarvitav). Nendele sarnanev aine on ka paraffiin, mida pruuni kivisöe kuiva destilleerimise produktidest ja mõnedest nahvtajäänustest saadakse. Paraffiin on kindlate piiriliste süsivesinikkude segu kõrge sulanemise temperatuuriga (üle 40°) ja tarvitakse harilikult küünalde valmistamiseks. Paraffiin vees ei sula, alkoholis õige vähe, küll aga kergesti bensiinis, ärpentiinis, väävlissüsinikus, eetris ja kloroformis.

B. Alapiirilised süsivesinikud.

Etüleen, õlisünnitaja gaas, $H_2:C=C:H_2$. Etüleenis on 2 süsinikaatomi, mis vastamisi 2-he väärisuse üksuse abil seotud. Mõlema süsinikaatomi vabad väärisuseüksused ühendavad vesinikku.

Kloor katkestab etüleenis ühe süsinikaatomite vahel oleva sideme ja sünnitab etüleenkloriidi, ClH_2C-CH_2Cl .

Etüleenkloriid on õlitaoline produkt, mis pärast etüleeni õlisünnitajaks gaasiks nimetakse.

Etüleen sünnib kivisöe kuivalt destilleerimise juures, sellepärast leidub valgustusgaasis 4 kuni 5% seda ainet.

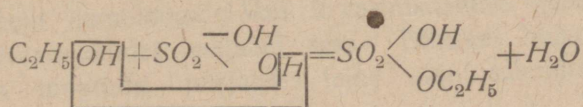
Etüleen on värvita, magusa lõhnaga gaas, mis 0°C ja 44 atm. rõhumise juures vedeneb. Et etüleenis süsiniku % suur on, sellepärast põleb see gaas heleda leegiga.

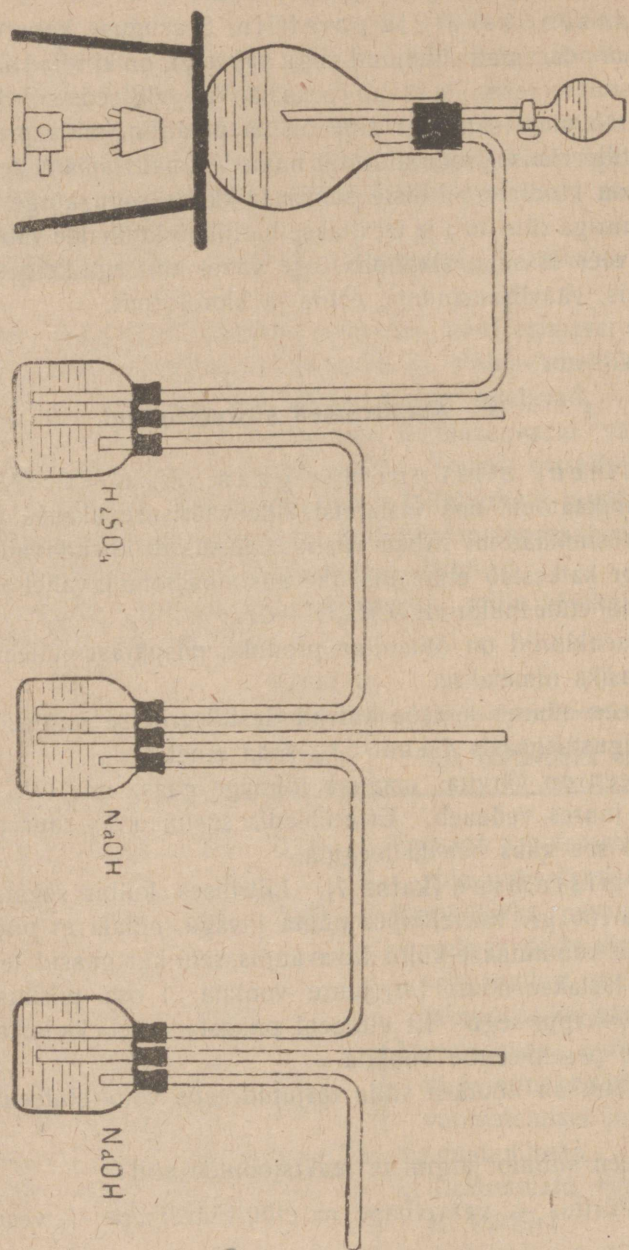
Valmistamine [katse 7]. Liitrilises kolbis segatakse 25 gr. piiritust ja 150 gr. väävelhapet puhta liivaga, nõnda et pudru sünnib. Selle järele kuumutakse kolbi liivavannis, seni kui gaasid tekkima hakkavad, ja lastakse nõust (m) juure voolata 1 osa piirituse ja 2 osa conc. väävelhappe segu. Et etüleeni puhastada, selleks lastakse gaasid läbi kolme pesemisenõu voolata.

Kui õhk on nõudest välja tõrjutud, siis võib etüleeni katseteks korjata.

Etüleen sünnib järgmiste reaktsioonide abil:

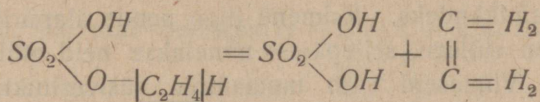
1. Piiritus + väävelhape = etüülväävelhape + vesi.





Joon. 11. Etileeni valmistamine.

2. Etüülväävelhape = väävelhape + etüleen.

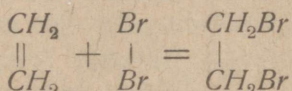


Omadused [katse 8]. Klaasilindrisse kogutud etüleen läheb süüdates põlema ja põleb valgustandva leegiga.

[Katse 9]. Kui klaasilinder etüleeni ja hapnikuga, vahekorras 1:3 täita, siis plahvatab see segu süüdates.

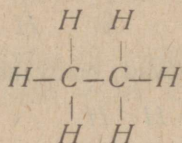
[Katse 10]. Kui etüleeniga täidetud nõusse natukene broomvett kallata, siis kaob broom ja sünnib iseloomulise lõhnaga õlitaoline etüleenbromid, mis tilkadena nõu seintele kogub.

Etüleen + broom = etüleenbromiid

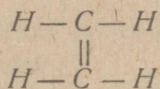


Teise ühendussideme katkemise läbi võib etüleen 2 aatomi broomi ühendada ja nõnda piiriliseks süsivesiniku järe tulijaks muutuda.

Etüleenirea süsivesinikud: Eelpool nägime, et etaanis 2 süsinikaatomi 6 vesinikaatomiga ühinevad; etaani vormel peab sellepärast olema:



Etüleenis on ka 2 süsinikaatomi, mis aga ainult 4 vesinikaatomi ühendavad. Et aga süsinik neljaväärine element on, siis tuleb oletada, et süsinikaatomite vahel kahekordne side on tekkinud. Etüleeni molekuli ehitus oleks selle järele järgmine:



Etüleeni homologidel on 2 vesinikaatomi vähem kui vastaval süsivesinikkudel metaani reas. Etüleeni homologid võivad piirilisteks muutuda, misjuures teine side süsinikaatomite vahel

katkeb; vabaks saanud väärise üksused seovad. 2 vesinikaatomi ja süsinikaatomite side muutub ühekordseks; neid nimetakse alapiirilisteks süsivesinikkudeks. Esimene liige nende alapiiriliste süsivesinikkude seas on etüleen, sellepärast nimetakse neid etüleenirea süsivesinikkudeks. Viimaseid võib metaanirea süsivesinikkudest sünni-

tada. Kõrvaldame etaanist

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-H \\ | \\ H-C-H \\ | \\ H \end{array}$$

2 vesinikaatomi, siis sünnib keha

Kui nüüd äraläinud vesinikaatomite kohalt sidemed süsinikaatomite vahel ühinevad, siis saab etüleen

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C- \\ | \\ H-C- \\ | \\ H \end{array}$$

Kui propaanist kõrvalseisvate süsinikaatomite juurest kõrvaldada kokku 2 aatomi

vesinikku, siis jääb järele keha

$$\begin{array}{c} H & H & H \\ | & | & | \\ H-C & -C & -C-H \\ | & | & | \\ H & & \end{array}$$

Vabaks saanud väärise üksused ühinevad omavahel ja selle tagajärjeks on

ühendus propüleen

$$\begin{array}{c} H & H & H \\ | & | & | \\ H-C & -C & =C-H \\ | & & \\ H & & \end{array}$$

Butaanist

saame selsamal viisil esmalt keha

$$\begin{array}{c} H & H & H & H \\ | & | & | & | \\ H-C & -C & -C & -C-H \\ | & | & | & | \\ H & H & H & H \end{array}$$

sünnib viimaste süsinikaatomite vahel

$$\begin{array}{c} H & H & H & H & H \\ | & | & | & | & | \\ H-C & -C & -C & -C & -C-H \\ | & | & | & & | \\ H & H & H & & \end{array}$$

veel teine side, siis saab butüleen

$$\begin{array}{ccccccc}
 & H & & H & & H & & H \\
 & | & & | & & | & & | \\
 H & - C & - & C & - & C & = & C - H \\
 & | & & | & & & & \\
 & H & & H & & & &
 \end{array}$$

Esimesed süsiveisnikud etüleenireas oleksid sellepärast järgmised:

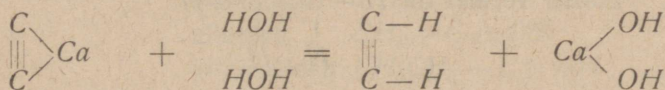
Etüleen . . . $CH_2 = CH_2$;
 Propüleen . . . $CH_3 - CH = CH_2$;
 Butüleen . . . $CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$;
 j. n. e.

Kui süsivesinikaatomite hulka mõnes nendest süsivesinikkudest n -ga ära tähendada, siis võib näha, et ühenduses $2n$ vesinikaatomid on Etüleenirea süsivesinikka võib sellepärast üldlause vormeli C_2H_{2n} ga ära tähendada. Peale eelpool nimetud alapiiriliste süsivesinikkude on veel üks teine rida alapiirilisi süsivesinikka, mille esimest liiget atsetüleeniks nimetakse.

Atsetüleen; $H.C \equiv C.H$. Atsetüleenis on, nagu etüleeniski, 2 aatomit süsinikku, mis aga kolmekordse sidemega vastamisi seotud on. Mõlemate süsinikaatomite vabaks jäänud väärtsuse üksused seovad 1 aatomi vesinikku. Atsetüleen on gaas, iseloomuliku lõhnaga. Põleb väga valge leegiga, mispärast teda valgustamiseks tarvitakse. Vedeneb $+ 1^\circ C$ ja 48 atm. rõhumise juures.

Valmistamine [Katse 11]. Väikesele katseklaasi paigutatud kaltsiumkarbiidi tükile lisatakse mõni cm^3 . vett juurde; sünnib atsetüleen:

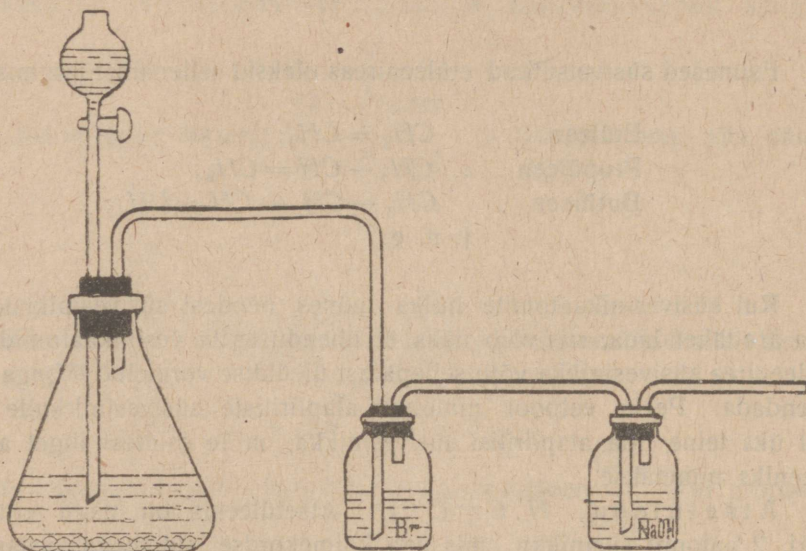
kaltsiumkarbiid + vesi = atsetüleen + kaltsiumhüdraat



[Katse 12]. Kui vee asemel lahjendatud alkoholi (60%) tarvitada, siis on reaktsioon palju tasasem.

[Katse 13]. Suurema hulga atsetüleeni valmistamiseks võetakse Erlenmeieri kolb, sinna mahutakse 20 gr. väikesi atsetüleeni tükke ja kallatakse lehtri läbi niipalju 60% piirutust juurde, et karbiid kaetud oleks. Tuleb gaasi pikaldaselt, siis võib nõust (ülemine) vett juurde tilgutada. Nõnda saadud atsetüleeni võib katsete tegemiseks tarvitada.

Parem on, kui atsetüleenini pesemise abil puhastada. Selleks lastakse C_2H_2 enne kokkukorjamist 2 nõust läbi; esimeses on broomvesi, teises naatriumhüdraat.

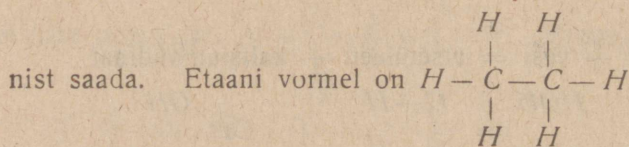


Joon. 12. Atsetüleenini valmistamine.

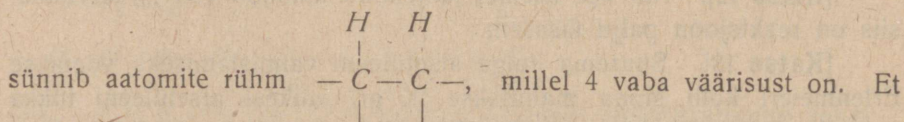
Omadused [Katse 14]. Atsetüleen põleb süüdates heleda suitseva leegiga.

[Katse 15]. Kui nõus 1 osa atsetüleenini ja 9 osa õhku segada, siis sünnib plahvatus, kui segu põlema süüdata.

Atsetüleenirea süsivesinikud. Atsetüleenini võib etaanist saada.

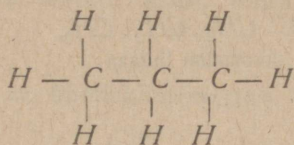


Võtame kummagi süsinikaatomi juurest 2 vesinikku ära, siis

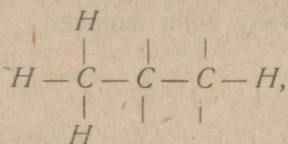


aga niisuguseid ühendusi mitte ei või olla, siis ühinevad süsinikaatomite väärismetallid vastamisi ja sünnib atsetüleen, $H-C \equiv C-H$.

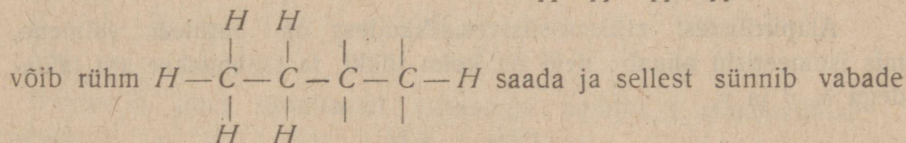
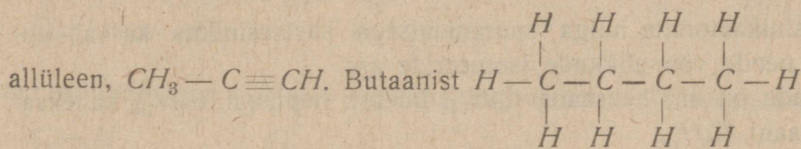
Teist selle rea süsivesinikku võib saada propaanist,



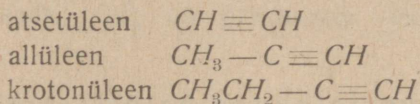
Võtame üksteise kõrval seisvate süsinikaatomite juurest, igaühe küljest 2 aatomit vesinikku ära, siis saame aatomrühma



mis niisugusena mitte vabalt olla ei saa. Kui nüüd vabad väärised omavahel ühinevad, siis sünnib teine süsivesinik selles reas, nimelt



väärised ühinemisel krotonüleen, $CH_3 - CH_2 - C \equiv CH$. Järgmistest piirilistest süsivesinikkudest pentaanist, heksaanist jne. võib sarnaselt uusi atsetüleenirea süsivesinikka sünnitada. Esimesed kolm selles reas on:

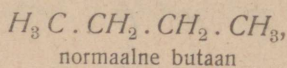


On süsinikaatomite hulk mõnes nendes n , siis on vesinikaatomid $2n-2$. Vormel atsetüleenirea vesinikkude jaoks on C_nH_{2n-2} .

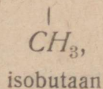
Süsivesinikkude isomeeria. Võimalikud on üks etaan ja üks propaan, sest et ükskõik on, missuguse vesinikaatomi kohale $-CH_3$ rühm metaanis ehk etaanis asub.

Vahetub aga propaanis vesinikaatom metüüli ($-CH_3$) vastu, siis on võimalik kaks isomeeri, selle järele kas asuv radikaal $-CH_3$

või $-CH_2$ vesinikaatomi kohale asub. Esimesel juhtumisel sünnib ühendus



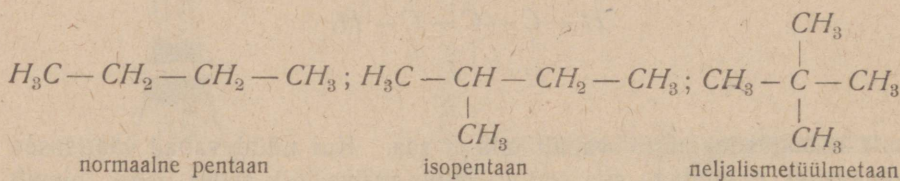
teisel aga $H_3C \cdot CH \cdot CH_3$



ehk mõlemad äratähendud



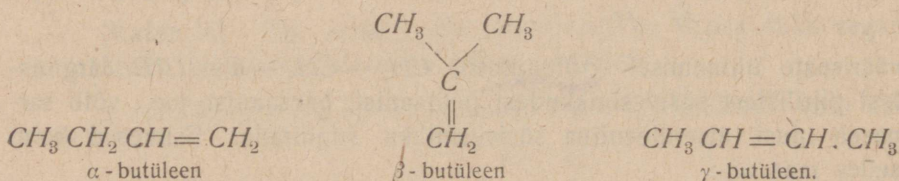
Viie süsivesinikaatomiga süsivesinikus, pentaanis, võivad rühmad kolmel viisil ühineda ja saab kolm isomeeri :



Süsinikaatomite hulga suurenemisega süsivesinikus kasvab kiiresti ka nende võimalikkude isomeeride arv.

Teada on viis heksaani, C_6H_{14} , üheksa heptaani, C_7H_{16} , kaheksasteist oktaani, C_8H_{18} .

Alapiirilistest etüleen-süsivesinikkudest on butüleen esimene, mis isomeerisid annab; neid on kolm tükki ja tähendakse ära tähtedega α , β ja γ .



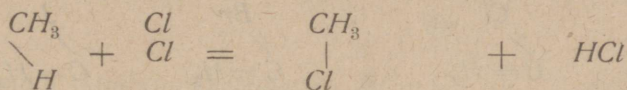
2. Süsivesinikkude haloiidjäreltulijad.

Süsivesinikkude haloiidjäreltulijad on tarvilisemad ained mitmesuguste orgaaniliste ainete valmistamisel; peale selle leiduvad nende seas mõned, mis arstiteaduses väga tähtsad on.

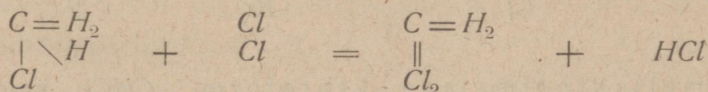
Haloiidid asuvad piirilistes süsivesinikkudes vesinikaatomite kohale. Haloiidid on, niisamati nagu vesinik, üheväärised; sellepärast vahetab 1 aatom vesinikku oma koha 1 aatomi haloidi vastu. Ühe vesinikaatomi vahetamiseks haloidaatomi vastu läheb 2 haloidaatomit

tarvis: üks nendest ühineb vesinikuga haloiidvesinikhappeks, kuna teine nendest vesiniku kohale asub, nagu allseisvad reaktsioonid näitavad:

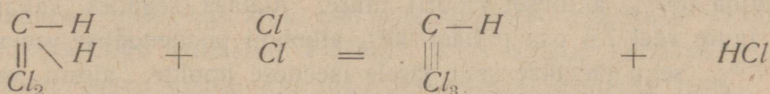
metaan + kloor = üheliskloormetaan + kloorvesinikhape



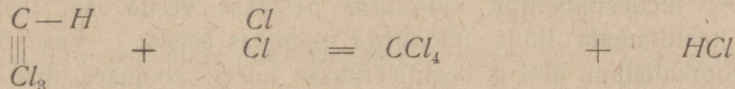
üheliskloormetaan + kloor = kaheliskloormetaan + kloorvesinikhape



kaheliskloormetaan + kloor = kolmeliskloormetaan + kloorvesinik-
(kloroform) hape.



kolmeliskloormetaan + kloor = neljaliskloormetaan + kloorvesinikhape

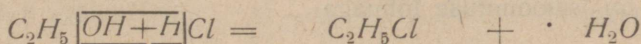


Broom ja jood sünnitavad metaaniga kumbki 4 samalaadilist ühendust.

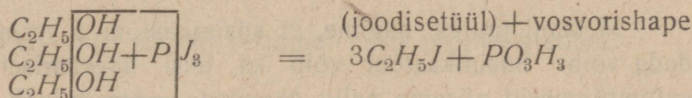
Etaanis on 6 vesinikaatomit, kuid haloiidjäreltulijaid on rohkem kui 6 (klooretaanisid tuntakse 9), sest et isomeerid juba võimalikud on

Haloiididega otsekohe süsivesiniku peale mõjudes, sünnib segu ühelis, kahelis, jne. haloiid süsivesinikkudest. Tahetakse ainult ühelishaloiidproduktisid saada, siis on praktilisem vastava alkoholi peale mõjuda:

etüülalkohol + kloorvesinik = ühelisklooretaan + vesi
(kloorisetüül)



etüülalkohol + kolmelisjoodisvosvor = ühelisjoodetaan

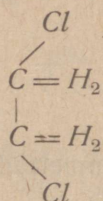


Alapiiriliste süsivesinikkudega ühinevad haloiidid otsekohe kordseid sidemeid süsinikaatomite vahel kõrvaldades:

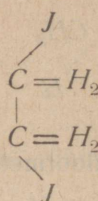
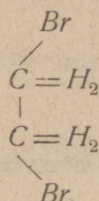
etüleen



klooris-



broomis- ja joodisetüleenid



Kolmeliskloormetaan, kloroform, CHCl_3 saadakse kloorlubja ja etüülalkoholi (atsetoon jne.) destilleerimisel [Katse 16]. Destilleerimisekolbi, milles 200 osa vett, lisatakse 50 osa värsket kloorlubja (30% aktiivset kloori) juure. Alatasa segades kallatakse sinna juure veel 7,5 osa puhast 90% alkoholi ja soendakse veevannis kuni 45°; segu jäetakse selle järele iseenese hoolde, ainult vaadatakse järele, et soojus mitte üle 60° ei tõuseks; vastasel korral jahutakse külma veega. On reaktsioon lõppenud, siis destilleeritakse segu 65°—75°; üledestilleeritud kloroform pestakse veega läbi, lastakse ööpäev kustutamata lubja tükkidega pimedas seista. Vesi ühendakse kloorkaltsiumi abil ja destilleeritakse uuesti soojuses, mis mitte üle 65°. Saadud aine on magusa eetrilise lõhnaga vedelik. Kolmelisjoodmetaan, jodoform, CHI_3 , sünnib lahjast etüülalkoholist, kui selle peale joodiga alkalilehelisainete juuresolekul mõjuda.

[Katse 17]. Kaks osa soodat sulatakse 8 osas vees. Sulatisele lisatakse 1 osa 90% etüülalkoholi juurde, soendakse veevannis kuni 80° ja lisatakse vähehaaval 1 osa peeneks tehtud joodi juure. Mõne aja järele kaob vedeliku pruun värv ja jahutades ilmuvad jodoformi kristallid, mida mitu korda veega läbi pestakse ja lõpuks kuivatispaberi vahel kuivatatakse. Väikesed kollased, läikivad lehekeseid sulanevad 119°C juures. Nad lenduvad juba hariliku soojuse juures ja on iseloomulise lõhnaga.

II. Alkoholid.

Metaani juures nägime, et süsinikaatom 4 vesinikaatomit ühendada võib. Süsinikaatom võib ka teisi üheväärisi elemente ehk aatomrühmasid niisama palju ühendada. Nii ühineb, näit., üks süsi-

nikaatom 4 klooraatomiga tetrakloorsüsinikuks, $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} - \text{C} - \text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$, 4 broom-

aatomiga tetrabroomsüsinikuks, $\begin{array}{c} \text{Br} \\ | \\ \text{Br} - \text{C} - \text{Br} \\ | \\ \text{Br} \end{array}$, 4 joodaatomiga tetra-

joodsüsinikuks, $\begin{array}{c} \text{J} \\ | \\ \text{J} - \text{C} - \text{J} \\ | \\ \text{J} \end{array}$.

Hüdroksüülrühm, $-\text{OH}$, on ka üheväärine, kuid ei ole ühtki ühendust teada, kus kõik neli süsinikaatomi väärise üksust nelja hüdroksüüluga küllastud oleksid; kõik katsed näitavad, et süsinikaatomi juure ainult üks hüdroksüülrühm peatama jääb. Metaani võib ainult ühte hüdroksüüli sisse viia; selle juures sünnib ühendus

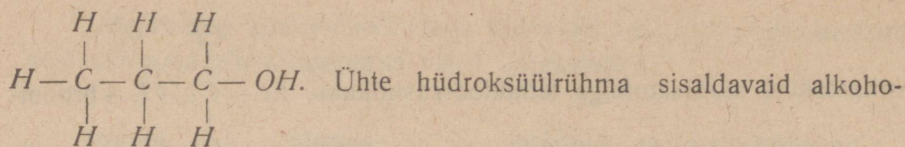
$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, mida metüülalkoholiks nimetakse. Iseloomuline metüül-

alkoholis on selle hüdroksüül. Nagu metüülalkohol metaanist $-\text{OH}$ rühma asetamisel sünnib, nõnda sünnivad kõik alkoholid süsivesinikudest, kui nendes vesinikaatomite asemele $-\text{OH}$ rühm asetada.

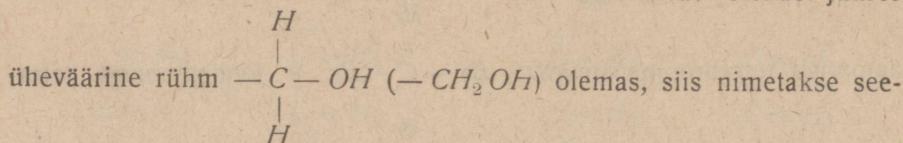
Vahetame etaanis, $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$, 1 vesinikaatomi hüdroksüülrühma

vastu, siis sünnib etüülalkohol, $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$. Propanist,

$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \quad | \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ | \quad | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$, sünnib selsamal viisil propüülalkohol,



Ühte hüdroksüülrühma sisaldavaid alkoho-



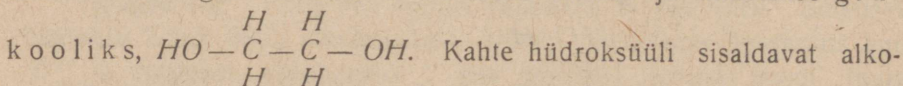
suguseid primäärseteks alkoholideks.

Eelpool nimetud alkoholid on kõik primäärsed ja ühealuslised. Esimesed liikmed alkoholide reas, mis piirilistest süsivesinikkudest sünnitada võib, on :

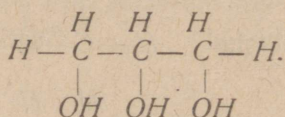
metüülalkohol (puupiiritus)	$CH_3 \cdot OH$ ($H-CH_2-OH$),
etüülalkohol (viiniiritus)	C_2H_5OH (CH_3-CH_2-OH),
propüülalkohol	C_3H_7OH ($C_2H_5CH_2-OH$),
butüülalkohol	$C_4H_9 \cdot OH$ ($C_3H_7CH_2 \cdot OH$),
pentüülalkohol (amüülalkohol)	$C_5H_{11} \cdot OH$ ($C_4H_9CH_2 \cdot OH$).

Alkoholiks käarimisel sünnivad peale piirituse ehk etüülalkoholi veel selle kõrgemad homoloogid, nagu : propüül- ja amüülalkohol. Need viimased ongi põhjuseks, miks puhastamata piiritus nii kihvtine ja vastiku maitsega on.

Üks süsinikaatom ühendab ainult ühe hüdroksüüli. Etaanil on 2 süsinikaatomi, sellepärast võib selle aine molekulis 2 hüdroksüüli asetada. Niisugune alkohol on ka tõesti olemas ja nimetakse glü-



holi nimetakse kahealusliseks. Et propaanis kolm süsinikaatomit on, siis võib selle molekuli kolm hüdroksüüli sisse viia. Propaanist saab niisugusel korral kolmealusline alkohol, glütseriin,



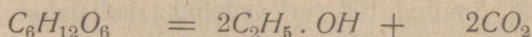
Kolmealusline on niisugune alkohol, milles, tähendab, kolm $-OH$ rühma on. On olemas veel nelja-, viie-, ja paljualuslisi alkoholid.

Metüülalkohol, puupiiritus, CH_3OH . Seda ainet leidub mõnede taimede viljas. Harilikult saadakse metüülalkoholi tõrva veest, mis puu kuivalt destilleerimise juures sünnib, mispärast siis ka puupiirituseks nimetakse. Tehnikas tarvitakse seda ainet kunstlikkude orgaaniliste värvide, formaliini jne. valmistamiseks.

Omadused: Metüülalkohol on värvita, põlev vedelik, sarnane viinpiiritusele. Keeb $60^{\circ}C$ juures. Erikaal = $0,7997,15^{\circ}C$.

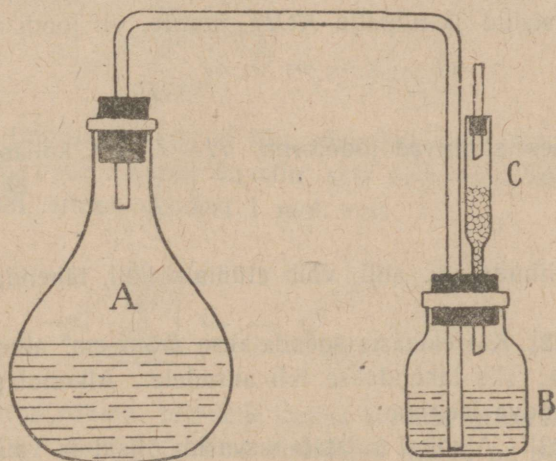
Etüülalkohol, viinpiiritus, C_2H_5OH . Seda alkoholi saab mõnede suhkruseltside, nagu viinamarja-, puuvilja-suhkru jne. käärimisel. Entsüüm, mis pärmis leidub, lõhestab suhkru alkoholiks ja süsinikkahelishapendiks (süsihapuks gaasiks.)

Viinamarja-suhkur: = etüülalkohol + süsihapu gaas.



Käärimise juures sünnivad peale etüülalkoholi ja puskarõlide (propüül- ja amüülalkoholid) veel glütseriin, $C_3H_5(OH)_3$, merevaikhape, $HOOC-CH_2-CH_2-COOH$, ja mõned teised ained.

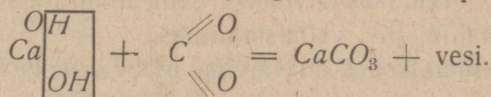
Valmistamine [katse 18]. Portselaankausis soendakse 250 gr. purustud rosinaid 500 gr. veega, kuni segu keema hakkab, ja kallatakse vedelik 1- liitr. kolbi. Pärast, kui vedeliku soojus jahtumise juures kuni $35^{\circ}C$ on langenud, lisatakse 1 supilusika täis värsket pärmi juure. Kolbile pannakse kork peale, kust kõver klaastoru läbi läheb, mille teine ots lubjaveega nõusse ulatab, nagu allseisvast joonistusest näha.



Joon. 13. Alkoholi valmistamine.

Mõne aja pärast algab käärimine. Süsihapi gaas, mis selle juures sünnib, reageerib lubjaveega, sadet sünnitades

lubjavesi + süsihapi gaas + süsihapi kaltsium + vesi.



Et õhus olev CO_2 mitte lubjaveega kokku ei puutuks, selleks on toru(c) olemas, mis seebikivi tükkidega täidetud. On gaasi väljavoolamine lõppenud, siis kallatakse vedelik destilleerimiskolbi ja soendakse kuni 60°C , et CO_2 kõrvaldada; nüüd ühendakse kolb Liebigi jahutajaga ja destilleeritakse üle umbes 100 cm^3 vedelikku.

[Katse 19]. Saadud 100 cm^3 vedelikku kallatakse 200 cm^3 mahutusega fraktsioneerimiskolbi, mis soojamõetjaga varustatud on, ja ühendakse Liebigi jahutajaga.

Järk, mis $78^\circ - 90^\circ$ keeb, on rikas alkoholi poolest. Absoluutne alkohol keeb $78,5^\circ\text{C}$ juures, alkohol aga, mis vett sisaldab, keeb kõrgema soojuse juures.

[Katse 20]. Viis keedetud kartulit purustakse 200 cm^3 sooja vee sees. Pudrule lisatakse 2 supilusika täit linnaste jahu juure, segatakse segi ja soendakse veevannis 3 tundi, kuni 65°C . Sünnib magus vedelik, mis pärmis juurdelisamisel käärima läheb ja etüülalkoholi sünnitab, mida sealt niisamuti kätte saab, nagu eelmistes katsetes nägime.

Omadused [Katse 21]. Viis cm^3 saadud [katse 20] alkoholist vedelikku soendatakse katseklaasis $60 - 70^\circ\text{C}$ järele, lisatakse mõned joodi kristallid ja niipalju KOH juurde, et joodi värv peaaegu

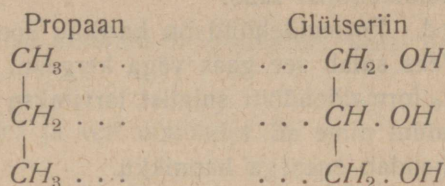
kaob. Jahtudes sünnivad jodoformi,
$$\begin{array}{c} J \\ | \\ H - C - J \\ | \\ J \end{array}$$
 kollased kristallid

Joodi ja kaalihüdraadi abil võib etüülalkoholi, tähendab, aineliselt määrata.

[Katse 22]. Katseklaasis soendatakse mõni cm^3 alkoholi. Läheb alkoholi keema, siis lähendakse tuli aurudele. Alkohol põleb sinaka mitte valgustandva leegiga.

[Katse 23]. Alkohol sulatab rasvasid, õlisid ja vaikusid, iseäranis kergesti kuum alkohol.

Glütseriin, $C_3H_5(OH)_3$. Glütseriin sünnib propaanist, kui selles iga süsinikaatomi juures üks vesinikaatom kõrvaldada ja nende asemele — OH rühmad asetada.

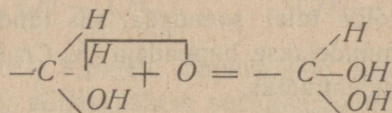


Omadused. Glütseriin on õlitaoline, värvita vedelik; veega segab see ennast igas vahekorras. Keeb $290^\circ C$ juures. Glütseriin on rõsiimuline aine.

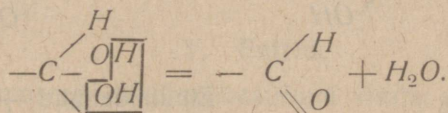
[Katse 24]. Villane lapikene kastetakse glütseriini sisse, üleliigne glütseriin pigistakse välja ja lapikene kaalutakse ühes portsellaanist kausikesega ära. Kui mõne tunni pärast uuesti kaaluda, siis on raskus suurem.

III. Aldehüüdid.

Primäärsete alkoholide ettevaatliku hapendamise juures asub hapnikaatom nende alkoholide iseloomulisesse rühma, $\begin{array}{c} -H \\ -C-H, \text{ ühe} \\ \quad \backslash \\ \quad OH \end{array}$ selle süsinikaatomiga ühenduses oleva vesinikaatomi juurde, nõnda et teine hüdroksüülrühm sünnib



Alkoholide juures nägime, et ühe süsinikaatomi juures ainult 1 hüdroksüül püsib: see maksab ka siin, sest niipea kui kaks hüdroksüüli on sündinud, erineb nendest 1 mol. vett



Uut üheväärist rühma, mis selle juures sünnib, nimetakse aldehüüdrühm'aks. Aldehüüdrühma sisaldajad ained on väga agarad reageerima, ja neid nimetakse aldehüüdideks.

Metüülaldehüüd, formaldehüüd, $H-C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{smallmatrix}$, on aldehüüd, mida metüülalkoholist saab.

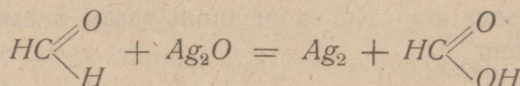
Omadused. Formaldehüüd on hariliku soojuste juures terava lõhnaga gaas. Veest sulab see gaas väga kergesti.

Umbes 35% formaldehüüdi sulatist tarvitakse desinfitseerimiseks ja müüakse formaliini nime all.

Aldehüüd ühendab enesega hapnikku.

[Katse 25]. Puhtasse katseklaasi kallatakse 1 cm³ 10% hõbesulatist (AgNO₃), lisatakse 1 tilk ammoniaaki ja umbes 4 cm³ vett juurde. Kui nüüd paar tilka müüdavat formaliini juurde lisada, siis tagandab formaldehüüd hapniku hõbeda juurest, mis metallina välja langeb, peeglit sünnitades.

Formaldehüüd + hõbedahapend = hõbe + sipelgahape

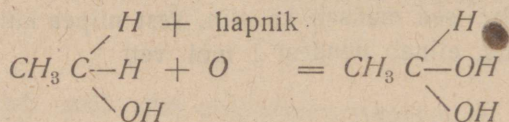


Etüülaldehüüd, äädikaldehüüd, $CH_3C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{smallmatrix}$. Äädikaldehüüd on 21°C juures keev vedelik.

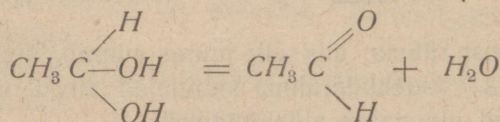
Valmistamine [Katse 26]. Kahesaja cm³ mahutusega keedukolbi riputakse 6 gr. peeneks tehtud K₂Cr₂O₇ ja lisatakse tilga kaupat segu juurde, mis 24 cm³ veest, 8 gr. conc. H₂SO₄ ja 6 gr. etüülalkoholist valmistatud on.

Kui nüüd kolbi tulel soendada, siis tundub aldehüüdi lõhna, sest etüülalkohol muutetakse hapendaja (K₂Cr₂O₇) poolt väävelhappe juuresolekul etüülaldehüüdiks.

1. Etüülalkohol = etüülaldehüüdihüdraat



2. Etüülaldehüüd + vesi



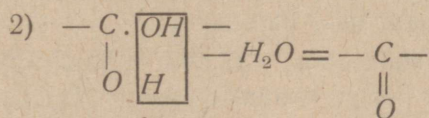
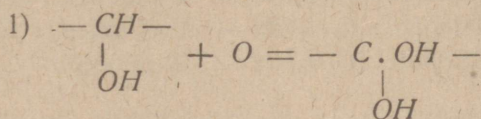
IV. Ketonid.

Niisamati nagu priimäärsete alkoholide hapendamisel aldehüüdid saadakse, nõndasamati saadakse ketoonid, kui sekundäärset alkoholi hapendada.

Sekundäärse alkoholi iseloomuline rühm on $\begin{array}{c} -CH- \\ | \\ OH \end{array}$, mis hap-

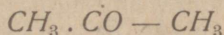
nikku ühendades ja vett eraldades

ketonirühmaks, $\begin{array}{c} -C- \\ || \\ O \end{array}$, muutub

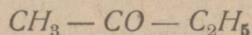


Ketocnirühm on kaheväärine ja võib ühendada ühesarnaseid ehk mitmesuguseid alküülisid ehk süsivesinikjäänuseid. Esimesel juhtumisel sünnivad lihtketoonid, teisel — segaketoonid, näit.:

Dimetüülketoon ehk
atsetoon



metüületüülketoon



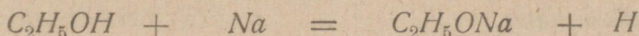
Omadused. Kangete hapendajate mõjul katkeb ketoon ja sünnib kaks hapet, milles vähem süsinikaatomid on kui ketoonis. — Ketoonid on kesksed ained.

Alamad ketoonid on eetrilise lõhnaga vedelikud, kõrgemad aga kindlad kehad.

V. Eetrid.

Kui absoluutsesse alkoholi naatriumi visata, siis asub see metall hüdroksüüli vesinikaatomi kohale, seda eraldades, näit.:

Etüülalkohol + naatrium = naatriumetülaat + vesinik



On ka võimalik hüdroksüülvesiniku metüüli ($-CH_3$), etüüli ($-C_2H_5$), propüüli ($-C_3H_7$) ja teiste ühevääriste süsivesinikrühmade vastu vahetada.

Asetame metüülalkoholis hüdroksüülvesiniku asemele metüüli $-CH_3$, siis saame metüüleetri $CH_3O \cdot CH_3$, etüülalkoholist C_2H_5OH saame etüülrühma $-C_2H_5$ asetamisel etüüleetri, $C_2H_5O \cdot C_2H_5$; samal viisil saame propüülalkoholist $-C_3H_7OH$, propüüleetri $C_3H_7O \cdot C_3H_7$, butüülalkoholist $C_4H_9 \cdot OH$ butüüleetri jne. Tähendab, eeter on alkohol, mille hüdroksüülvesiniku asemele ühevääriste süsivesinik asub.

Metüülalkohol:	CH_3OH	—	Metüüleeter	$CH_3O \cdot CH_3$
Etüülalkohol:	C_2H_5OH	—	Etüüleeter	$C_2H_5O \cdot C_2H_5$
Propüülalkohol:	C_3H_7OH	—	Propüüleeter	$C_3H_7O \cdot C_3H_7$
Butüülalkohol:	C_4H_9OH	—	Butüüleeter	$C_4H_9O \cdot C_4H_9$

On süsivesinikjäänused, mida hapnikaatom ühendab, eetrites ühesugused, siis nimetakse neid lihteetriteks.

Asetame metüülalkoholis, CH_3OH , hüdroksüülvesiniku asemele etüüli, $-C_2H_5$, siis saame metüületüüleetri $CH_3OC_2H_5$, Propüülalkoholist saame propüületüüleetri $C_3H_7O \cdot C_2H_5$, butüülalkoholist butüüleetri, $C_4H_9O \cdot C_2H_5$.

Metüületüüleeter: $CH_3O \cdot C_2H_5$;

Propüületüüleeter: $C_3H_7O \cdot C_2H_5$;

Butüületüüleeter: $C_4H_9O \cdot C_2H_5$ j. n. e.

on eetrid, mille süsivesinikjäänused mitte ühesugused ei ole; neid nimetakse segaeetriteks. Eetrite keemilised omadused on väga sarnanevad.

Etüüleeter, $C_2H_5O \cdot C_2H_5$, ehk lihtsalt eeter on nendest kõige rohkem tuntud.

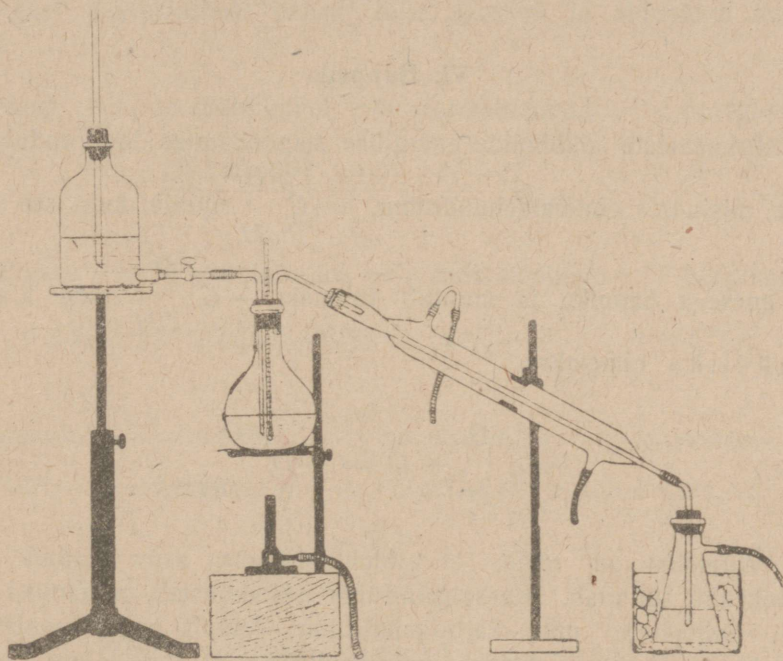
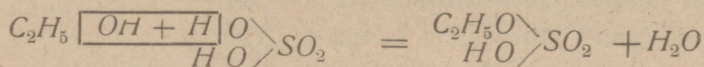
Valmistamine (Katse 27): Umbes $\frac{3}{4}$ liitr. kolbi mahutakse 306 gr. conc. väävelhappe ja 170 gr. 90% piirituse segu, mida kuni $140^\circ C$ soendakse: Kolb on kolme augulise korgiga kinni. Keskmises augus on soojamõetja, teises on toru, mille kaudu tagavarapiiritust juurde kallatakse, ja kolmas on ühendud Liebig'i jahutajaga.

Kui nüüd segu soojus $140^\circ C$ järele on tõusnud, siis lastakse tagavara-piiritust natukehaaval juurde, et äraauranud vedeliku kaotust täita; soojus peab kõik aeg $140^\circ - 145^\circ C$ järele olema. Kui umbes kolmekordne hulk segus olevat alkoholi on eetri näol läbi aetud, siis lõpetakse katse.

Üleauranud vedelik on kahekihiline; peal on eeter, mida alumisest lahutuslehtri abil võib eraldada. Äralahutatud eeter kallatakse kolbi, milles mõni tükk vesivaba kloorkaltsiumi on, ja lastakse kinniselt mõni tund seista. Kolme tunni järele võib eetrit destilleerida, kolbi veevannis soendades.

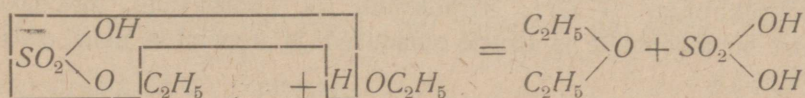
Etüüleeter sünnib selle katse juures järgmiste reaktsioonide abil:

1) Etüülalkohol + väävelhape = etüülväävelhape + vesi.



Joon. 14. Eetri valmistamine.

2) Etüülväävelhape + etüülalkohol = etüüleeter + väävelhape.



Om a d u s e d. [Katse 28.] Kae peale kallatud eeter aurb väga ruttu ja jahutab tuntavalt kätt.

[Katse 29.] Portsellaankaussi kallatakse 4 cm³ eetrit. Lähedale kantud tuli süütab juba kaugelt eetri aurud põlema, mis valgustandva leegiga põlevad.

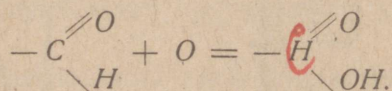
[Katse 30.] Eeter keeb 35°C juures; seda võib näidata eetrit veevannis soendades.

[Katse 31.] Katseklaasi mahutakse väike tükk rasva ja kallatakse eetrit juurde. Rasv sulab eetris ära.

Katsete juures ettevaatust tulega!

VI. Happed.

Primäärsete alkoholide energilise hapendamise lõpuprodukt on hape, misjuures enne aldehüüdrühm, $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$ sünnib, kuid see ühendab enesega hapniku ja muutub rühmaks, $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$ mida karboksüüliks nimetakse.

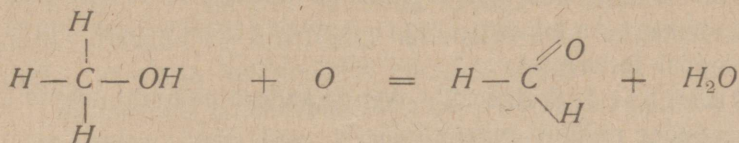


Vormelist on näha, et aldehüüdrühma asuv hapnik seal hüdroksüüli sünnitab. Karboksüülrühm iseloomustab orgaanilisi happeid. Sellejärele, mitu karboksüülrühma leidub happe molekulis, jagatakse neid ühealuslisteks, kahealuslisteks, j. n. e. Iga karboksüüli oleva hüdroksüülvesiniku kohale võib asuda metall. Haloiidid asuvad terve hüdroksüülrühma kohale.

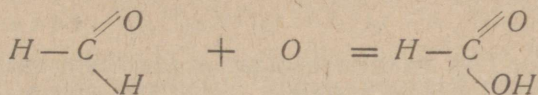
Peale karboksüülrühma leidub hapetes väga sagedasti veel hüdroksüülrühm, $-\text{OH}$; karboksüüli ja hüdroksüüli sisaldavatel hapetel on alkoholide ja hapete omadused ja nimetakse neid oksühapeteks.

Kõige lihtsam primäärne alkohol on metüülalkohol, mis hapendamise juures esmalt formaldehüüdiks ja selle järele sipelghappeks muutub, nagu järgnevad võrrandid näitavad:

1. Metüülalkohol + hapnik = formaldehüüd + vesi

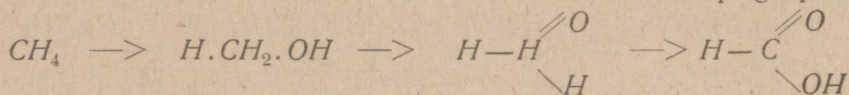


2. Formaldehüüd + hapnik = sipelghape

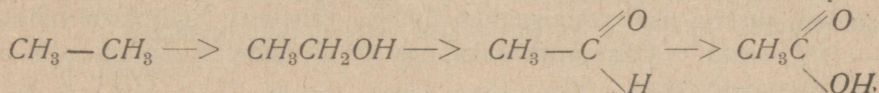


Igast süsivesinikust saame selle alkoholi ja aldehüüdi kaudu happe,

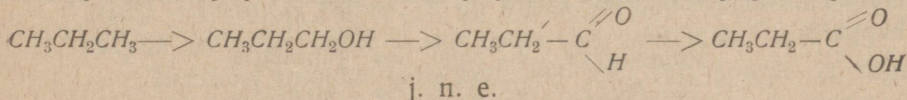
1. Metaan $\rightarrow$ metüülalkohol $\rightarrow$ formaldehüüd $\rightarrow$ sipelghape



2. Etaan $\rightarrow$ etüülalkohol $\rightarrow$ äädikaldehüüd $\rightarrow$ äädikhape



3. Propaan $\rightarrow$ propüülalkohol $\rightarrow$ propüülaldehüüd $\rightarrow$ propioonhape



A. Ühealuslised happed ja oksühapped.

Sipelghape, $\text{HC} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array}$.

Seda hapet leidub sipelgates, mõnede putukate kihvtinäärmetes (mesilane), nõgese nõeltes j. n. e. Sipelghappel on aldehüüdi omadused, sest juhuslikult on selles aines ka aldehüüdrühm $\text{HC} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \end{array}$ olemas.

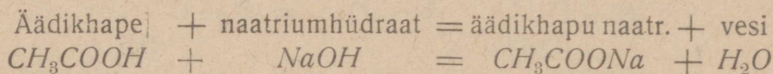
Äädikhape, $\text{CH}_3\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array}$.

Seda hapet saadakse: 1) viinalko-

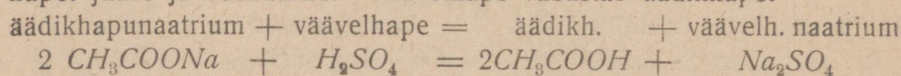
holi hapendamisel, mis õhu hapniku ja seenekese mucoderma aceti mõjul äädikhapeks muutub; 2) puu kuivalt destilleerimise juures sünninud hapust tõrvaveest.

Omadused [katse 32]. Ääpikhappega märjaks tehtud sinine lakmuse paber muutub punaseks.

[Katse 33]. Kui natukene äädikhapet seebikivisulatisega keskendada ja osa vett ära aurutada, siis sünnib jahtudes äädikhapu naatriumi sool.

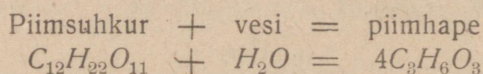


[Katse 34] 1 cm² CH₃COONa kallatakse $\frac{1}{2}$ cm³ conc. väävelhapet juure ja soendakse. Väävelhape vabastab äädikhapet



Piimhape, $\text{CH}_3 - \text{CH} \cdot \text{OH} \cdot \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \backslash \text{OH}$. Seda hapet saab propioonhapest, kui selles karboksüülrühma naabruses seisva süsinikaatomi juures üks vesinikaatom ümber vahetada hüdroksüülrühma, —OH, vastu. Oksüpropioonhappes on 1 hapniku aatom rohkem kui propioonhappes.

Piimhapet leidub hapus piimas. Pisielukas, Bacterium acidilactici, kes õhust piima sisse pääseb, muudab piimsuhkru piimhappeks.



Hapud kapsad ja kurgid sisaldavad ka seda hapet.

Omadused [katse 35]: 100 cm³ värsketele piimale lisatakse 5 cm³ piimahapet juure. Piim läheb kokku. Munavalge, kaseiin, on piimas kaltsiumiga ühendatud; piimhape ühineb kaltsiumiga ja sadestab kaseiini.

B. Kahealuslised happed ja oksühapped.

Oblikhape, C₃H₂O₄. Oblikhape seisab koos kahest karboksüülrühmast, tähendab, on kahealusline orgaaniline hape. Oblikhappe ehitusvormel on järgmine:

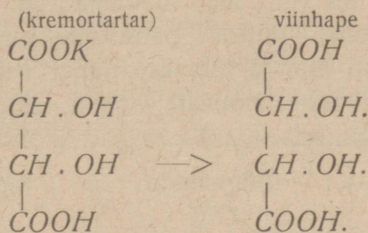


Selle happe sooladid leidub hapuoblikas j. n. e., valmistada võib ka kunstlikult, kui suhkrut salpeeterhappega soendada. Värvita oblikhappe kristallid on kihvtised; tarvitakse neid metallnõude puhastamiseks, rooste ja tindiplekkide kõrvaldamiseks.

[Katse 36.] Katseklaasi lastakse paar tilka rauatinti, lahjendakse 10 cm³ veega, kallatakse 2 cm³ üheprotsendilist oblikhappe sulatist juure ja soendakse. Tindi värv kaob ära, sest oblikhapu raua soolad sulavad kergesti vees.

Viinhape, $C_2H_5(OH)_2(COOH)_2$, on kahealusline oksühape. Soolad võivad hapud ja kesksed olla. Seda hapet leidub puuviljades. Viinamarja mahla käärimisel kogub viinakivi (kremortartari) vaateid külge, millest viinhapet võib valmistada:

Hapu viinhapu kaalium



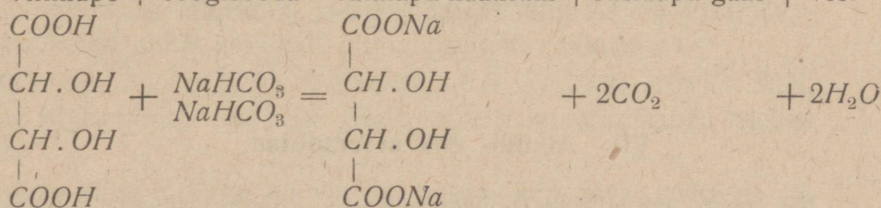
Viinhape on värvita, kristalline keha; sulab kergesti vees ja alkoholis.

Viinhapet tarvitakse limonaadi valmistamiseks.

[Katse 37]. 400 cm³ mahutusega klaasi riputakse 1 gr. peenikest viinhappe pulbrit, 1 gr. haput süsihapu naatriumi (söögisooda) ja lisatakse juurde 1 supilusika täis marjamahla.

Nendele ainetele kallatakse 300 cm. vett juurde ja segatakse läbi. Kihisevat ja maitsvat vedelikku võib otsekohe joogiks tarvitada.

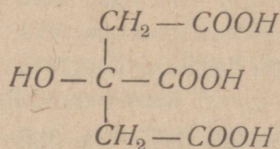
Viinhape + söögisooda = viinhapu naatrium + süsihapu gaas + vesi



C. Kolmealuslised oksühapped.

Sidrunhape, $C_3H_4(OH)(COOH)_3$. Seda hapet leidub puuviljas, iseäranis palju sidrunis, kust teda siis ka saadakse. Hea

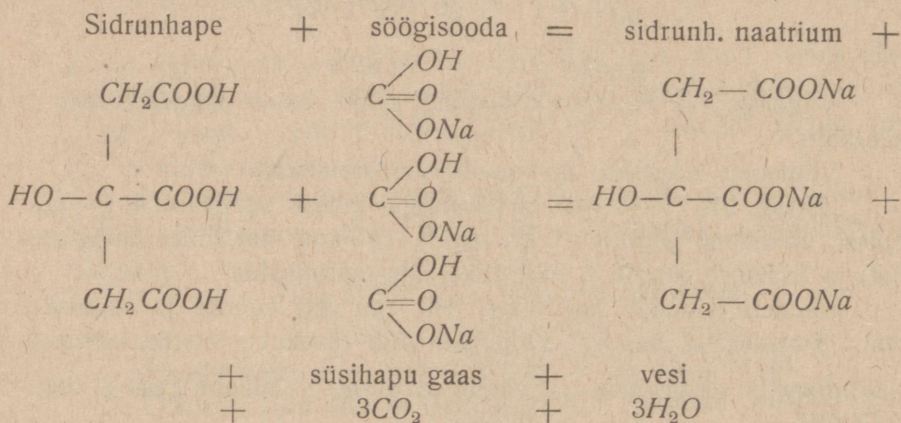
maitse pärast tarvitakse seda ainet toitude ja jookide valmistamise juures. Sidrunhappe ehitusvormel on



Sidrunhappe värvita kristallid sulavad kergesti vees.

Sidrunlimonaadi võib järgmiselt valmistada:

[Katse 38]. Pooleliitrilisse seltersipudelissee kallatakse 2—3 supilusika täit vaarmarja ehk maasika mahla. Mahla peale riputakse 2 gr. kristallist sidrunhapet ja segatakse ära. Pudel täidetakse pikkamööda veega, nii et see mahlaga ei segane, riputakse 2,5—2,6 gr. söögisoodat juurde pannakse pudel kõvasti kinni, ained raputakse kõvasti läbi ja jäetakse pudel seisma. Paari päeva pärast on hea ja maitsev limonaad valmis. Sidrunhappe ja söögisooda reageerivad järgmiselt:

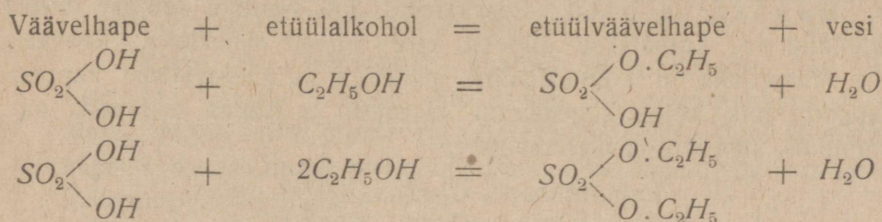


VII. Alküül- ehk eetersoolad.

Nii nagu metallid karboksüülvesiniku kohale asuvad, soolased sünnitades, nõndasamati asuvad sinna ka üheväärised süsivesinikud ehk alküülid. Etüüleetri valmistamisel nägime, et vaheprodukt etüül-

väävelhape $\text{SO}_2 \begin{array}{l} \text{OH} \\ \diagdown \\ \text{OC}_2\text{H}_5 \end{array}$ on; tähendab, ka mineraalhappe vesinikku võib alküüli vastu vahetada. Alküülsoolad on hapud ja kesksed.

Etüülväävelhape on hapu alküülsool. Asetame etüülväävelhappes etüülrühma teise vesinikaatomi kohale, siis saame keskse alküülsoola, $SO_2 \begin{matrix} \swarrow OC_2H_5 \\ \searrow OC_2H_5 \end{matrix}$. Alkoholide ja hapete ühinemisel sünnivad alküülsool ja vesi.

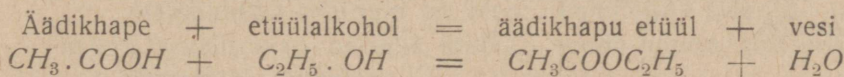


Nagu mitmealuslised happed ühe ehk mitme alkoholi molekuliga alküülsooladeks ühinevad, nii võivad ka mitmealuslised alkoholid ühe ehk mitme happe molekuliga alküülsooladeks ühineda.

Ühealusliste alkoholide ja hapete alküülsooladest võiks nimetada äädikhaput etüüli.

Äädikhapu etüül, $CH_3COO.C_2H_5$.

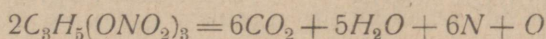
Valmistamine [katse 39]. Katseklaasis lisatakse 1 cm³ piiritusele 1 cm³ äädikhapet, 5—6 tilka conc. H_2SO_4 juurde ja soendakse. Sünnib äädikhapu etüül, mida heast lõhnast tunda võib.



Kolmealusline glütseriin ja salpeterhape sünnitavad trisalpeterhapu glütseriini, mida harilikult nitroglütseriiniks nimetakse.

Nitroglütseriin, $CH_2ONO_2-CH.O.NO_2-CH_2O.NO_2$, saadakse glütseriinist, kui selle peale salpetri ja väävelhappe seguga mõjuda.

Puhas nitroglütseriin on värvita, magus-kõrvetava maitsega õli, mille aurud kihvtiste omadustega. Põleb õhu käes rahulikult. Põrutades jne. aga plahvatab suure jõuga, misjuures järgmiselt laguneb:



Lõhkeainena tarvitakse nitroglütseriinist valmistud dünaamiiti (25% tuhka + 75% nitroglütseriini).

Suitsuta püssirohi saadakse nitroglütseriini ja nitroselluloosi segamisel, mis alguses plastiline on ja vormimise abil torukesteks, kuubikuteks jne. muudetakse. Kõige tuntavam nitroglütseriinipulber on kordiit (suitsuta püssirohi), mis 30% nitroglütseriinist, 65% nitroselluloosist ja 5% vaseliinist koos seisab.

Kõige tähtsamad alküülsoolid on rasvaained ja vahad.

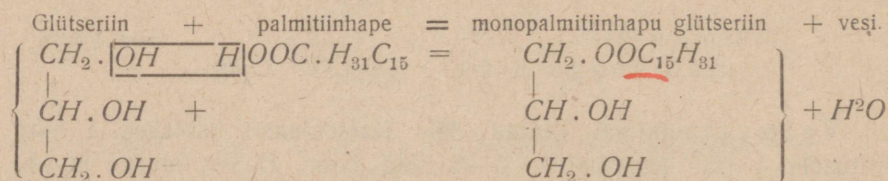
Rasvad ja õlid. Rasvaaineid, mis harilikku soojust juures vedelikud on, kutsutakse õlideks, teisi lihtsalt rasvadeks. Rasvaainete sünnitajaks on kolmealusline glütseriin ja ühealuslised happed. Happed, mis kõige sagedamini rasvades ja õlides leiduvad, on: palmitiin-, steariin- ja oleiinhapped.

Palmitiinhape, $C_{15}H_{31}.COOH$,

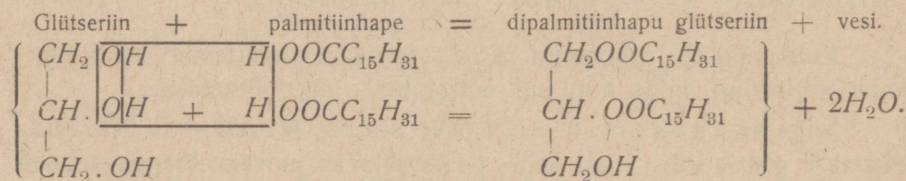
Steariinhape, $C_{17}H_{35}.COOH$,

Oleiinhape, $C_{17}H_{33}.COOH$.

Ühendavad need happed ennast glütseriiniga, siis sünnivad glütseriidid, mida harilikus elus rasvadena ehk õlidenä tuntakse. Reageerida võib näit. 1 mol. glütseriini ühe palmitiinhappe molekuliga.

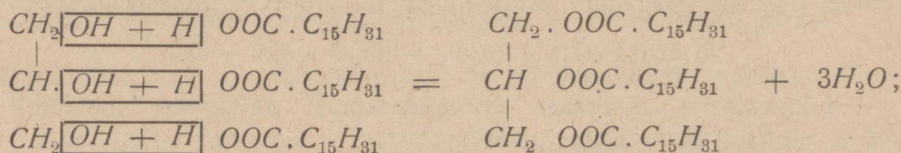


Üks molekul glütseriini võib ka 2 palmitiinhappe molekuliga reageerida.



Lõpuks võivad 3 mol. palmitiinhapet 1 mol. glütseriiniga ühineda.

Glütseriin + palmitiinhape = tripalmitiinhapu glütseriin + vesi.



Nendele sarnaseid ühendusi annab glütseriin ka steariin- ja oleiin-hapetega. Rasvaained on harilikult palmitiin-, steariin- ja oleiinglütseriidide segud.

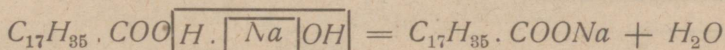
Rasvaainete omadused. Rasvaained on kergemad kui vesi ja ei sega ennast sellega mitte. Aluslisi aineid sisaldava veega ühes sünnitavad nad emulsiooni. Eeter, bensool, bensiin jne. sulatavad rasvaaineid. Rasvaainete keemise punkt on $300^{\circ} - 320^{\circ} \text{ C}$.

[Katse 40.] Hõõveldud lauatuiki peale lastakse üks tilk õli kukkuda; sünnib õliplekk, mis saviga ehk magniumihapendiga kaetakse. Mõne tunni pärast on õliplekk kadunud. Savi ja magniumihapend imevad rasvaained omale sisse. Neid aineid võib rasvaplekke hävitamiseks tarvitada.

Seep.

Kui alustega, seebikiviga jne., palmitiin-, steariin- ehk oleiin-hapete peale mõjuda, siis asub metall karboksüülvesiniku kohale; sünnib sool ja vesi, nagu allseisvast võrrandusest näha:

steariinhape + naatriumhüdraat = steariinhapu naatr. + vesi.

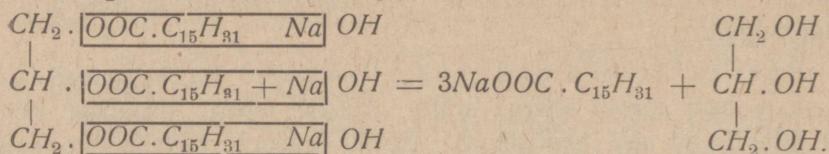


Steariinhapu naatrium on seep. Palmitiin-, steariin- ja oleiin-hapete alkalisoolad on kõik seebid; nende hapete tinasoolad annavad plaastriaine (tinaseep).

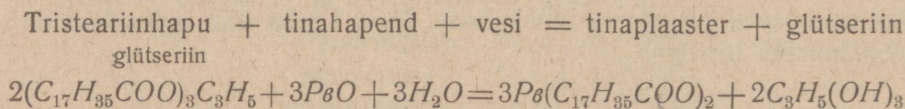
Seepisid valmistakse rasvaainetest; et aga seebisünnitajad happed glütseriiniga ühenduses on, siis saab seebivalmistamise juures glütseriin vabaks, mis seebile sisse jäetakse ehk eraldakse. Naatriumiseep on kindel keha, kaaliumiseep määrdetaoline.

[Katse 41.] Portselaanist kausis aetakse 40 gr. kookosõli 50 cm³ veega keema, lisatakse järgukaupa 48 gr. 10% naatriumhüdraadi sulatist juurde ja segatakse alatasa, kuni aine väljatõstmisel lintideks venima hakkab. Jahtudes sünnib seep, millesse glütseriin sisse jääb. Tahetakse glütseriin eraldada, siis lisatakse 150 cm³ 12% keedusoola sulatist juurde. Seep keedusoolasulatises ei sula, vaid kogub selle pinnale; alla jääb glütseriin ühes keedusoolasulatisega. Seep sünnib allseisvate võrrandite järele:

Tripalmiitinhapu + naatrium- = seep + glütseriin
glütseriin hüüdraat



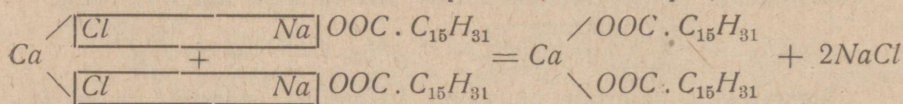
[Katse 42.] 5 gr. tinahapendit keedetakse 10 gr. oliivõliga ja 10 cm³ veega. Sünnib tinaplaaster.



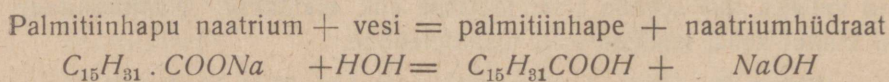
Omadused. Jahedas vees sulavad alkaliseebid vähe, küll aga kuumas vees ja piirituses.

[Katse 43.] 1 gr. kristalliseeritud kaltsiumkloriidile, sulatud 10 cm³ vees, lisatakse 10 cm³ seebisulatist juurde; sünnib kaltsiumiseep, mis vees ei sula (kõva vesi).

Kaltsiumkloriid + naatriumiseep = kaltsiumiseep + keedusool.



Lubjavett seebivalmistamiseks tarvitada ei või, sest et kaltsiumiseep vees ei sula ja sellepärast pesemiseks ei kõlba. Alkaliseebid lagunevad aga osalt vees järgmiselt:



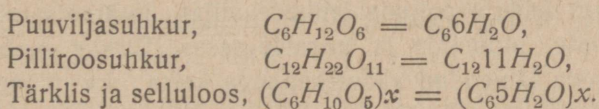
Vabaks saanud rasvahapped sünnitavad seebiga hapu soola, mis vees ei sula, aga vahutab; vaht aitab mehaaniliselt mustust kõrvaldada. Vaba alus jälle emulgeerib rasvaaineid, mis mustust kinn hoiavad, neid seebistades.

Vahad. lähevad rasvadest selle poolest lahku, et nad hariliku ehk natuke kõrgema soojuse juures plastilised kleepivad ained on.

Vahad sünnivad ühealusliste hapete ja alkoholide ühinemisel. Ühealusliste kõrgete alkoholide molekulid, mis nende sünnitamisest osa võtavad, on paljude süsinikaatomitega. Oma sünnimise poolest on vahad taime- ehk loomariigist pärit. Loomariigist on: mesilasevaha, spermatseet, villavaha (lanoliin); taimeriigist: hiina vaha, karnauuba vaha.

VIII. Süsivesikud.

Süsivesikud on ained, mis süsinikust, vesinikust ja hapnikust koos seisavad. Teistest orgaanilistest ühendustest, mis neidsamu elementa sisaldavad, lähevad süsivesikud selle poolest lahku, et nende molekulis vesiniku ja hapniku aatomite arvuline vahekord niisama suur on nagu vees; viimane asjaolu on põhjuseks, miks neid ühendusi süsivesikuteks nimetakse. Tähtsamad süsivesikute esitajad on:



Süsivesikuid jagatakse harilikult monoosideks, bioosideks ja polioosideks.

A. Monoosid.

Monoosid on süsivesikud kuni 6 süsinikaatomiga molekulis;

nad on alkoholid aldehüüd — $\left(\begin{array}{c} \diagup \\ \text{---C} \\ \diagdown \end{array} \begin{array}{c} \text{O} \\ \text{H} \end{array} \right)$ ehk ketoon $\left(\begin{array}{c} | \\ \text{---C} \\ || \\ \text{O} \end{array} \right)$ rühma-

dega; esimesel juhtumisel nimetakse neid aldoosideks, teisel — ketoo-

sideks. Kõige tähtsamad on monoosid 6 süsinikaatomiga. Kui kuue-

aluslist alkoholi sorbiiti, $\begin{array}{cccccc} \overset{1}{CH_2} & \overset{2}{CH} & \overset{3}{CH} & \overset{4}{CH} & \overset{5}{CH} & \overset{6}{CH_2} \\ | & | & | & | & | & | \\ OH & OH & OH & OH & OH & OH \end{array}$ hapendada,

siis sünnib selle järele, missuguse süsinikaatomi juurde hapnik asub, kas aldoos ehk ketoos. Asub hapnik sorbiidis 1 ehk 6 süsinikaatomi juurde, siis muutub rühm, — $\begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ OH \end{array}$ aldehüüdrühmaks — $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{---C} \\ \diagdown \end{array} \begin{array}{c} \text{O} \\ \text{H} \end{array}$ ja

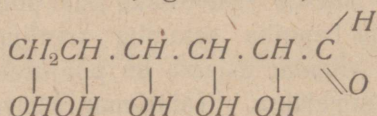
sünnib viinamarjasuhkur, $\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_2 & \text{CH} & \cdot & \text{CH} & \cdot & \text{CH} & \cdot & \text{CH} & \text{C} \\ | & | & & | & & | & & | & // \\ \text{HO} & \text{HO} & & \text{HO} & & \text{HO} & & \text{HO} & \text{O} \\ & & & & & & & & \backslash \\ & & & & & & & & \text{H} \end{array}$; asub see aga

2 ehk 5 süsinikaatomi juurde, siis muutub rühm $\begin{array}{c} \text{—CH—} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ ketoon-

rühmaks, $\begin{array}{c} \text{—C—} \\ || \\ \text{O} \end{array}$, ja sünnib puuviljasuhkur, $\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_2 & \text{—CH} & \cdot & \text{CH} & \cdot & \text{CH} & \cdot & \text{C} & \cdot & \text{CH}_2\text{OH} \\ | & | & & | & & | & & | & & || \\ \text{OH} & \text{OH} & & \text{OH} & & \text{OH} & & \text{OH} & & \text{O} \end{array}$

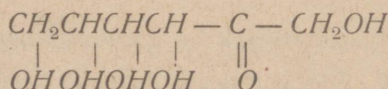
Viinamarjasuhkur on aldoos, puuviljasuhkur — ketoos.

Viinamarjasuhkur, glükoos,



Seda suhkrut leidub paljude taimede viljas, iseäranis rohkesti viinamarja, pirnide, ploomide ja kirsside sees. Tärglis muutub glükooksiks, kui seda lahjendud väävelhappega keeta; ka mõned ferendid avaldavad samasugust mõju.

Puuviljasuhkur, fruktoos,

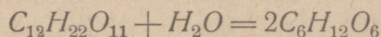


Fruktoos leidub ühes glükoosiga puuviljades. Mesi on peaaajalikult truktoosi ja glükoosi segu.

Om adused. Mõlemad suhkrud on kristallised, magusad ained; sulavad vees ja alkoholis, mitte aga eetris.

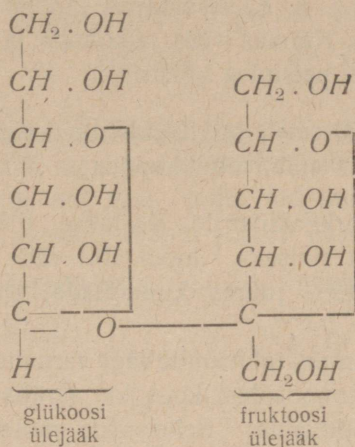
B. Bioosid, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

Kõige tähtsamad bioosid on: pilliroosuhkur ja piimasuhkur. Bioosid lõhenevad 6-süsinikaatomilisteks monoosideks, näit. lahjendud mineraalhappe mõjul, selle juures 1 molekuli vett ühendades.



Pilliroosuhkur (harilik suhkur). Seda ainet saadakse peaaajalikult suhkrupilliroost ja suhkrunaeristest. Pilliroosuhkur lõhe-

neb: fruktoosiks ja glükoosiks. Viimaste ühinemist pilliroosuhkruks võib järgmiselt kujutada:



Omadused: Pilliroosuhkur on hästi kristalliseeriv aine, mis vees väga kergesti sulab, eetris mitte.

[Katse 43.] Katseklaasis kuumutakse 1 cm.³ pilliroosuhkrut. Umbes 200°C juures sünnib pruun karamell ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} - 2 \text{H}_2\text{O}$). Karamell sulab vees, seda kollakaspruuniks värvides (suhkruvärv).

Pilliroosuhkur ei kääri mitte; alles siis, kui monoosid sünnivad, algab käärimine. Sündinud monooside segu nimetakse invert-suhkruks.

Piimsuhkur, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$. Seda suhkrut leidub imetajate loomade piimas, kust ka siis pärast rasvaainete ja kaseiini kõrvaldamist vaakumaparaatides välja kristalliseeritakse.

Omadused. Piimsuhkur sulab vees hästi, piirituses vähe; pärm seda suhkrut käärima ei aja, küll aga teevad seda mõnesugused bakterid, misjuures piimhape kõrval ka mõned alkoholid sünnivad. Piimast valmistud alkoholilised joogid on: kefiir ja kumõss.

Maltoos. Bioosidest, mis tärglisest fermendi, diastaasi, abil sünnivad, on tähtsam maltoos; leidub linnastes.

Omadused. Maltoos on ka kristalline aine. Sulab kergesti vees.

Polüoosid, $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$

Tähtsamad polüoosid on: tärglis, dekstriin, selluloos. Lõhenedes jaguneb polüooside molekul paljudeks monoosideks. Polüoosid on harilikult maitseta ained.

Tärklis. Seda polüoosi leidub pea kõigis taimedes, kus see aine süsihapust gaasist ja veest leherohelise abil sünnib; mõned taimeosad (viljaterad j. n. e.) sisaldavad tärklist 60—70%.

Omadused. Külmas vees, alkoholis ja eetris tärklis ei sulal; keevas vees sünnitab paisudes kliistri.

[Katse 45.] 3 cm^3 tärkliskliistrile lisatakse 1 cm^3 oblikhapet juurde. Tärklis sulab oblikhappes.

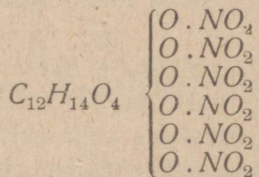
[Katse 46.] Tärkliskliistrile lisatakse tilk joodisulatatist juurde, Tärklis värvib ennast siniseks. Joodi abil võib tärklist ära tunda.

Kui tärklist 200°C juures kuumutada, siis muutub see dekstriiniks.

Dekstriin on gummiarabicumile väga sarnane aine; dekstriin seisab vähemast hulgast monoosidest koos kui tärklis; sulab kergesti vees.

Selluloos, kiudaine. Selle aine molekuli raskus on väga suur. Selluloos sünnib peaaesjalikult taimedes, kus sellest ainest raku kestad on ehitud. Peaaegu puhtast selluloosist on: puuvill, linane riie, paber.

Omadused. Selluloos põleb ruttu, lõhnata ja jätab vähe tuhka järele. Mõned ained, nagu: väävlissüsinik, vasehapendi ammoniaksulatis, conc. väävelhape jne., sulatavad selluloosi. Salpeterhappes mõjudes väävelhappe juuresolekul sünnib nõndanimetud selluloosnitraat (suitsuta püssirohi),



mis süüdatult silmapilkselt ilma suitsuta ära põleb.

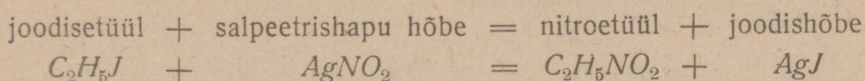
Selluloose nitraadist, milles vähem nitrorühmasid on kui kuus, valmistakse kolloodium. Kolloodium on nitroselluloosi sulatis piirituseetri segus.

IX. Lämmastikku sisaldavad alifaatsed ühendused.

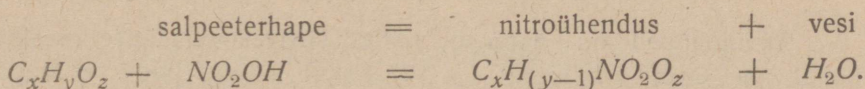
A: Nitroühendused.

Nitroühendused sünnivad, kui süsivesinikus vesinikaatoomi kohale üheväärine salpeeterhappe ülejääk, — NO_2 , asub. Salpeeterhappe ülejääki nimetakse nitrorühmaks ja seda sisaldavaid kehasid nitroühendusteks.

Nitrorühma võib salpeetrishapu hõbeda abil süsivesinik haloiid-järeltulijate peale mõjudes, haloidi kohale asetada, näit.:

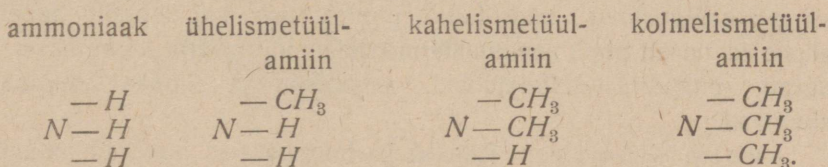


Lahja salpeeterhape mõjub orgaaniliste ühenduste peale kui hapendaja, koondatult aga asetab vesinikaatomite kohale nitrorühma; selle juures sünnib veel vesi, mille sidumiseks reaktisjooi juure kasulik on koondatud väävelhapet juurde lisada.



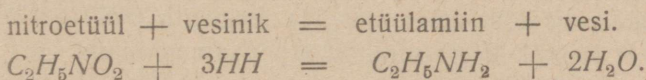
B. Amiinid.

Alusliste omadustega kehad — amiinid sünnivad, kui ammoniaagis vesinikaatomite kohale alküülid ehk süsivesiniku jäänused asetada.

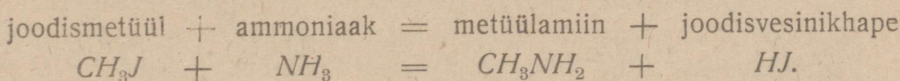


Kehad, milles rühm NH_2 leidub, nimetakse amiinalusteks, rühmaga $NH=$ amiidalusteks.

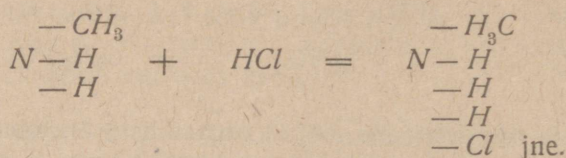
Valmistamine. Amiinühendusi võib nitroühendustest valmistada, kui nende peale vesinikuga in statu nascendi mõjuda:



Ammoniaak harilistel tingimustel orgaaniliste ühendustega ei reageeri, s. t. nende molekuli ei muuda; iseäralistel juhtumistel aga vahetab üheväärise ülejäägi — NH_2 (amiinorühma) haloidi vastu

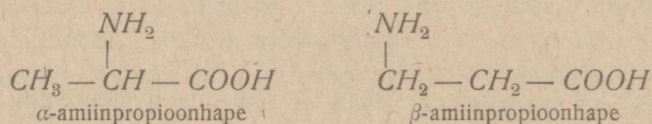


Omadused. Amiinoalused on endi omaduste poolest sarnased ammoniaagile, nagu seda soolade sündimine tõendab:



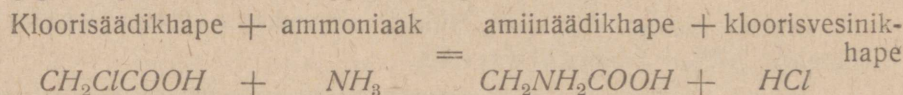
C. Amiinhapped ja happe amiinid.

Amiinhapped on happed, mille süsivesinikjäänuse vesiniku kohal üheväärine amiinrühm ($-NH_2$) asub. Selle järele, missuguse C aatomi juures karboksüülrühmast arvates amiinrühm seisab, tuntakse α , β , γ — amiinhappeid, näit:



Füsioloogiliselt on amiinhapped väga tähtsad. Katsed näitavad, et munavalgeained hüdroolüüsi juures, mis ühelt poolt hapete ja aluste ja teiselt poolt seedimisfermentide mõjul välja kutsutakse, lõhenevad, misjuures albumoosid, peptoosid ja lõpuks amiinhapped sünnivad.

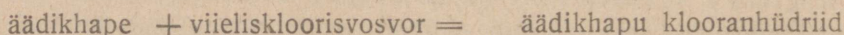
Valmistamine. Haloiid karboonhapped annavad ammoniaagiga reageerides amiinhappeid, nagu näit:



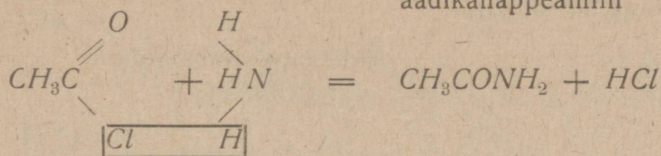
Nagu reaktsioonist näha, asub ammoniaagi ülejääk kloori kohale, kuna üks aatom vesinikku klooriga ühineb, sellega vesinikhapet sünnitades, mis kohe ammoniaagiga reageerib ($HCl + NH_3 = NH_4Cl$) nõnda et lõpulik kõrvalprodukt kloorisammoonium on.

Analoomiliselt reageerib ammoniaak haloiidhapeanhüdriididega, mida, näit., viielishaloiidvosvori abil võib saada:

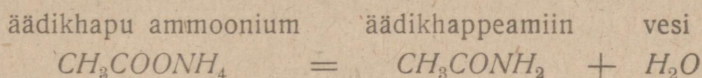
Nii saab äädikhapest äädikhapu klooranhüdriid



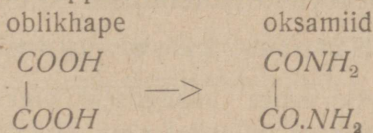
Klooranhüdriidiga reageerides sünnib ammoniaagi mõjul
happeamiin äädikahappeamiin



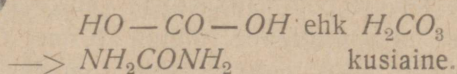
Happeamiinisid saadakse veel orgaaniliste hapete ammoonium-
sooladest, kui neid kuivalt destilleerida ehk mõni tund rõhumise all
220° — 230° kuumutada.



Ka kahealuslised happed sünnitavad amiinisid, nagu



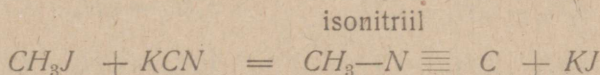
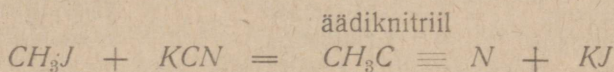
Süsihappeamiidi nimetakse kusiaineks



D. Nitriilid ja isonitriilid.

Need on ühendused, milles rühm „CN“ leidub. On ühenduses
selle rühma lämmastik kolmeväärine, siis nimetakse seda nitriiliks,
on aga lämmastik viieväärine, siis isonitriiliks.

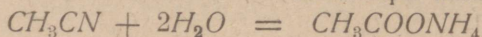
Mõlemad ühendused sünnivad, kui alküülhaloiidi peale tsüaan-
kaaliumiga mõjuda, näit.



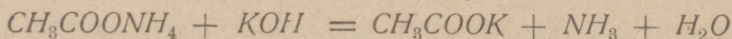
Nitriilide omadustest on huvitav nende „seebistumine“, mis
selles seisab, et nitriil happe ehk alusega soendades 2 mol. veega
ühineb ja happeks muutub, milles nõndasama palju süsinikaatomid

on, kui nitriliski. Reaktsjoon on tõenduseks, et tsüaanrühma süsinik alküüluga seotud on.

äädikhapu ammoonium



äädikhapu kaalium



Teine osa.

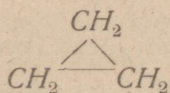
Tsükliliste ühenduste keemia.

A. Karbotsüklilised ühendid

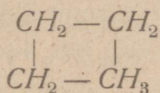
Karbotsüklilisteks nimet. niisuguseid orgaanilisi kehasid, milles süsinikaatomid üksteisega ühinedes ringi sünnitavad. Ringahel võib kolmest, neljast, viiest, kuuest ja seitsmest C lülist koos seista.

Nende hulgas leiame polümetüleenisid, süsivesinikke (ja nende järeltulijaid), millel niisamasugune üldine vormel C_nH_{2n} on, nagu etüleenil homologidel, kuid nendest oma omaduste poolest lahku lähevad. Et nad oma keemiliste omaduste poolest lahtise ketiga piiriliste ühenduste sarnased on, siis nimetakse neid ka tsükloparafiinideks.

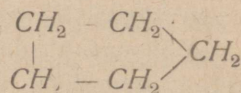
Nimetused on sarnased normaalsetele parafiinidele, ainult ette lisatakse sõna „tsüklo“, nagu :



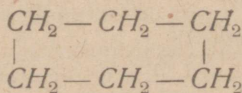
Trimetüleen
Tsüklopropan



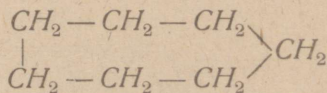
Tetrametüleen
Tsüklobutaan



Pentametüleen
Tsüklopentaan



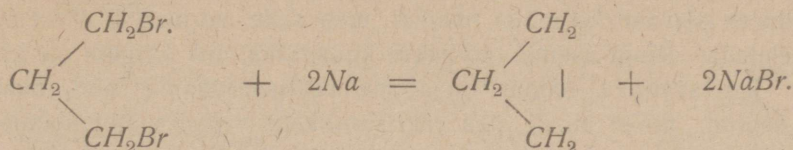
Heksametüleen
Tsükloheksaan



Heptametüleen
Tsükloheptaan

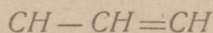
Tsükliisi parafiinisid võib piiriliste süsivesinikkude kahelisbroom-järeltulijatest naatriumi abil saada, näit :

kahelisbroomispropaan + naatrium = tsüklopropaan + bromnaatrium

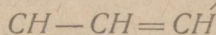


Trimetüleen on gaas, tetrametüleen on ise tundmata, kuid sünnitab järeltulijaid, tsüklopentaan on vedelik ja keeb 50,8° juures. Tsüklopentaan ehk suberaan on ka vedelik, mis 117° juures keeb.

Peale tsükloparaffiinide on veel olemas tsükloolefiinid,

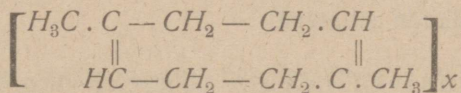


millest nimetamise väärt on tropiliden, $\parallel$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \end{array}$



süsivesinik, mida suberaanist võib valmistada; teda leidub veel alkaloidide, kokaiini ja atropiini lagunemiseproduktides. Lõhnaga vedelik, mis 116° juures keeb.

Üks metüülrühmi sisaldav tsükloolefiin on arvatavasti süsivesinikkude parakautshuki ja guttapertshi ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$)_x sünnitajaks, mille ehitusvormel järgmine oleks:

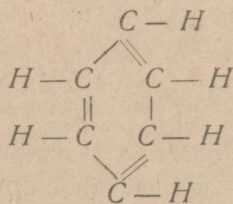


Kautshuk on väga elastiline aine; soendades kaotab ta aga selle omaduse ja külma käes läheb koguni kõvaks. Seda halbtust võib kõrvaldada, kui kautshukki vulkaniseerida, s. t. väävliga selle peale mõjuda; 25—40% väävlit sünnitavad kautshukiga kõvakummi ehk eboniidi.

Guttapertsh on omaduste poolest kautshuki sarnane.

Palju tähtsamad kui eelmised, on nõudanimetud aromaatsed ühendused, mida süsivesinikust bensoolist, C_6H_6 , võib sünnitada.

Kékule järele on selle süsivesiniku ehitusvormel:



Selles ehitusvormelis jääb süsinik neljavääriliseks. Bensooliga ühenduses olevaid keemilisi nähtusi võib selle vormeli abil kergesti ära seletada. Ringi asemel tarvitakse kuusnurka, mis kergem on kirjutada. Iga süsiniku aatom on kolme väärisuseüksuse abil naabritega seotud, nii et ainult üks väärisuseüksus vesiniku ühendamiseks järele jääb.

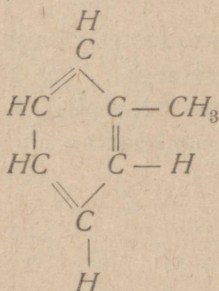
Bensool, C_6H_6 . Bensool sünnib orgaanilistest ainetest kõrge temperatuuri juures, sellepärast on seda ainet leida kiviõetõrvas, millest ta suuremal hulgal ka saadakse.

Omadused [katse 47]. Kui mõni cm^3 bensooli katseklaasis keema ajada [umbes $80^\circ C$] ja aurud põlema süüdata, siis põlevad need suitseva leegiga.

[Katse 48.] Kui katseklaasi $3\ cm^3$ bensooli kallata, soojusemõetja sinna sisse lasta ja katseklaas ühes bensooli ja soojamõetjaga jää sees hoida, siis võib tähele panna, et bensool $+ 5^\circ C$ juures kindlaks kehaks muutub.

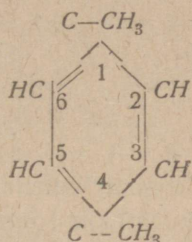
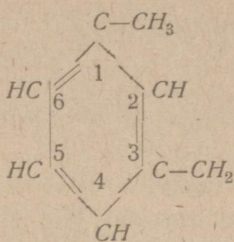
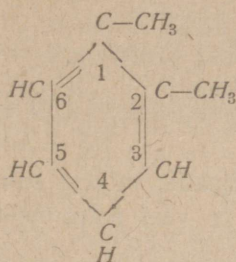
[Katse 49.] Mõne cm^3 bensooli siise visatakse väike tükk võid ehk vaiku; soendades sulavad need ained. Bensool on väga hea rasvade ja vaikude sulataja.

Bensooli süsivesinikud: Bensoolist välja minnes võib väga palju süsivesinikka (ja muid ühendusi) sünnitada. Vaatlemise alla võtame nendest ainult mõned üksikud. Asub bensoolis 1 vesinikaatomi asemele metüülrühm $-CH_3$, siis sünnib metüülbensool ehk toluool.



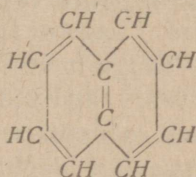
Toluool keeb $110^\circ C$ juures ja saadakse kiviõetõrvast. Asuvad bensoolis 2 vesinikaatomi asemele metüülrühmad, siis sünnib selle järele, missugustele kohtadele need rühmad asuvad, 3 isesugust

dimetüülbensooli ehk ksülooli, nagu allseisvad vormelid näitavad:



(1,2) orto-dimetüülbensool, (1,3) meta-dimetbens, (1,4) para-dimetüülbens.

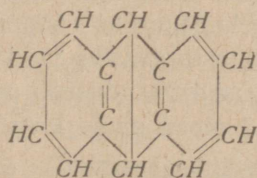
Naftaliin, $C_{10}H_8$. Naftaliin seisab kahest bensooliringist koos. Need kaks ringi on kahe üldiste süsinikaatomi abil ühendatud, nagu allseisvast ehitusvormelist näha:



Kahe ringide ühendajate süsinikaatomi 4 väärisuse üksust on kõik ära tarvitud, nõnda et nad vesinikku ei ühenda. Naftaliini tarvitakse koide vastu. Saadakse kiviõetõrvast. Kristalline aine.

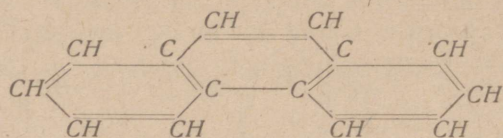
Omadused [katse 50]. Naftaliini aurud põlevad, nagu bensooligi omad, suitseva leegiga.

Antratseen, $C_{14}H_{10}$. Antratseen seisab koos kolmest bensooliringist, nagu ehitusvormelist näha:



Süsinikaatomite paarid, mis bensoolringisid ühendavad, on kõik omad väärisuse üksused ringide ühendamiseks ära tarvitanud ja vesinikaatomid ei seo. Keskmise südame vastasseisvad süsinikaatomid on veel omavahel ühenduses.

Antratseeni isomeesiks on fenantreen, $C_{14}H_{10}$, milles ringid on teistviisi ühinenud.



Bensool, naftaliin ja antratseen on tooresmaterjaalid, millest suur hulk kunstlikka orgaanilisi värviseid valmistakse ja veel palju teisi inimese elus tarvisminevaid aineid saadakse.

Kuiv destillatsioon.

Taimede langevad lehed jne., loomade väljaheited jne., niisama nende kehad langevad õhu käes pisielukate ohvriks, kes neid kõdunema pannes mineraliseerivad. Lagunevad aga orgaanilised ained niisuguses kohas, kus nad õhuga mitte kokku ei puutu, siis võib tähele panna, et nad süsinevad, nagu seda kivisöe sündimine tõendab. Süsinemiseprotsess läheb looduses väga pikkamööda.

Kunstlikult võib aga orgaanilist ainet kõrge soojuse juures, ilma õhu juurepääsemata, lühikese aja jooksul söestada. Kuumutamise juures väljakutsutud orgaaniliste ainete lagunemist ilma õhuta nimetatakse keemias kuivaks destillatsiooniks. Kuiva destilleerimise tagajärjel hakkavad orgaanilise aine koosseisu osad (C, O, H, N j. n. e.) omavahel reageerima ja sünnitavad suure hulga mitmesuguseid produktisid, mis tehnikas laialist tarvitamist leiavad.

Produktid on kolmesugused: 1) kindel aine, ülejääk, mida sööks nimetatakse, (kivisöe destilleerimisel — koks), 2) gaasitaolised produktid ja 3) vedelad produktid.

Kivisöe destilleerimisel, näituseks, sünnib gaaside segu (süsivesinikud, CO, H), mida valgustusgaasiks tarvitakse; peale selle lendaavad ära süsivesinikud ja teised ühendused, mis hariliku temperatuuri juures vedelad ehk kindlad ained on ja kivisöetõrva sünnitavad.

Harilikult leidub valgustusgaasis:

- 49 mahtu vesinikku (H),
- 34 „ metaani (CH_4),
- 8 „ süsihapi (CO),
- 4 „ raskeid süsives. (C_2H_4 , C_2H_2 , C_6H_6),
- 5 „ lämmastikku ja süsihaput gaasi (N, CO_2).

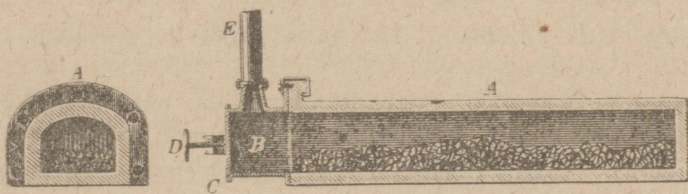
Kivisöetõrv on mustjaspruun, määriv vedelik, iseloomuliku lõhnaga. Mitmekesiste orgaaniliste ühenduste arv selles vedelikus on väga suur. Selles leiduvad peaaesjalikult süsivesinikud, kuid ka ühenedused C , H ja O vahel ja teised. Destilleerimise abil lahutakse kivisöetõrv järgmisteks järkudeks:

Kerge õli, keemise punkt umbes 170° (bensool C_6H_6 j. n. e.)	
Keskmine õli, " " 230° (karboolhape C_6H_6O j. n. e.)	
Raske " " 270° (naftaliin $C_{10}H_8$ j. n. e.)	
Antratseen õli " " 400° (antratseen $C_{14}H_{10}$ j. n. e.)	

Nende õlide ümbertöötamisel saadakse väga suur arv tähtsaid produktisid, mida värvide, osalt ka lõhnaainete, arstirohtude j. n. e. valmistamisel tarvitakse.

Valgustusgaasi valmistamine.

Valgustusgaasi valmistamiseks kuumutakse kinnistes shamotiga vooderdud retortides (A) kivisütt, nõnda et õhk juure ei pääse.

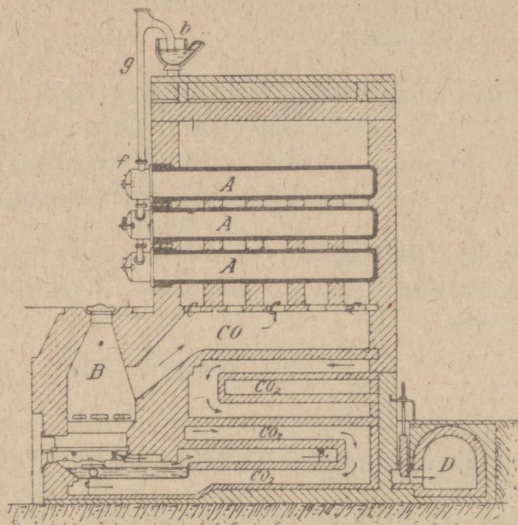


Joon. 15.

Viis kuni üheksa retorti müüritakse ühiselt ahju sisse (joon. 16: ahi retortidega). Iga retordi otsa võib lahti teha ja õhukindlalt jälle kinni panna; niisamati läheb iga ühest nendest toru välja, mis ülaval alla pööravad ja laiemas kogujas torus, mis üle mitme ahju läheb, avanevad. Kuumutamise juures sündinud gaasid tõusevad ühes aurudega üles; aurud jahtuvad suuremalt osalt juba kogujas torus ehk tõrvakogujas, kivisöetõrva sünnitades, mis alatasa sealt iseäralise toru kaudu tõrvaauku jookseb, aga nõnda et tõusvate tõrude otsad ikka tõrva sees on, sest muidu segaks retortide töötamise juures õhk ennast gaasiga.

Kogujast (c) läheb kuum gaas u sarnastesse jahutajatesse (d), mida väline õhk ehk külm vesi kuni hariliku soojuseni jahutab.

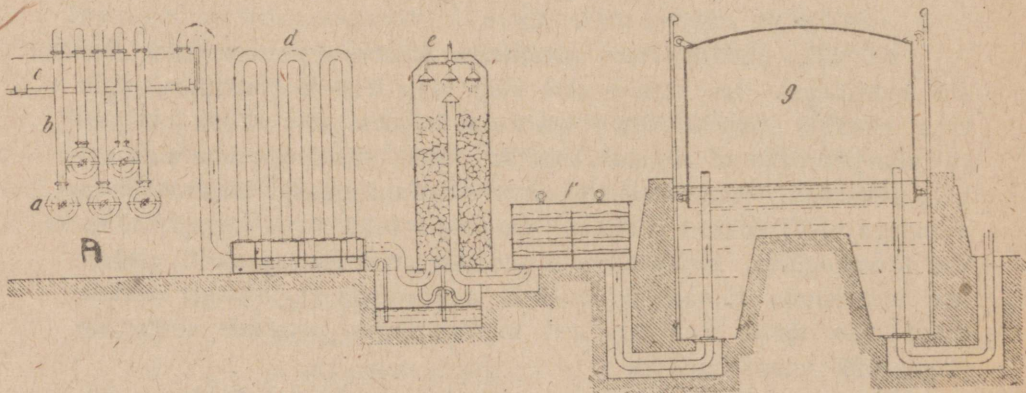
Paremad on vesijahutajad, mis vastuvoolu-printsibi põhjal on ehitatud. Gaas leiab enesele siin teed läbi vee, mis ühe osa ammoniaaki enesesse jätab; siin eraldab gaas enesest ka viimase tõrva.



Joon. 16. Gaasiahhi.

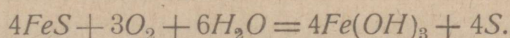
Jahutaja taga (mõnikord ka pesija taga) on gaasiimeja (ekshaustor).

Et ammoniaagist gaasi täielikult puhastada, peab selle veega ligidasse kokkupuutumisse viima, mis nõndanimet. pesijas (skrubberis) (*e*) sünnib; seejuures kaotab gaas ka suurema hulga omast süsihapust gaasist, mis põlemist ei toeta. Pesija on kõrge silinder, mis



Joon. 17. Gaasivabriku sisseseade sheem.

koksitükkidega täidetakse. Ülevalt niriseb koksi peale vesi; altpoolt tõusev gaas jätab siin kõik oma ammoniaagi vee sisse ja liigub keskmise toru kaudu järgmisse kastisarnasesse puhastajasse (*f*), kus väävlisvesiniku ühendamiseks rauamuld $Fe(OH)_3$ üksteisest kõrgemal seisvate puust sõelade peale on riputud. Väävlisvesinikust kuivalt puhastaja rauamuld muutub aegamööda väävli ja raua ühenduseks (FeS). Kui tarvitamiseks kõlbmatuks läinud massi õhu käes kauemat aega seista lasta, siis võib seda jälle puhastamiseks tarvitada, sest et uuesti $Fe(OH)_3$ sünnib, nagu võrrand näitab:

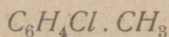


Ka tsüaanühendused kõrvaldakse selles puhastajas. Tahetakse süsihaput gaasi täielikult kõrvaldada, siis lisatakse rauamullale veel kustunud lupja juurde, mis seda enesega ühendab.

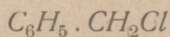
Puhastud valgustusgaas kogub ennast gaasihoidjasse (*g*), mida kummuli betoonist ehitud veehoidja sisse vajuda ja sealt jälle välja tõusta võib, selle järele kuidas gaasi juurde- ja äravool seda nõuab. Juurde- ja äravool (tarvitamiseks) sünnib raudtorude kaudu, mille otsad üle veepinna ulatavad.

Bensooli järeltulijad.

Bensooli vesinikkude kohale asuvad elemendid ja nende rühmad, niisamati nagu metaanirea süsivesinikkude juures tähele oleme pannud. Kui bensooli molekulisse alifaatsed ülejäägid asuvad, nagu — CH_3 , — CH_2 , CH_3 , — $CH=CH_2$ j. n. e., siis nimetakse viimaseid külghelateks ja ülejäänud molekuliosa bensoolsüdameks ehk lihtsalt südameks. Seesugustel ühendustel on osalt alifaatsete, osalt jälle aromaatsete ühenduste omadused. Sellejärele, kuhu kohta sünnitajad elemendid ehk rühmad asuvad, sünnivad isomeerid, mis täiesti lahkuminevate omadustega on, nagu:

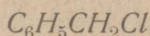


klooristoluool

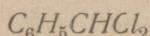


bensüülkloriid.

Kloor ja broom asuvad külmas toluoolis bensooli südame juures olevate vesinikaatomite kohale, keevas aga külghelasse, nõnda et sünnivad üksteise järele ühendid:

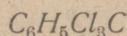


bensüülkloriid



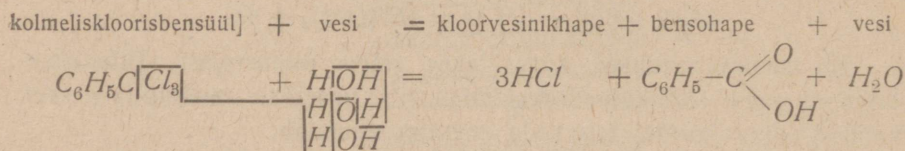
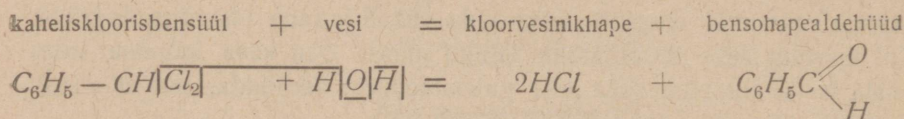
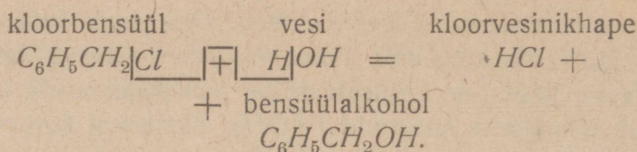
kahelisbensüülkl-iid

ja



kolmelisbens.-kloriid.

Kuuma veega reageerivad need ained igaüks iseemoodi. Esimene annab — bensüülalkoholi, teine — bensüülaldehüüdi ja kolmas — bensohappe.



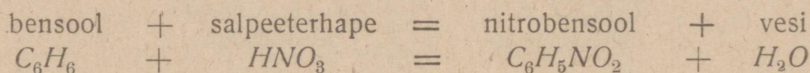
Haloiidid, mis südame süsinikaatomite juures asuvad, on nõnda kindlasti ühinenud, et neid mitte ei ole võimalik hüdroksüüli, amidorühma jne. vastu ümber vahetada. Ühelishaloiidbensoolid C_6H_5Cl , C_6H_5Br ja C_6H_5J on värvita, iseloomulise lõhnaga vedelikud.

C_6Cl_6 sünnitab värvita nõelu, s. p. 226°, k. p. 326°.

Lämmastikku sisaldajad aroomaatsete süsivesinikkude järeltulijad.

Nitroühendused.

Aroomaatsetel nitroühendustel on suur praktiline tähtsus, ja neid võib valmistada, kui conc. salpeeterhappega nende peale mõjuda. Kasulik on seejuures veel conc. väävlhapet juurde lisada.



Samal viisil võib kõiki aroomaatseid ühendusi, nagu fenoolisid, amiinisid, aldehüüdisid, happeid jne., nitreerida. Et nitroühendused vees mitte ei sula, siis võib neid pärast vee abil kergesti eraldada.

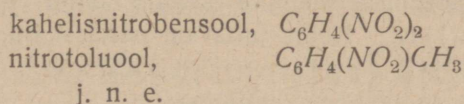
Nitrobensool, $C_6H_5NO_2$.

Valmistamine [katse 51]. 50 gr. conc. väävlhapet segatakse 40 gr. conc. salpeeterhappega. Jahutud segule lisatakse väikeste

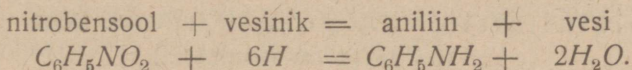
osade kaupa 15 gr. bensooli juurde, vahetevahel segu jahutades ja segades. Kui enam salpeeterhapendid ei sünni, siis on reaktsioon lõppenud ja segu kallatakse klaasi, milles külm vesi on; klaasi põhja kogub nitrobensool — õlitaoline raske vedelik. Nitrobensool eraldakse tilgutiskurna abil kergemast vedelikust, pestakse mitu korda veega läbi; kuivatakse klooralkaalsiumi abil ja destilleeritakse 205°C juures.

Omadused. Nitrobensoolil on kibemandli lõhn. Hea lõhna pärast tarvitakse seda ainet seebi valmistamise juures, suurem hulk aga läheb aniliini valmistamiseks.

Niisamati nagu nitrobensooli, saadakse ka teisi aromaatsaid nitroühendusi:

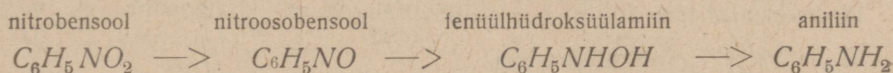


Üheks huvitavamaks omaduseks aromaatsete nitroühenduste juures on see, et nad vesiniku mõjul in statu nascendi lõppude lõpuks amiinühendusteks muutuvad; näit:

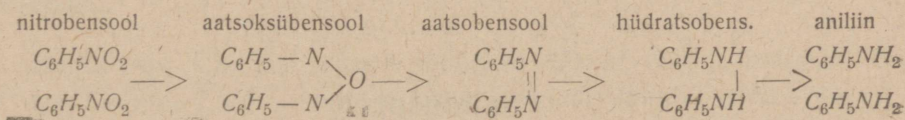


Reaktsiooni juures sünnivad, selle järele kas tagandamine aluslises või happeses sulatises sünnib, mitmesugused vaheproduktid, mida üksteisest võimalik on eraldada.

Hapus ehk keskses sulatises sünnitab üks molekul nitrobensooli tagandamise reaktsioonil produktisid järgmise sheemi järele:



Kahe nitrobensooli molekuli ja tagandaja vesiniku abil sünnivad aluslises sulatises kehad allseisva sheemi järele:



Aniliin, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$.

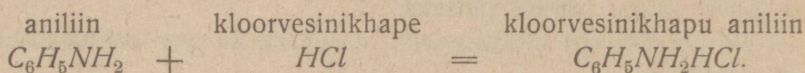
Valmistamine [katse 52]. Kolbi, milles 4 gr. inglistina tükkisid on, kallatakse 30 gr. nitrobensooli ja 100 cm³ conc. soolhapet; segu liigutakse ja jahutatakse külma veega; vesinik, mis inglistina mõjul soolhappe peale sünnib, muudab nitrobensooli aniliiniks; osa soolhapet ühineb aniliiniga.

On reaktsjoon lõppenud, siis lisatakse segule vett ja niipalju seebikivi sulatist juurde, et sündiv $Sn(OH)_2$ parajasti ära sulab; segu pinnale tõuseb õlitaoline värvita, iseloomulise lõhnaga aniliin.

Omadused. Hapendajad sünnitavad aniliinist värvilisi aineid.

[Katse 53.] Aniliini sulatakse lahjas väävelhappes, millele kahe liskroomkaali sulatist juurde lisatakse; sulatis muutub roheliseks, siniseks ja lõpuks mustaks (sünnib aniliinmust).

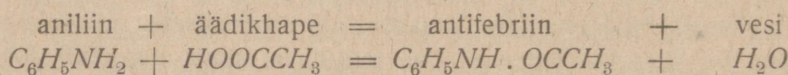
Aniliin, kui alusline aine, sarnane ammoniaagile enda omaduste poolest, ühineb kergesti hapetega sooladeks.



Asub amiinorühma vesiniku kohale mõni happe ülejääk, siis sünnib mõni aniliid. Kõige tuttavam nendest on:

Äädikaniliid, antifebriin, $C_6H_5NH.OC.CH_3$.

Valmistakse äädikhapust aniliinist

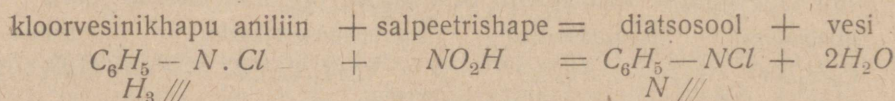


väikesed valged kestad, mis 112° sulanevad ja 304° auruks muutuvad.

Toluidiinisid, $CH_3C_6H_4.NH_2$ tuntakse kolm
(*o*-, *p*- ja *m*- isomeerid).

Bensüülamiin, $C_6H_5-CH_2NH_2$, on amiin, milles amiinorühm külghelgas asub. Kange alusline vedelik.

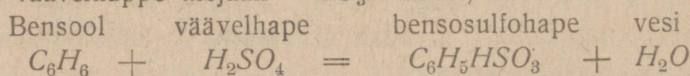
Aniliinist võib väga huvitavaid ühendusi salpeetrishappe abil valmistada. Nendes leidub aatomite rühm N_2 ja neid nimetakse diatsosühendusteks



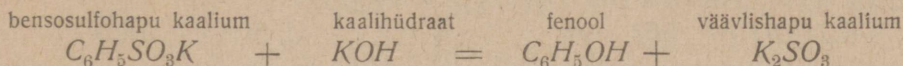
Diatsosoolad asuvad kergesti ühendustesse ja võib neid otsekohe, näit., atsovärvide valmistamiseks tarvitada.

Sulfohapped.

Aromaatsed süsivesinikud ja nende järeltulijad annavad, väävelhappe mõju all, sulfohappeid, misjuures südame vesinikaatomi kohale väävelhappe ülejääk $-SO_3H$ asub; näit.:



Bensooli südame juurde võib kolm sulforühma asuda. Kui alkali-
alustega sulfohappeid kokku sulatada, siis sünnivad fenoolid; näit.



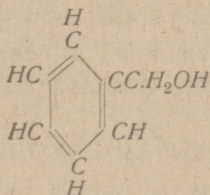
Fenoolid.

Fenoolid on ühendused, milles bensoolsüdame vesinikaatomite kohal hüdroksüülrühm, $-OH$, leidub. Selle järele, mitu hüdroksüül-
rühma bensoolsüdame juures, nimetakse neid ühe-, kahe-, kolme- jne.
aluslisteks fenoolideks.

Ühealusline fenool ehk karboolhape, C_6H_5OH , sünnib
kuiva destillatsioon juures ja teda võidakse ka sünteetiliselt teel
valmistada.

Omadused. Fenoolidel on teistsugused keemilised omadused
kui neil aromaatsedel ühendustel, millel hüdroksüül külghelal lei-
dub. Viimaste omadused sarnanevad alifaatsetele alkoholidele, mis-
pärast neid aromaatseteks alkoholideks nimetakse.

Aromaatne alkohol on



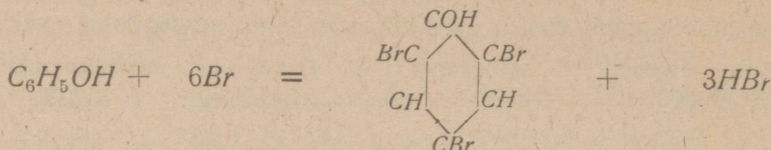
bensüülalkohol.

Fenool, C_6H_5OH , on kihvtine, iseloomuliku lõhnaga, kristalline
aine. Karboolvesi on 20% fenooli sulatis ja tarvitakse teda desinfit-
seerimiseks.

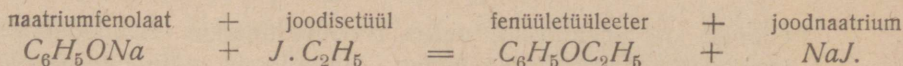
[Katse 54]. Üks cm^3 fenooli sulatakse $200cm^3$ vees ja lisatakse
 $1cm^3$ rauakloriidi, $Fl_2 Cl_6$, juurde. Fenooli sulatis muutub violettvär-
viliseks.

[Katse 55]. Fenooli veesulatisele (1:2000) kallatakse $150cm^3$
broomivett juurde. Lühikese aja jooksul sadestub kollakas kolmelis-
broomfenool; $C_6H_2 \begin{array}{l} \text{Br}_3 \\ \text{OH} \end{array}$

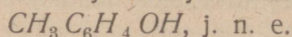
Fenool + broom = kolmelisbroomfenool + broom-vesinikhape



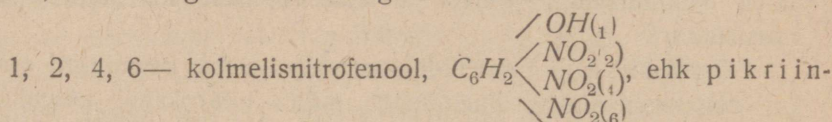
[Katse 56]. Seebikivi sulatisele lisatakse *Br*-fenooli kristallisid juurde. Kristallid sulavad ära, sest fenooli happese omaduse tagajärjel asub *Na* hüdroksüülvesiniku kohale. Nõnda saadud fenolaat sünnitab haloïdalküülidega eetrid.



Toluooli hüdroksüüljäreltulijaid nimetakse kresoolideks,

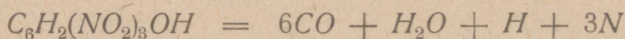


Fenooli nitreerides, s. t. selle peale salpeeterhappega otsekohe mõjudes, sünnib tegelikus elus väga tarvisminev aine



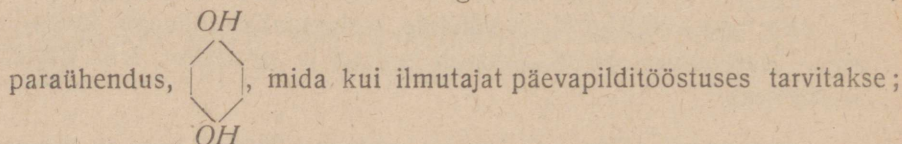
hape. See aine sünnitab mõruda maitsega kollakaid lehekeste taolisi kristallisid, mis külmas vees visalt sulavad. Nad sulanevad 122° juures, kuumutamisel lõövad äkitselt põlema.

Pikriinhape on aine, mida esimesena siidi ja villa värvimiseks, kui kunstlikult valmistatud ainet, tarvitama hakati. Praegusel ajal tarvitakse seda lõhkeainete valmistamiseks. Põlemise juures laguneb järgmiselt:

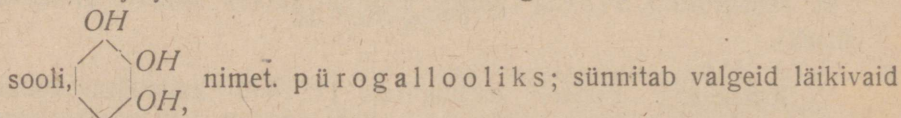


Tarvitakse meliniidi ja lüddidi nime all kranaatide jne. täitmiseks.

Fenoolidest kahe hüdroksüüliga on tähtsam hüdrohinoon,



kolme järjestikku seisva hüdroksüüliga 1, 2, 3-kolmelisoksüben-



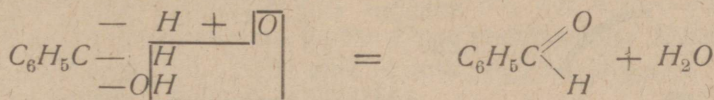
kristallisid. Alkoholi ja aluse juuresolekul ühendab enesega hapnikku, mispärast gaasanalüüsis hapniku määramiseks ja päevapilditööstuses ilmutamiseks tarvitakse.

Aromaatsed aldehüüdid.

Aromaatseid aldehüüdisid iseloomustab niisamati nagu alifaat-

seidki rühm $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ mis ainult külghelas leidub. Aromaatsed aldehüüdid sünnivad arom. alkoholide hapendamise juures, näit.:

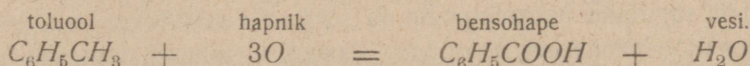
bensüülalkohol + hapnik = bensoaldehüüd + vesi



Bensoaldehüüd ehk kibemandli õli on värvita, iseloomuliku lõhnaga vedelik, mida kunstlikkude värvide valmistamiseks ja lõhnaks tarvitakse. Aromaatsete ühenduste hapendamisel sünnivad aromaatsed happed.

Aromaatsed happed ja oksühapped.

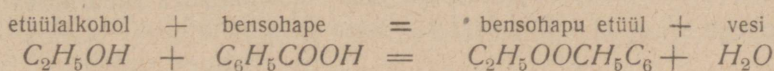
Aromaatsed happed, mis paljudes vaikudes, balsamites jne. kui ka ühendustes leiduvad, saadakse nendesamade meetodide abil, nagu alifaatsedki. Kunstlikult võib neid aromaatsetest külghelaga süsi-vesinikkudest ja teistest bensooli järeltulijatest hapendamise teel valmistada. Külgharud muutuvad seejuures karboksüülrühmaks:



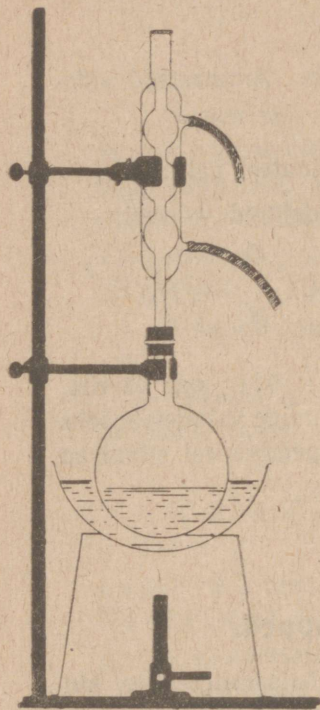
On südame juures üks külghel, siis sünnib üheliskarboonhape; kahe ja kolme külghelaga ühendused annavad kahelis- ja kolmeliskarboonhappeid.

Bensohape,  COOH, sünnitab värvita, nõrga aromaatses lõhnaga läikivaid lehekesi, mis 121° juures sulanevad; sublimeerib kergesti ja on veeauruga lenduv. Tarvitakse arstiteaduses ja aniliinisise valmistamisel.

Alkoholide ja fenoolidega sünnitab eetersoolasid (alküülsoolasid)



Valmistamine [katse 57]. Kolmesaja cm^3 mahutusega kuiva kolbi kallatakse 25 gr. bensohappe peale 60 gr. absoluutset alkoholi. Segule lisatakse 5 gr. conc. H_2SO_4 juurde ja sõendakse püstijahutaja abil paar tundi.



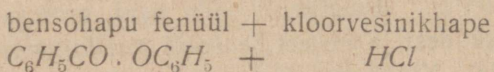
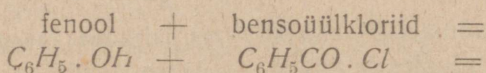
Joon. 18. Püstijahutaja kolbiga.

Hiljemini kallatakse jahtunud vedelik mõnda nõusse ja lahjendakse 300 cm^3 veega.

Õlitaoline iseloomuliku lõhnaga bensohapu etüül eraldub muust vedelikust.

Väävelhape nendest reaktsioonidest otsekohe osa ei võta, vaid sellega, et ta vett enesega ühendab, aitab kaasa alküülsoolade sündimisele.

Viieliskloorisvosvor asetab klooris-aatomi hüdroksüüli kohale, bensohappest bensoüülkloriidi, $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CO} \cdot \text{Cl}$, sünnitades. Viimane reageerib kergesti fenoolidega, nõnda et eetersool sünnib.

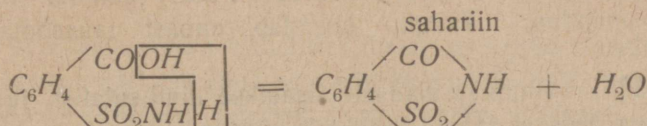


Lähedalt sugulane bensohappele on sahariin, mis oma ehituse poolest ortosulfobensohappe imiid on. Saadakse toluoolist järgmisel viisil: toluool muudetakse väävelhappe abiga orto- ja paratoluool-sulfohapete seguks. Sahariini saamiseks on tähtis ainult ortoühendus.

PCl_5 annab sellega reageerides toluoolsulfokloriidi, $\text{C}_6\text{H}_5 \begin{array}{l} -\text{CH}_3 \\ \backslash \text{SO}_2\text{Cl} \end{array}$,

mis ammoniaagiga O-toluoolsulfamiiniks $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \backslash \text{SO}_2\text{NH}_2 \end{array}$ muudetakse.

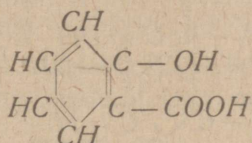
Viimast ühendust permanganaadiga hapendades, sünnib alguses bensohappe sulfamiin, mis hiljemini üht mol. vetteraldades sahariiniks muutub.



Sahariin on 500 korda magusam kui suhkur. Sahariini vees kergesti sulavat soola nimetakse kristalloosiks.

Salitsüülhape, oksübensohape, $C_6H_4 \begin{array}{l} \diagup OH \\ \diagdown COOH \end{array}$

Salitsüülhapet saab bensohapest, C_6H_5COOH , kui selles karb-oksüülrühma naabri süsinikaatomi juures oleva vesinikaatomi kohale hüdroksüül ($-OH$) asetada. Selle aine ehitusvormel on järgmine:

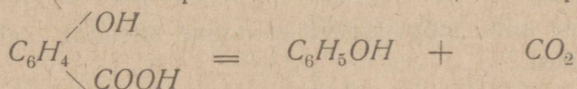


Omadused. Salitsüülhape on kristalline aine.

[Katse 58.] Katseklaasis sulatakse 1 gr. salitsüülhapet võimalikult väikeses hulgas soendud alkoholis. Kui sulatis jahtub, erinevad sellest puhtad salitsüülhappe kristallid.

[Katse 59.] Pisut salitsüülhapet kuumutakse portsellantiiglis, esmalt ettevaatlikult, pärast kõvasti.

Ettevaatlikult soendades, sublimeerib salitsüülhape; kuumutakse aga kõvasti, siis laguneb see aine $230^{\circ}C$ juures fenooliks ja süsihpuks gaasiks: salitsüülhape = fenool + süsihpu gaas



Salitsüülhapet tarvitakse toiduainete konserveerimiseks, kunstlikude org. värvide valmistamiseks ja arstiteaduses jooksja arstimiseks. Et salitsüülhappel arstimise juures pahad kõrvalmõjud on, siis valmistakse sellest järeltulijad, mis nõrgemini mõjuvad, näit.:

„Aspiriin“, $C_6H_4(O.COCH_3)CO_2H$, mis äädikhappe jäänuse asumisel salitsüülhüdrosüülvesiniku kohale sünnib,

Salitsüülhappega sugulased on parkhapped, mida iseäranis palju mõnede taimede kooses leitakse; need on möruda maitsega ained.

Kige tähtsam prakhape on tanniin, $C_{14}H_{10}O_9 + 2H_2O$.

Omadused. Puhas tanniin on kollakas, vees sulav pulber, kibeda maitsega.

[Katse 60.] Tanniini sulatise sisse lastakse sinine lakmuse paber. Sinine paber muutub punaseks.

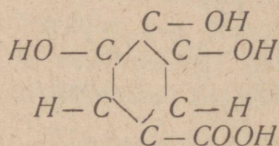
[Katse 61.] Tanniini sulatisele lisatakse $FeSO_4$ sulatist juurde. Sünnib must ühendus. Tanniin ühendab ennast rauasooladega tindiks.

[Katse 62.] Tanniini sulatisele lisatakse liimi sulatist juurde. Sünnib sade, mis vees ei sula. (Nahaparkimine.)

[Katse 63.] Tanniini sulatisse lastakse puhas raua tükk. Mõne aja pärast on vedelik ja raud mustad. Katse seletab, mispärast õuna j. n. e. lõigates terasest nuga mustaks läheb. Õuntes, kartulis on parkhappeid olemas.

Gallushape, trioksubensohape, $C_6H_2(OH)_3COOH$.

Gallushape on bensohape, milles 3^{me} bensoolsüdame juures seisva vesinikaatomite asemele hüdroksüülid on asunud. Selle ehitusvormel on:



Väikesel arvul leidub seda hapet Hiina tees. Gallushape on kristalline aine ja tanniinile sarnaste omadustega.

Tärpeenid ja kampverid.

Paljudes taimedes, peaaesjalikult õites ja viljas leidub lõhnavaid aineid. Veeauruga destilleerides võib neist kergesti lendavaid eeterõlisid välja eraldada.

Eeterõli ei ole mitte mõni kindel keemiline ühendus, vaid segu mitmesugustest ainest.

Neid sünnitavad süsivesinikud, $C_{10}H_{16}$, mida tärpeenideks nimetakse.

Tärpeenide kõrval leiduvad ka hapnikku sisaldavad kehad. Ehituse poolest on need viimased terpeenidele sarnased ja neid nimetakse kampveriteks.

Kampverid on terpeenide alkoholid ehk ketoonid. Paljude terpeenide ehitus ei ole põhjalikult veel teada. Nad on kõik alapiirilised tsüklised süsivesinikud, sisaldavad üks ehk kaks etüleensidet molekulis ja neid võib sellejärele kaheks rühmaks jagada.

1) Lihtsamad ühelistsüklised terpeenid sisaldavad molekulis kaks etüleensidet, mispärast nad 4 üheväärist elementi ehk aatomirühma ühendavad. Esitajad: limoneen, sülvestreen, tärpineen, tärpinoleen jne.

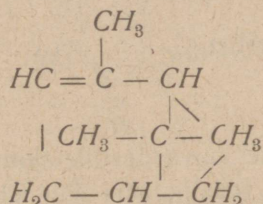
2) Keerulisemad kahelistsüklised terpeenid sisaldavad molekulis üht etüleensidet, ühendavad enesega nimelt kaht üheväärist aatomit ja seisavad kahest liitunud ringist koos.: pineen, kamfeen jne. Nendesamade põhijoonte järele võib ka kampverid kahte rühma jagada.

Omadused. Peale ühe kindla keha on nad hariliku soojuste juures kõik värvita, valguskiiri murdvad, vedelikud, mis 160° – 190° keevad. Vees terpeenid ei sula, küll aga lenduvad kergesti selle aurudega. Hea lõhnaga, optiliselt aktiivsed ained.

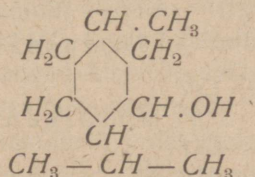
Tärpentiin, mida okaspuude vaigust ja nende kuiva destillatsioonist produktidest saadakse, on puhastult värvita vedelik, mida tehnikas tõrvade, vaikude, kautshuki jne. sulatamiseks ja arstiteaduses tarvitakse. Selle aine erikaal on 0,85–0,91.

Et see aine mitme terpeeni segu on, siis ei ole keemistemperatuur mitte alaline.

Tärpentiinis leidub kõige rohkem pineeni, mille ehitust järgmiselt kujutakse:

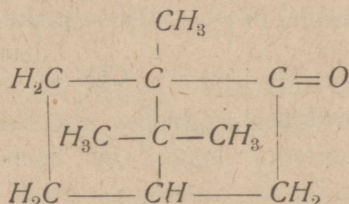


Tärpeenalkoholidest on tuntavam mentool, tähtsam aine



ja lõhnasünnitaja piparmündi õlis, millest see jahutades kristalliseerub. Tarvitakse rohuks.

Jaapani kampver, harilik kampver, $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ on aine, mida väga laialdselt tarvitakse. Harilik kampver on ketoon; selle ehitust seletab allseisev vormel.



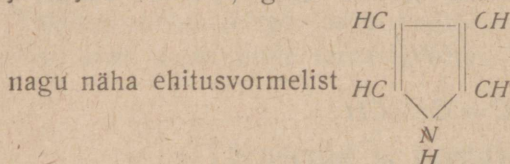
B. Heterotsükklised ühendused:

Peale karbotsükliste, s. t. ainult süsinikaatomitest sünnitud ringiga ühenduste on veel olemas kehad, mille ringis leidub veel teisi elementa peale süsiniku. Mitmesuguseid elementa sisaldava ringiga aineid nimetakse heterotsüklisteks ühendusteks.

Suurem hulk sarnastest ühendustest on bensoolile ja selle järeltulijatele oma keemiliste omaduste poolest sarnased. Kõige kindlamad on viie ja kuue aatomi ringiga ühendused. Liitudes omavahel ehk karbotsükliste ringidega sünnivad uued ained, mis nende hulka tähtsalt suurendavad. Kõige silmapaistvamad on viie- ja kuuelülised lämmastikuaatomi ringis sisalduvad heterotsükklused, sest nende hulgast on taime kihvtid (alkaloiidid), antipüriin ja mõned tähtsad värvained, nagu indigosinine.

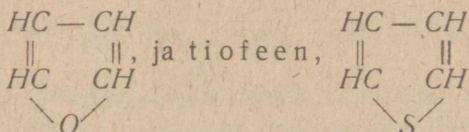
Viielülised heterotsükklid on pürroolil, furfuraanil ja tiofeenil.

Tähtsam nendest, pürrool, sisaldab ringis üht lämmastikaatomit ja nelja C-aatomit; igaüks nendest ühendab enesega üht vesinikaatomit,

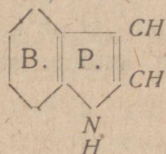


Pürrooli saadakse kuiva destillatsiooniga produktidest (kivisöetõrv, luutõrv jne.). Värvita vedelik, mis õhu käes pruuniks läheb ja kloroformile sarnaneva lõhnaga on.

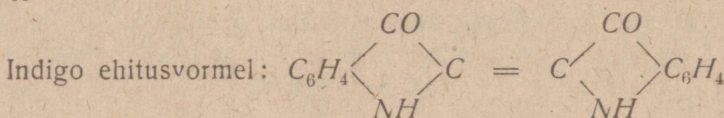
Kui pürrooli ringis —NH— rühma kohale hapniku ehk väävli aatom asetada, siis sünnivad furfuraan,



Pürroolring sünnitab bensoolringiga liitudes indooli

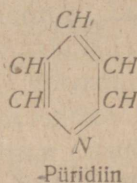
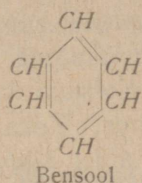


mis põhiaineks indigosinisele värvile on.

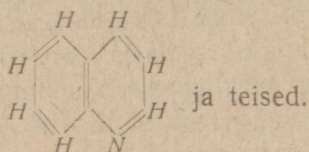


Kuuelülilise heterotsükklusega, kus viis C- aatomit ja üks N- aatom ringis, on püridiin.

Püridiin on bensool, milles kolmeväärine $\equiv CH$ -rühm lämmastiku aatomi vastu ära on vahetud.



Püridiin saadakse kuiva destillatsiooniproduktidest. Värvita, läbilõikava iseloomulise lõhnaga vedelik. Kõige huvitavam omadus püridiinil on selle kindlus kangete reagentide vastu. Väävelhape, näit., sünnitab sulfohappe alles 300° juures. Püridiinring liitub teistega. Bensoolringidega liitudes sünnib näit. hinoliin:



Alkaloiidid.

Alkaloiidid on lämmastikku sisaldavad aluslised ained, mis paljudes taimedes sagedasti orgaaniliste hapetega ühenduses ette tulevad. Enamasti on nad kanged kihvtid; väikesel hulgal võib mõnda nendest arstirohuna ja maitseainena tarvitada.

Üks osa alkaloiididest, mille molekulis hapnikku mitte ei leidu, on vedelikud ja kannatavad destilleerimist (koniin, nikotiin), suurem hulk aga sisaldab hapnikku ja on kristallised ained; mõned nendest lagunevad soendamisel kergesti. Üksikute alkaloiidide ehitus on teada. Mõnda nendest võib püridiinist sünnitada.

Tähtsamad alkaloiidid on järgmised: koniin, $C_8H_{17}N$. Leitakse taimes *Conium maculatum*, kõige rohkem selle viljas. Värvita, vastiku, terava lõhnaga vedelik. Keeb umbes $167^{\circ}C$ juures. Saadakse ka sünteetiliselt.

Nikotiin, $C_{10}H_{14}N_2$. Nikotiini leidub tubakas kuni 8%. Värvita, tubaka lõhnaga vedelik, mis $247^{\circ}C$ juures keeb.

Mõlemad ained on kanged kihvtid. Ühest tilgast nikotiinist, näit., on küllalt, et koera surmata. Õhu käes muutuvad nad pruuniks.

Hapnikku sisaldavate alkaloiidide hulk on palju suurem ja mitmekesisem. Nendest on tähtsamad:

Atropiin, $C_{17}H_{23}NO_3$, ja selle isomeerid. Leiduvad taimedes: *Atropa Belladonna*, *Hyoscyamus niger*, *Datura stramonium* jne. Atropiin sünnitab nõela- ja odatoolisi läikivaid kristallisid, mis $115,5^{\circ}C$ juures sulanevad. Atropiin teeb silmaterad suureks.

Kokaiin, $C_{17}H_{21}NO_4$, ja selle sarnased kihvtised ained leiduvad taime *Erythroxylon Coca* lehis. Kokaiini värvita, kergesti lagunevad kristallid sulanevad $98^{\circ}C$ juures. Kokaiin hävitab ajutiseks lanaha tundevõimu, mispärast seda ainet silma ja muude operatsioonide juures tarvatakse.

Strühniin, $C_{21}H_{22}N_2O_2$, ja brutsiin, $C_{23}H_{26}N_2O_4 + 4H_2O$, leiduvad taimis *Strychnos*. Värvita, väga mõruda maitsega, prismilised strühniini kristallid sulanevad $256^{\circ}C$ juures.

Vees sulavad need kristallid visalt.

Taimede *Cinchonae* koostes leidub suur hulk mitmesuguseid alkaloiidid; nendest on kõige tähtsam hiniin, $C_{20}H_{24}N_2O_2$. Selle aine sool- ja väävelhapusid soolasid tarvitakse palaviku vähendamiseks, mõnede haiguste, näit., malaaria arstimisel.

Piimataolisest moonivedelikust saadud oopiumist võib suur hulk alkaloiidid saada. Kõige tähtsam nendest on morfiin, $C_{17}H_{19}NO_3$, mida oopiumis 10—18% leidub. Värvita läikivad prismilised kristallid. Müügiks tarvitakse selle aine soolhaput soola, mis vees ja alkoholis kaunis hästi sulab; värvita sulatis on mõruda maitsega.

Teistest oopiumis leiduvatest kihvtidest on nimetamise väärt veel kodeiin ja narkotiin. Sünnitavad värvita kristallisid.

Oopiumi suitsetamine hommikumaa ja morfiini tarvitamine üksikute inimeste poolt viib rutulisele kõdunemisele.

Alkaloiidide sarnased, kuid teisest orgaaniliste ühenduste harrust on kofeiin, teiin ja teobromiin.

Kofeiin ja teiin, $C_8H_{10}N_4O_2$, on isomeerained. Neid leidub kohviubades ja teelehtedes. Kuuluvad kangemate kihvtide hulka. Väikesel määral tarvitades aitavad lämmastikku sisalvavaid aineid kergemini sarnastada. Sarnaneb kofeiinile teobromiin, $C_7H_8N_4O$, mida kakaos leidub.

[Katse 64.] Et teiini saada, selleks võetakse $\frac{1}{2}$ teelusika täit musta hiina teed, hoerutakse portsellaanuhmris hästi peenikeseks ja mahutakse uuriklaasi peale, mis teise niisama suure klaasiga kaetakse. Klaasid asetatakse nõnda kolmnurga peal väikese gaasitule kohale, et 7 cm. leegi ja klaasi vahele jääb; gaasipõleti leek ei tohi mitte üle 1 cm. kõrge olla. Sublimatsioon kiirendamiseks võib üle-

mise klaasi peale tilga vett lasta. Kui veehigi, mis esimesena ülemise klaasi peale kogub, kadunud on, ilmuvad 10—15 minuti järele piskesed värvita nõelataolised teini kristallid. Pikema kuumendamise juures lagunevad need kristallid ja muutuvad pruuniks. Teiin sulab kergesti vees.

Kui tee asemel kohvi võtta, siis ilmuvad ülemise klaasi külge kofeiini kristallid.

Munavalgeained.

Ainete hulk munavalge omadustega on kaunis suur. Nende hulgas leiame niisuguseid, mis väliselt vähe sarnased on, nagu harilik munavalge ja sarv, liim ja kohupiim. Munavalged ja nende järeltulijad: sarvaine, liimaine jne. sünnitavad suurema osa inimese ja loomade kehast, maha arvatud vesi. Inimese kehal on järgmine koosseis:

vett	67,6%	rasva	2,5%
munav.	15,2—	soolasid	9,2 —
mun. jär.	4,9—	muid üh.	0,6—

Taimekehaga võrreldes, puuduvad peaaegu täiesti süsivesikud, mida mõnedes taimeosades kuni 70% leidub.

Munavalgetest seisab koos taimede ja loomade rakukeste „elukandja“ alglima ehk protoplasma.

Munavalgetes leiame peale *C*, *H*, *O* veel alati *N* ja *S*.

<i>C</i>	51 — 55%
<i>H</i>	7%
<i>N</i>	15 — 17%
<i>O</i>	20 — 30%
<i>S</i>	0,4 — 2,4%

Mõned nendest sisaldavad peale nende viie elemendi veel vörorit, rauda, joodi jne.

Eelseisvast tabelist on näha, et munavalgeainete protsendiline koosseis peaaegu ühesugune on.

Teiseks iseäralduseks nende juures on see, et nad suuremalt osalt kõik kolloidaalsed ained on.

Kolmandaks on munavalged ühesarnased selle poolest, et neid kahel kujul võib leida: sulavas olekus ja kalgastanult.

Harilikud munavalged sulavad puhtas ehk lahjas lehelislises vees, kust neid, näit., väävelhapu ammooniumi kristallide abil sadestada võib. Sadestavad ja kalgastavad munavalget piiritus, lahja salpeeterhape, parkhape ja soojus $50^{\circ} - 100^{\circ} C$; kalgastanud munavalged sulavad kangetes hapetes ja lahjades alustes.

Munavalgeaine molekuli ehitusest on vähe teada. Raskust nende ehituse tundmaõppimisele teeb see, et munavalge molekul väga suur on: selles leidub mitu tuhat aatomit. Siiski on võimalik olnud analüütilisel teel selgusele jõuda munavalge molekuli koosseisu kohta. Viimane laguneb kergesti vähematesse üksustesse juba lihtsa hüdrolyüsi abil; selle juures sünnivad amiinhapped, mille molekulis süsinikuatomite hulk alla 12 on. Munavalgete lagunemisel on amiinhapped pea ühed ja needsamad, ainult ühes on ühte rohkem kui teises.

Kõik munavalged jagatakse kolme järgmisesse rühma.

I. Proteiinid — harilikud munavalged.

II. Proteiidid — ühendused, mis harilikkude munavalgete ja teistsuguste ühenduste kokkuliitumisel sünnivad.

III. Albuminoiidid — ained, mis suurema osa hariliku munavalge omadustest juba on kaotanud.

I. Proteiinid.

Siia rühma kuuluvad: 1) albumiinid, 2) globuliinid, 3) nukleoalbumiinid ja 4) kalgastanud proteiinid.

A. Tuntakse munade-, piima-, loomade- ja taimedealbumiinid. Albumiinidega koos leidub ka globuliinid.

Albumiinid sulavad puhtas vees, globuliinid mitte.

Katsed albumiiniga.

[Katse 56.] Kanamuna munavalge eraldakse kollasest ja kallatakse 500 cm^3 mahutusega pudelisse, kuhu veel 300 cm^3 vett juurde lisatakse; pudel korgitakse kinni, raputatakse mõni minut ja kurnatakse paar kord läbi. Kurne on täiesti läbipaistev, sest munavalge sulab vees ära.

[Katse 66.] Eelmisel katsel saadud sulatisest võetakse mõni cm^3 katseklaasi ja lastakse ühes soojamõetjaga 60° vette. Munalbumiin kalgastab 56° juures.

[Katse 67.] Mõnele cm^3 munavalgesulatisel lisatakse paar tilka conc. salpeeterhapet juurde. Sünnib valge sade, sest kangete mineraalhapete mõjul kalgastuvad munaalbumiinid (lahjade hapete mõjul mitte).

[Katse 68.] 5 cm^3 munavalgesulatisel lisatakse 2 cm^3 äädikat juurde ja soendakse, kuni segu keema hakkab. Munavalgealbumiin ei kalgasta mitte, sest keelajaks on äädikhape.

[Katse 69.] 5 cm^3 munavalgesulatisel lisatakse 5 tilka raua-, vase- ehk elavhõbeda-sulatis juurde. Sünnib ühendus, mis sadestub. Pääsevad raskete metallide soolad veresse, siis sünnib sedasama (raskete metallide soolad on kihvtised).

Nukleoalbumiinid on munavalged, mis veel vosvorit sisaldavad; nendel on hapete omadused, mispärast nad kergesti metallidega ühinevad. Tähtsam nendest on piimas leiduv kaseiin.

Lehmapiimas leidub kaseiini 3—5,5%, albumiini 0,53%. Kaseiin on piimas ühenduses kaltsiumiga ja sellepärast sulav. Äädikhape, soolhape ja teised lahjad happed sadestavad kaseiini, sest et happed kaltsiumiga ühinevad, kuna kaseiin ise vees mitte ei sul. Alkaalides sulab ta ja teda võib lahjade hapetega sealt jälle sadestada. Maoimas ehk maavedelikus leiduv entsüüm muudab kaseiini parakaseiiniks, mis kaltsiumsooladega kergesti sadestub (juust), sest et selle kaltsiumsoolad vees mitte sulavad ei ole.

Piimas leidub piimsuhkurt, mis käärimisel piimhappeks muutub. Piimhape sadestab ka kaseiini, nõndasamati nagu lahjad mineraalhapped.

Kunstlikud piimpreparaadid on harilikult kaseiinühendused metallidega ($\text{Na}, \text{K}, \text{NH}_4$ jne.).

B. Muutunud harilikud munavalged.

Nende hulgast on:

- 1) Fibriin, mida tardunud veres leidub.
- 2) Harilikkude munavalgete sulatisel hapetes ja alustes; need munavalged ei kalgasta soendamisel.
- 3) Peptonid, mis harilikkude munavalgete seedimisel sünnivad.

II. Proteiidid.

Proteiidide koosseis on keerulisem kui proteiinidel.

Proteiidid on munavalgete liitumisel süsivesikute, pigmentide jne. ainetega sündinud.

- 1) Hämoglobiin, mida punastes verelibledes leidub, seisab koos munavalgest ja raua sisaldavast orgaanilisest värvainest — hämatiinist.
- 2) Taimeroheline ehk klorofüll; hämoglobiini sarnane.
- 3) Nukleoproteiidid, tähtsamad munavalged raku südames. Lõhenemisel sünnivad peale munavalge veel süsivesik 5 süsinik-aatomiga, voşvorhape jne. Loomade limades leiduvad munavalgeained lõhenevad munavalgeks ja süsivesikuteks.

III. Albuminoidid.

Need ained on palju harilikkude munavalgete omadustest kaotanud ja võiks neid munavalge järeltulijateks nimetada. Tähtsam nendest on sarvaine, millest sarved, kabjad, küüned, suled, juuksed jne. on, ja liimisünnitaja, põhiaine kõitkudedes ja luudes.

Liimivalmistamine [katse 70]. Klaassilindrisse paigutakse seajala kondid ja kallatakse 5% soolhapet niipalju juurde, et luud kaetud on. Mõne aja jooksul sulatab soolhape mineraalained ära ja jäänused tõusevad pinnale. Nad jäetakse mõneks ajaks puh-tasse vette seisma, et soolhapet välja pesta, ja lõigatakse pärast seda mitmeks tükiks. Tükid keedetakse vähese veega. Jahtudes sünnib liim, mida shelatiiniks nimetakse.

Sissejuhatus.

A.

Aatsobensool	77
„ ksübensool	77
„ värv	78
Albumiinid	90, 91
Albuminoidid	90, 92
Aldehüüdid	47, 81
Aldehüüdrühm	47
Aldoos	62
Alifaatiline ühendus	20
Allüleen	19, 34
Alkaloidid	87
Alkoholid	42, 44
Alküülsoolad	56
Amiidalus	65
Amiinalus	65
Amiinhape	24, 66
Amiinid	65
Amiinpropioonhape	66
Amiinrühm	23, 25, 65
Amiinaadikhape	23
Amüülalkohol	44, 45
Analüüs elementaarne	14
„ orgaaniline	11
Aniliin	26, 77, 78
Antifebriin	78
Antratseen	71
Aromaatileine ühendus	21
Aspiriin	83
Asvalt	33
Atropiin	88
Atsetoon	49
Atsetüleen	19, 37, 38
Atsetüleenirea süsivesinikud	19, 38

B.

Bensiin	32
Bensoaldehüüd	81
Bensohape	75, 76, 81
Bensohappe sulfamiin	82, 83
Bensohappu fenüül	82
„ etüül	81
Bensool	20, 69, 70, 78
Bensosulfohape	78

Bensüülaldehüüd	75, 76
„ alkohol	75, 76, 79, 81
„ amiin	78
„ kloriid	75, 76, 82
Berliinisinine	13
Broomfenoolid	78, 80
Broomisetaan	20
Brutsiin	88
Butaan	25, 30, 31, 40
Butüülalkohol	44
Butüleen	19, 37, 40
Butüüleeter	50
„ etüüleeter	50

D.

Deflegmaator	9
Dekstriin	64
Destillatsioon järguline	8
„ kuiv	72
Diatsoühendus	78
Dimetüülbensool	71
„ ketoon	49
Dünaamit	57

E.

Eboniit	69
Eetersoolad	56
Eetrid	49
Etaan	18, 19, 22, 29
Etüleen	19, 20, 33, 36, 37
„ bromiid	35
Etüleenirea süsivesinikud	19, 35
Etüleenkloriid	33
Etüül	25, 29
„ aldehüüd	48
„ aldehüüdhüdraat	48
„ alkohol	21, 22, 43, 44, 45
„ eeter	50, 51
„ väävelhape	33, 35, 37

F.

Fenantreen	72
Fensool	79

Fenüületüüleeter	80
hüdroksüülamiin	77
Fibriin	91
Formaldehüüd	48
Formaliin	48
Fruktoos	62
Furfuraan	86

G.

Gallushape	84
Globuliinid	90
Glükool	44
Glükoos	62
Glütseriidid	58
Glütseriin	44, 47
Guttapertsh	69

H.

Haloiidetüleenid	42
Haloiidide määramine	14
Happeamiin	24, 66
Happed	52
aromaatsed	81
Heterotsükiline ühendus	21, 86
Hinin	88
Hinoliin	87
Homoloogne keha	30
rida	30
Hämoglobiin	92
Hüdratsolensool	77
Hüdrohinoon	80
Hüdroksüül	25, 43

I.

Indigo	86
Indool	86
Invertsuhkur	63
Isobutaan	25, 40
Isomeerained	25, 26
Isonitriil	67

J.

Jodoform	42, 46
Joodisetüül	41

K.

Kaaliaparaat	14
Kaltsiumkarbiid	37
Kamfeen	85
Kampver	84, 85
Karboksüül	25, 52
Karboohape	79, 80
vesi	79
Karbotsükline ühendus	21, 68
Kaseiin	91

Kautshuk	69
Ketoonid	49
Kibemandli õli	81
Kiudaine	64
Kivisöetõrv	73
Kliister	64
Klooranhüdriid	24
Klooristoluool	75
Kloorkaltsiumtoru	14
Kloormetaanid	41
Kloroform	41, 42
Klorofüll	92
Koffeiin	88
Kodeiin	88
Kohupiim	89
Kokaiin	88
Kolloodium	64
Koniin	87
Kordiit	58
Kremortartar	55
Kresool	80
Kristallsatsjoon järguline	11
Kristalloose	83
Krotonüleen	19, 39
Ksülool	71
Kusiaine	67

L.

Lahutuskurn	11
Lanoliin	61
Liebigi jahutaja	8
Ligroin	32
Liimaine	89, 92
Limonaad	55, 56
Limoneen	84
Lämmastiku määramine	13
Lüddiit	80

M.

Maavaha	33
Maltoos	63
Masuut	32
Meliniit	80
Mentool	85
Merevaikhape	45
Metaan	18, 27, 28
Metaanirea süsivesinikud	18
Metameeria	27
Metüleenid	68
Metüül	25, 29
aldehüüd	48
alkohol	43, 44, 45
amiinid	65
aniliin	26
bensool	70
eeter	50
etüüleeter	50
ketoon	49
Monoosid	61

Morfiin	88
Munavalgeained	89
„ muutunud	91

N.

Naatriumetülaat	49
„ fenolaat	80
Naftaliin	71
Nahvta	31
Narkotiin	88
Neljaliskloormetaan	41
Nikotiin	87
Nitril	67
Nitroetüül	65
„ bensool	76, 77
„ glütseriin	57
Nitroosobensool	77
Nitroradikaal	25
„ toluool	77
„ ühendused	22, 23, 64, 65, 76
Nukleoalbumiinid	90, 91
„ proteiidid	92

O.

Oblikhape	54, 67
Oksamiid	67
Oksübensohape	83
Oksühape	52, 55, 56
„ aromaadne	81
Oleihinape	58
Oopium	88
O-toluoolsulfamiin	82

P.

Palmitiinhape	55
Paraffiin	32, 33
Parakautshuk	69
Parkhape	83
Pentaan	31, 40
Pentüülalkohol	44
Peptoonid	91
Petroleeter	32
Petroleum	32
Pigi	32
Piimahape	15, 17, 54
Piimasuhkur	54, 63
Pikriinhape	80
Pilliroosuhkur	61, 62
Pineen	85
Plaastriaine	59, 60
Polioosid	63
Propaan	30
Propioonhape	53
propüleen	19, 36, 37
Propüülalkohol	43, 44

Propüüleeter	50
„ etüüleeter	50
Proteiidid	90, 91
Proteiinid	90
Puhastusöli	32
Puuviljasuhkur	61, 62
Püridiin	87
Pürogallool	80
Pürrool	21, 86

R.

Radikaal	25
Rasvained	58, 59

S.

Sahariin	82, 83
Salitsüülhape	83
Sarvaine	89, 92
Seep	59, 60
Selluloos	61, 64
Shelatiin	92
Sidrunhape	55
Sipelghape	48, 53
Sorbit	61
Spermatseet	61
Steariinhape	58
Strühnin	88
Suitsuta püssirohi	58
Sulfohapped	78
„ ühendus	23
Sülvestreen	84
Süsiniku määramine	12
Süsvesikud	61
Süsvesinikud	27
„ alapiirilised	20, 31
„ piirilised	20, 31

T.

Taimeroheline	92
Tanniin	83
Teiin	88
Teobromiin	88
Tetrahaloiidsüsinikud	43
Tiofeen	86
Toluidiinid	26, 78
Toluool	70, 81
Toluoolsulfokloriid	82
Trioksübensohape	84
Tropilideen	69
Tsükliiline ühendus	21
Tsükloolefiinid	69
Tsükloparaffiinid	68, 69
Tärklis	61, 64
Tärpeenid	84
Tärpentiin	85

Tarpineen	84
Tärpinoleen	84

V.

Vaha	60, 61
Valgustus gaas	72, 73, 74, 75
Vaseliin	32, 33
Vesiniku määramine	12
Viinamarja suhkur	45, 62
Viinhape	55
Viinhapu kaalium	55
Väavli määramine	14
Vürtsi kolb	9

Ä.

Äädikaldehüüd	22, 48
" aniliid	78
Äädikhape	22, 53
Äädikhape amiin	67
Äädikhapu amiid	24
" ammoonium	67, 68
" etüül	57
" kaalium	68
" klooranhüdriid	66, 67
Äädiknitriil	66, 67

Õ.

Õlid	58
----------------	----