

A. VEIDERMA

NOOR-EESTI TRÜÜ
TARTUS, KASTAN

ORGAANILINE KEEMIA

GÜMNAASIUMI III KLASSILE

TARTU EESTI KIRJASTUS

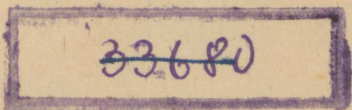
A. VEIDERMA

NOOR-EESTI TRÜ
TARTUS, KASTA

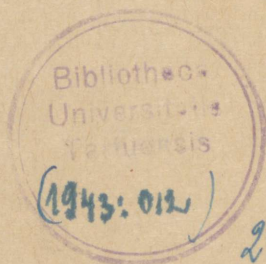
ORGAANILINE KEEMIA

GÜMNAASIUMI III KLASSILE

IV TRÜKK



TARTU EESTI KIRJASTUS



2-63946

A-142,69

Korrektor M. Kindlam.

„Noor-Eesti“ trükikoda, Tartu, 1942.

1. Orgaanilisist aineist üldiselt.

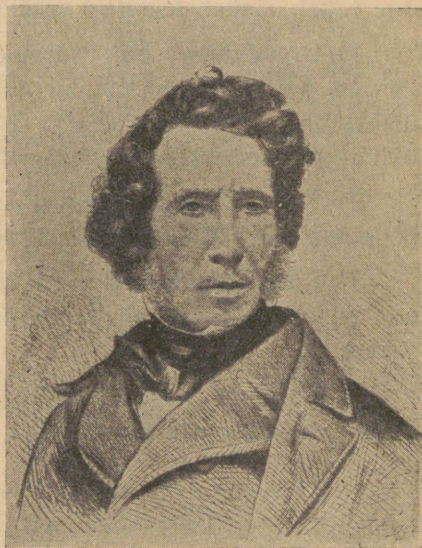
Taimedest ja loomadest saadakse mitmesuguseid aineid, nagu suhkrut, tärklis, tselluloosi, rasva, valke jne. Kõik need ained süsistuvad kuumutamisel, mis asjaolu on tõenduseks, et nad sisaldavad süsinikku. Viimasega seltsivad harilikult vesinik, hapnik, mõningais ühendes lämmastik ja harvemini veel teised elemendid, nagu väävel, fosfor, halogeenid ja teised.

Kõiki süsinikku sisaldavaid liitaineid nimetatakse orgaaniliseks aineks. Neid aineid käsitleb orgaaniline keemia, mida võiks nimetada ka süsinikuühendite keemiaks.

Kuni möödunud sajandi esimeste aastakümneteni arvati, et ained, mida saadakse elusaist organismidest — taimedest ning loomadest, või mis on valmistatud viimaste saadustest, erinevad täiesti eluta ehk mineraalsest aineist.

Kõik katsed — valmistada orgaanilisi aineid kunstlikult —

nurjusid. Sel põhjusel arvati, et ained, mis on seotud eluga, ei allu üldisile keemiaseadusele, ja et need võivad tekkida ainult elavate organismide salapärase „elujõu“ (*vis vitalis*) toimel.



Joon. 1. Friedrich Wöhler.

Selle arvamise lükkas ümber saksa õpetlane Friedrich Wöhler¹. Tal läks korda valmistada esimest korda orgaanilist ühendit karbamiidi ehk kusiainet — $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ — ainet, mis eritub lagusaadusena loomakehast, anorgaanilisest ainet ammoooniumsüanaadist (NH_4CNO) soojuse toimet. Viimast ainet võib saada sünteetiliselt. Mõni aeg hiljem, 1843. a., õnnestus õpetlasel Kolbel valmistada sünteetiliselt teist orgaanilist ainet äädikhapet. Õpetlased olid sunnitud nüüd muutma oma vaadet orgaaniliste ainete tekkimisele. Tuldi otsusele, et orgaaniliste ühendite reaktsioonide kohta kehtivad samad keemilised seadused, mis anorgaaniliste ainete kohta.

Praegusel ajal osatakse suuremat osa lihtsamaid orgaanilisi aineid valmistada sünteetiliselt.

Kuigi puudub oluline vahe orgaaniliste ja anorgaaniliste ühendite vahel, käsitletakse neid siiski eraldi, ja seda järgmisil põhjusil:

1) Orgaaniliste ehk süsinikuühendite arv on väga suur. Praegu tuntakse neid miljoni ümber (anorgaanilisi ühendeid on umbes mõnikümmend tuhat). Niisuguse suure arvu pärast on otstarbekohane käsitleda neid lahus anorgaanilisist aineist.

2) Suurem osa orgaanilisi aineid saadakse ikkagi taimedest ja loomadest või valmistatakse nende saadusist.

3) Kõigil orgaanilisel aineil on mõned ühised omadused, näit. nad laguvad kõrges temperatuuris, muutuvad kergesti reaktiivide toimet jne.

4) Terminit „orgaaniline keemia“ on hakatud teaduses tarvitama ja ta on omandanud seega kodanikuõigused.

¹ Friedrich Wöhler sündis 1800. a. Frankfurdi (Maini ä.) läheduses ja suri 1882. a. Göttingeni ülikooli keemiaprofessorina. Ta oli kuulsu Berzeliuse õpilane ja töötas käsikäes teise tähtsa keemiku Justus Liebig'iga.

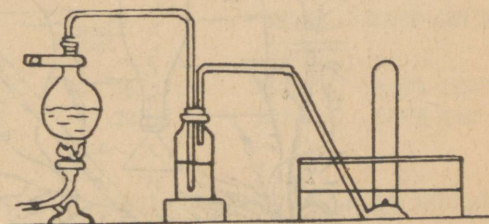
Süsivesinikud.

2. Küllastatud (piirilised) süsivesinikud.

Metaan ehk soogaas. Kuumutame retordis 10 g äädikhapenaatriumi, millest vesi on kuumutamise teel eraldatud, ja 20 g naatronlubja segu. Et eralduvat gaasi puhastada, laseme ta enne läbi väävelhappe ja kogume siis läbi vee nõusse. Kogumist alustame siis, kui gaasimullid süttivad plahvatuseta (põleva tikuga katsuda!).

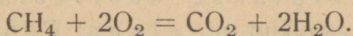
Tekkinud gaasi nimetatakse *m e t a a n i k s*. Ta on värvita, lõhnata ja maitseta gaas, mis ei lahustu vees. Õhust on ta ligi kaks korda kergem, seepärast tuleb hoida gaasinõu suuga allapoole. Metaan põleb vaevalt nähtava leegiga, tekitades põlemissaadustena süsihappegaasi ja vett.

Kui teda segada õhuga, siis plahvatab segu süütamisel korraga põlema. Kõige kardetavam on ühe ruumosa metaani ja kahe ruumosa hapniku või kümne ruumosa õhu segu.



Joon. 2. Metaani saamine.

Metaani valem on CH_4 ; tema põlemise võrrand on:



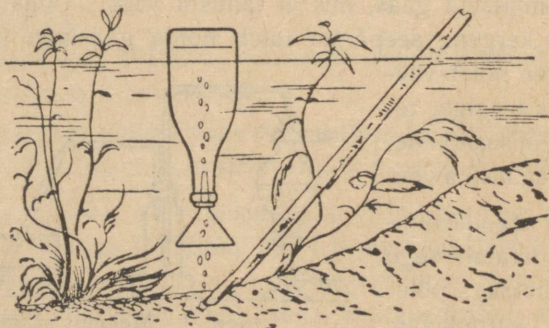
Kui laseme metaani läbi broomvee, ei märka me mingit muutust, sest broomi ja metaani vahel ei toimu mingisugust reaktsiooni.

Looduses tekib metaan orgaaniliste ainete laostumisel bakterite mõjul. Seisvast veest, kuhu on kogunenud taimeosi, nagu lehti, oksid jne., kerkivad gaasimullid veepinnale. See gaas ongi metaan; teda nimetatakse *k a s o o g a a s i k s*. Teda võib koguda veega täidetud pudelisse, hoides viimast kummuli vees ja sorkides laostuvaid osi veekogu põhjas.

Et gaasi oleks parem koguda, hoiame pudelil leetri peal.

Mõnes kohas tungib metaani maa seest välja, näit. Bakuu lähedal Kaspia mere rannal ja Pennsylvanias. Säärasel korral kutsutakse teda maagaasiks, ka loodusgaasiks. Meie kodumaal leidub seda gaasi Keri saarel, kus teda varemalt (1907.—1912. a.) tarvitati tuletorni valgustamiseks. Laiemat kasutamist leiab loodusgaas USA-s.

Söekaevandusis on metaan, siin kaevandusgaasiks nimetatud, sageli plahvatuste põhjuseks. Plahvatusohu vältimiseks hoolitsetakse eriti kaevanduse ventileerimise eest, valgustamiseks tarvitatakse erilisi Davy kaitselampe. Harilik valgustusgaas sisaldab metaani kuni 40%.



Joon. 3. Soogaasi kogumine veekogu põhjast.

Aineid, mis koosnevad süsinikust ja vesinikust, nimetatakse süsivesinikeks. Metaaniga sarnased süsivesinikud on: etaan, C_2H_6 , vees lahustumatu gaas, kuid raskem kui õhk; propaan, C_3H_8 , samuti gaas; butaan, C_4H_{10} , kergesti vedelduv gaas, jne.

Broomvesi, samuti ka koondatud happed, ei mõju neile süsivesinikele. Nad on inertsed ained, mis ei ühine teiste ainetega.

Üldiselt nimetatakse neid küllastatud (piirilisteks) süsivesinikeks, inertsuse tõttu ka parafiinideks¹, üldvalemiga C_nH_{2n+2} .

Kui kirjutada kõik küllastatud süsivesinikkude valemid üksteise järele süsinikuaatomite kasvades nende molekulis, alates

¹ *Parum affinis* — liiga vähe sugulane.

metaaniga, siis saame nõndanimetatud homologse rea, milles kõrvuti seisvate ainete molekulid erinevad üksteisest rühmaga CH_2 . Reas leiduvaid üksikuid aineid kutsutakse homologideks. Et küllastatud süsivesinikkude rea eesotsas seisab metaan, siis kutsutakse siia kuuluvaid süsivesinikke ka metaanrea süsivesinikeks.

Küllastatud süsivesinikud $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

Valem	Nimi	Harilikus temperat.	Sulamis-täpp	Keemistäpp	Erikaal vedelas olekus
CH_4	metaan . . gaas		-186°C	-164°C	0,415
C_2H_6	etaan . . . „		-172°C	-93°C	0,446
C_3H_8	propaan . . „		—	$-44,5^\circ \text{C}$	0,536
C_4H_{10}	butaan . . „		-135°C	$+1^\circ \text{C}$	0,600
C_5H_{12}	pentaan . . vedelik		—	$+36^\circ \text{C}$	0,627 (15°)
C_6H_{14}	heksaan . . „		—	$+69^\circ \text{C}$	0,658 (20°)
			jne.		
$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	tetradekaan „		$+5^\circ \text{C}$	$252,5^\circ \text{C}$	0,775 (20°)
$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	heksadekaan tahke		$+18^\circ \text{C}$	$287,5^\circ \text{C}$	0,778 (20°)
			jne.		

Nagu tabelist näha, on esimesed neli ($\text{CH}_4 - \text{C}_4\text{H}_{10}$) ühendit hariliku temperatuuri juures gaasid; süsiniku ja vesiniku aatomite kasvades tulevad vedelad ained C_5H_{12} -st $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ -ni, ja alates $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ -st tahked ained. Keemistäpiga rööbiti tõuseb ühtlasi nende ainete erikaal.

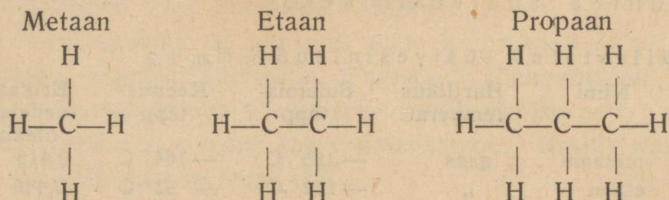
3. Molekuli ehitus ehk struktuur. Isomeeria.

Valemid, millega seni märkisime aine koostist, näitavad, mis sugustest elementidest koosneb liitain ja kui palju on iga elemendi aatomeid selle liitain molekulis. Sääraseid valemite nimetatakse empiirilisteks. Kuid empiiriliste valemite abil ei saa otsustada, kuidas on aatomid molekulis üksteisega ühendatud.

Et näidata graafiliselt, kuidas on aatomid molekulis ühendatud, tarvitatakse nn. ehitus- ehk struktuurivalemeid. Struktuurivalemeis märgitakse

aatomitevaheline keemiline side joonekestega. Nende arv iga üksiku aatomi juures näitab ühtlasi selle elemendi valentsust. Orgaanilise ühendi molekulis on juhtival kohal neljavalentne süsiniku-aatom.

Nii märgitakse küllastatud süsivesinikke järgmiselt:



Sageli jäetakse joonekesed märkimata ja süsivesiniku struktuurivalemis kirjutatakse süsiniku aatomid ühes temaga seotud vesinikuaatomitega üksteise järele nagu ahela lülid. Süsiniku-aatomite-vaheline side märgitakse sel puhul punktiga.

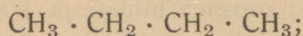
Näit. etaan: $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_3$, propaan: $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$.

Isomeeria. Mõnedel erinevate omadustega ainetel on ühesugune empiiriline valem. Seda nähtust kutsutakse isomeeriaks. Näit. on kahest butaanist (C_4H_{10}) ühel keemistapp $+1^\circ \text{C}$, teisel -17°C ; esimese erikaal on 0,6, teise 0,6029.

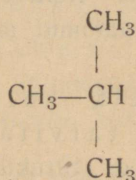
Esimest butaani kutsutakse harilikuks butaaniks, teist isobutaaniks.

Nende ainete erinevad omadused on tingitud molekuli ehitusest.

Nõnda on butaani struktuurivalem:

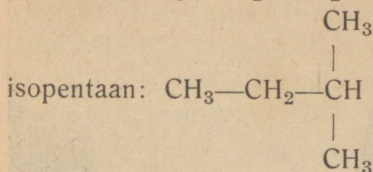


isobutaani struktuurivalem on:

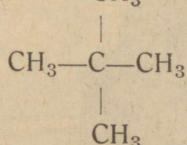


Pentaanil C_5H_{12} on kolm isomeeri:

pentaan: $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$;



tetrametüülmetaan:



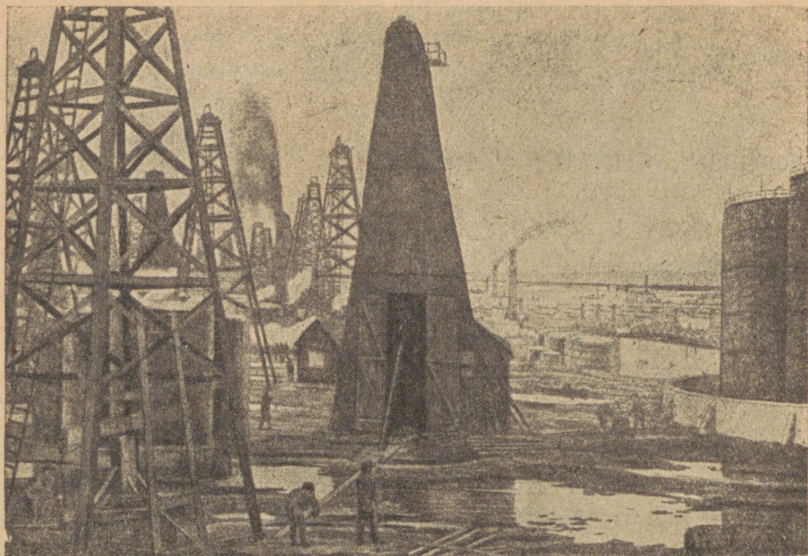
Süsinikuaatomite arvu suurenedes süsivesiniku molekulis kasvab isomeeride arv. Nõnda on heksaanil (C_6H_{14}) 5, heptaanil 9, oktaanil 18, tridekaanil ($C_{13}H_{28}$) koguni 802 isomeeri; ainele valemiga $C_{14}H_{30}$ vastab 1858 isomeeri jne. On tõsi, et suurt osa neist isomeeridest pole tegelikult saadud ja nad on seega teoreetilised ained. Põhjuseks pole mitte asjaolu, et nende saamine oleks võimatu, vaid et selleks pole tegelikku vajadust.

4. Nafta ehk maaõli. Maavaha. Asfalt. Süntetiline nafta.

Tähtsaim looduses leiduv süsivesinikest koosnev aine on nafta ehk maaõli, mida leidub mitmes kohas. Tema tähtsamad leiukohad on USA-s (Pennsylvania, Kalifornia jt.), NSVL-s (Bakuu Kaspia mere rannikul) ja Venezuelas. 1936. a. andis USA 60%, NSVL 12%, Venezuela 9,5% maailma naftatoodangust.

Ameerika nafta on rikas küllastatud süsivesinikest, kuna Kaukaasia õli koosneb peamiselt ringsüsivesinikest ehk naftenidest, üldvalemiga $C_n H_{2n}$ (vt. § 26).

Nafta tekkimine on seni lõplikult selgusetu. Ühed (saksa keemik Engler jt.) arvavad, et nafta on tekkinud taime- ja loomajäänuseist, mis aegade jooksul maapinna muutuste tõttu sattusid sügavamaisse kihtidesse, kus neist kõrge kuumuse ja suure rõhu-



Joon. 4. Naftaväli Pennsylvanias.

mise tagajärjel tekkis vedel nafta. Teised õpetlased, näit. Mendelejev, oletavad, et nafta on tekkinud sügavas maapõues vee toimel metallkarbiitidele, millest oletatakse koosnevat maakera sisemine tuum. Mõlemad oletused on põhjendatud katsetega. Uusimad uurimised tõendavad nafta päritolu taimedest.

Nafta saamiseks puuritakse maapinda sügavad augud (sügavamad puuraugud Kalifornias ulatuvad üle 3000 m), millest ta joana purskub üles või teda välja pumbatakse.

Nafta on tumepruun, veniv, veest veidi kergem õli.

Kuigi nafta oli tuntud juba vanal ajal (egiptlased tarvitasid teda laipade balsameerimiseks, roomlased ravimina jne.), algas tema laiaulatuslikum tarvitamine umbes 70—80 aastat tagasi kuulsa naftaallika avastamisega Titusville'i juures Pennsylvanias (1850. a.).

Nafta põleb, andes palju soojust. Kuid puhastamata naftat tarvitatakse harva kütteks.

Palju suurema väärtusega on nafta järgulise destilleerimise ehk utmise saadused, mida kogutakse erikaalu

järgi. Saadud õlid destilleeritakse uuesti ja puhastatakse keemiliselt. Müügil olevaid kergemaid õlisid kutsutakse petrooleumi-eetrikks (keeb kuni 70°C), bensiiniks (keeb 70 kuni 120°C) ja ligroiiniks (keeb $120\text{—}150^{\circ}\text{C}$). Bensiin on tähtsaim mootorite küttaaine autodes, lennukis jne. Ta lahustab hästi kautšukit. $150\text{—}300^{\circ}\text{C}$ juures keev õli moodustab petrooleumi ehk lambiõli. Üle 300°C keevast osast saadakse a) mootorite kütteõli; b) määrdeõlisid, millega määratakse masinate osi, et vähendada hõõrdumist ning kulumist töötamisel ja takistada roostetamist; d) vaseliini, mida tarvitatakse salvideks, nahamäärdeks jne., ja e) tahket parafiini (parafiinvaha), millest valmistatakse küünalaid või millega immutatakse paberit ja riidet, või asfalti. Neid üle 300° destilleeritud raskemaid õlisid tuntakse ka masuudi nime all, mida tarvitatakse küttaaineks.

Suurim nõudmine valitseb õliturul kerge õli ehk bensiini järele. On korda läinud kergeid õlisid saada raskeist. Selleks kuumutatakse viimaseid üle 300°C suure rõhu all, mispuhul need laostuvad ja tekitavad esimesi. Niisugust töötlemisviisi kutsutakse krakkimiseks.

Krakkimismenetlusega on korda läinud tõsta nõutavama naftasaaduse bensiini toodangut mitmekordseks. Umbes 44% USA bensiinitoodangust on saadud krakkimise teel.

Parafiinidest koosneb ka osokeriit ehk maavaha, mis on arvatavasti tekkinud naftast. Puhastatud maavaha kutsutakse tseresiiniks; teda tarvitatakse küünalde valmistamiseks, põrandate poonimiseks jne.

Asfalt on must pigisarnane aine, mille kohta arvatakse, et ta on tekkinud naftast. Asfaldiga sillutatakse tänavaid, temast valmistatakse asfaltlakki jne. Asfaldi leiukohtadest on nimetamisväärt nn. Pigijärv Trinidadil saarel Lõuna-Ameerika kirderannikul.

Maades, kus puuduvad nafta tagavarad (näit. Saksas), töötatakse juba kauemat aega küsimuse kallal, kuidas saada kunstlikku naftat. Saksa õpetlasel Bergiusel läks korda kivisöe kuumutamisel vesinikus $450\text{—}500^{\circ}\text{C}$ juures suurel rõhumisel (umbes

200 at) saada naftasarnast vedeliku. Seega võib tahket kütta-
ainet kivisütt muuta vedelaks s ü n t e e t i l i s e k s n a f t a k s.

Saksa keemikute Fischeri ja Tropschi menetluse järgi saa-
dakse bensiini vingugaasi CO ja vesiniku segust, millest umbes
200° C juures metalsete katalüsaatorite mõjul tekivad süsivesini-
kud (bensiin) ja vesi.

Bensiini saamine sünteetiliselt tähendas Saksale vabanemist
õliallikaid omavate riikide monopolist.

5. Küllastumatud (alapiirilised) süsivesinikud.

Etüleenrea süsivesinikud. Segame osa viinpiiritust (30 g)
kahe osa koondatud väävelhappega (60 g). Siis raputame natuke
kuiva puhast liiva suurde kolbi ja valame sinna 150 g väävelhappe
ja 25 g viinpiirituse segu. Kolvi seame liivavanni, suleme ta
korgiga, millest on läbi pistetud kraaniga ja pika toruga lehter
ning gaasikogumise toru. Kolvi ettevaatlikul soojendamisel hak-
kab segust eralduma gaase, mida juhime läbi kahe pesupudeli;
neist sisaldab esimene koondatud väävelhapet piirituse ja eetri-
aurude kõrvaldamiseks, teine lahja sööbenaatriumilahust tekki-
vate CO₂ ja SO₂ kõrvaldamiseks. Katse alguses valmistatud pii-
rituse ja väävelhappe segu valame vähehaaval lehtri kaudu kolbi,
avades selleks lehtri kraani. Tekkivat gaasi kogume samuti nagu
metaanigi läbi vee silindrisse.

Seda gaasi nimetatakse e t ü l e e n i k s, valemiga C₂H₄. Ta
on vastiku lõhnaga mürgine ja värvitu gaas, õhust veidi kergem.

Kui lähendame toruotsale põleva tiku, süttib etüleen põlema
kollaka heleda leegiga. Kui hoiame leegis külma portselankaussi,
koguneb valgele pinnale tahma.

Laseme silindrisse ühe ruumosa etüleeni ja 3 ruumosa
hapnikku (või 15 ruumosa õhku). Põleva tiku lähendamisel segu
plahvatab.

Juhime etüleeni katseklaasi, kuhu on valatud natuke broomi
ja külma vett. Broom kaob, ühinedes otseselt etüleeniga õli-
sarnaseks etüleenbromiidiks, C₂H₄Br₂.

Põhjusel, et etüleen broomiga (ka klooriga) ühinedes tekitab õlisarnase aine, nimetatakse teda ka õlitekitajaks gaasiks (olefiiniks).

Etüleen võib ühineda ka vesinikuga. See reaktsioon toimub 150—300° juures katalüsaatori (näit. peene niklipulbri) abil. Ühinemissaadus on etaan: $C_2H_4 + H_2 = C_2H_6$.

Valame katseklaasi, kus on etüleeni, veidi lahjat $KMnO_4$ ja Na_2CO_3 lahust ja loksutame teda, sõrmega klaasi sulgedes. Lilla värvus kaob, klaasi seintele tekib pruun mangaanhüdraadi sade. See katse tõendab, et etüleen hapendub kergesti.

Etüleeni leidub valgustusgaasis umbes 3—4%. Etüleengaasi leeki tarvitatakse metallide lõikamiseks.

Etüleenist valmistatakse hirmsat ja kardetavat sõjagaasi ipriiti ehk sinepigaasi. See on tumepruun, kergesti auruv sinepi või küüslaugu lõhnaga vedelik. Sattudes inimese keha pinnale tekitab ta seal põletushaavandeid ja villo. Kaitseks tema vastu kantakse gaasitorbikut ja kaitserõivast, mis on kummiga või värnitsaga läbi immutatud.

Etüleeniga on oma keemiliselt omaduselt sarnased: propüleen, C_3H_6 , harilikus temperatuuris gaas; butüleen, C_4H_8 , samuti gaas; amüleen, C_5H_{10} , vedelik, jne.

Nende ainete üldvalem on $C_n H_{2n}$.

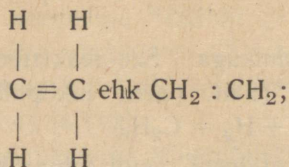
Kõik siia kuuluvate süsivesinikkude molekulid sisaldavad, võrreldes neid vastavate metaanrea süsivesinikega, vesinikku kahe aatomi võrra vähem. Samuti nagu etüleengi ühinevad nad kergesti teiste lihtainetega (näit. Br, Cl, hapnikuga), missugune asjaolu on põhjuseks, et neid kutsutakse küllastumatuiks süsivesinikeks.

Etüleenrea süsivesinikke kutsutakse veel olefiinideks. Kui asetada olefiinide valemid aatomite arvu kasvades üksteise järele, alates etüleeniga, siis saame olefiinide homoloogse rea. Rea alguses on harilikus temperatuuris gaasilised ained (C_2H_4 kuni C_4H_8), siis tulevad vedelikud (alates C_5H_{10} -ga) ning lõpus asuvad tahked ained (alates $C_{18}H_{36}$ -ga).

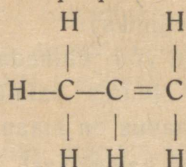
Etüleenrea süsivesiniku molekulis on kaks süsinikuaatomit omavahel seotud kahekordse sidemega.

Näitena olgu toodud järgmised struktuurivalemid:

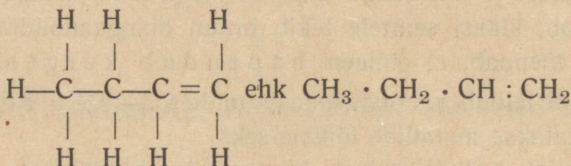
etüleen:



propüleen:

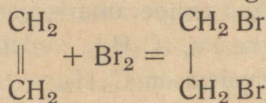


butüleen:



Etüleenrea süsivesinikud, ühinedes klooriga, broomiga, hapnikuga jne., seovad ühineva aine aatomid kahekordse sidemega süsinikuaatomitega. Kahekordse sideme asemel jääb sel puhul ühekordne side ning küllastumatust ühendist saab küllastatud ühend.

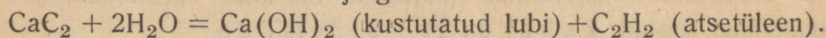
Näit. toimub etüleeni ühinemine broomiga järgmiselt:



Atsetüleenrea süsivesinikud. Mahutame kahe suuga pudelisse tükikestena kaltsiumkarbiiti, CaC_2 . Viimast saadakse lubja ja söe (koksi) sulandamisel kõrges kuumuses elekterahjus. Et järgneva reaktsiooni puhul tekib palju soojust ja klaas sel põhjusel võib praguneda, paigutatakse karbiiditükkide alla veidi puuvilla. Ühe pudelisuu korgist on läbi pistetud gaasi juhtiv toru.

Valame lehtrisse vett ja laseme teda veidi kaltsiumkarbiidile tilkuda. Kohe hakkab ägedalt gaasi eralduma. Et vähendada reaktsiooni ägedust, lisame vette viinpiiritust või formaliini. Enne kui gaasi koguda, peab ta pudelist õhu välja tõrjuma. (Samuti proovida, nagu see sündis metaani ja etüleeni juures!)

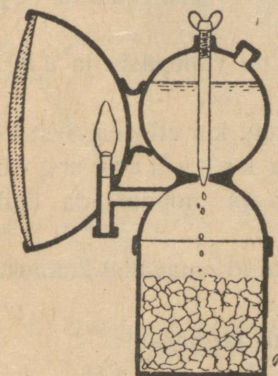
Toimuv reaktsioon on järgmine:



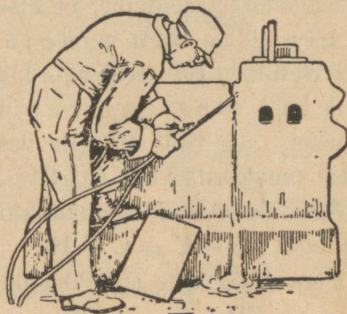
Eralduvat gaasi kutsutakse atsetüleeniks, C_2H_2 .

Atsetüleen on värvitu, halva lõhnaga, õhust kergem mürgine gaas. Vees ja alkoholis lahustub ta raskesti (mahuliselt 1 : 1), kergesti aga atsetoonis.

Õhus atsetüleen põleb, andes palju tahma. Kui ta aga tuleb välja peenest torust, siis põleb ta heleda, kuid suitsuta leegiga. Atsetüleeni tarvitatakse valgustusgaasina (jalgrattalampides).



Joon. 5. Atsetüleenlamp.



Joon. 6. Metalli lõikamine atsetüleengaasipõleti abil.

Tema leegitemperatuur on väga kõrge (umbes $2350^{\circ}C$); sellepärast tarvitatakse atsetüleeni metallide lõikamiseks ning keevitamiseks; sel puhul segatakse teda hapnikuga.

Atsetüleen on algsaadus terve rea ainete sünteetiliseks valmistamiseks, näit. kunstkautšuk (bunakummi), äädikhape, atsetoon jt.

Atsetüleenist valmistatakse kardetavat sõjagaasi levisiiti, mis on pruun vedelik ja mõjub analoogiliselt ipriidiga.

Elektrolüüsil laguneb atsetüleen vesinikuks ja väga peeneks tahmaks (süsinikuks). Viimast kasutatakse trükimusta valmistamiseks.

Kui lasta atsetüleeni vette, millesse on valatud veidi broomi, siis ühineb ta broomiga vedelaks tetrabroommetaaniks ehk atsetüleenbromiidiks, $C_2H_2Br_4$.

Samuti nagu etüleenigi puhul, kaob $KMnO_4$ ja Na_2CO_3 lahuse lilla värvus, kui sellest lahusest läbi lasta atsetüleeni.

Lisame põrgukivi (AgNO_3) lahusesse ettevaatlikult niipalju lahjat ammoniaakvesilahust, kuni tekkiv sade kaob. Kui lahusesse lastakse atsetüleen, tekib valge hõbeatsetüliid (C_2Ag_2). Selle sademe eraldame kurnamise teel ja peseme järgemööda vee, piirituse ja eetriga. Kui hoida spaatliil veidi saadud hõbeatsetüliidi (kuivalt) leegis, siis plahvatab ta. Samuti plahvatab ta löögist.

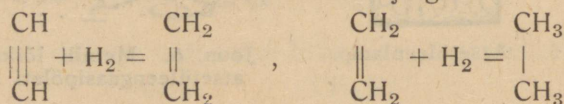
Analoogiliselt hõbenitraadiga sadestab atsetüleen vasesklooriidi (CuCl) ammoniaaklahusest kollaka vaseatsetüliidi (C_2Cu_2) sademe.

Katsetest järeldame, et atsetüleen on vähepüsiv ja ühineb kergesti teiste ainetega.

Atsetüleen on veel enam küllastumatu kui etüleen, sest tema molekulisaldab vesinikku kahe aatomi võrra vähem. Ta võib ühineda vesinikuga ja moodustada etüleen, millest omakorda võib saada etaani.

Atsetüleenis on süsinikuaatomid seotud omavahel kolmekordse sidemega: $\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$.

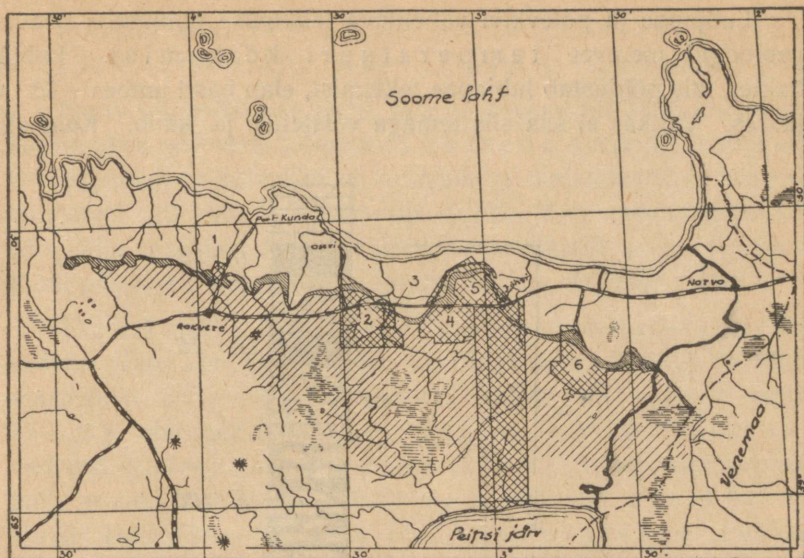
Etानी saamine atsetüleenist toimub järgmiselt:



Atsetüleenrea süsivesinikud moodustavad samuti homologse rea nagu parafiinid ja olefiinid. Nende koosseisu väljendab üldvalem $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Siia kuuluvad: atsetüleen (C_2H_2), allüleen (C_3H_4), etüülatsetüleen (C_4H_6) ja teised. Samuti nagu eelmistel süsivesinikkudel, on sellegi homologse rea alguses gaasid, siis tulevad vedelikud ja, alates $\text{C}_{16}\text{H}_{30}$ -ga, järgnevad hari-likus temperatuuris tahked kehad.

6. Eesti põlevkivi ja selle saadused.

Tähtsaim Eesti maapõuevara on põlevkivi ehk kuker-siit, mille lademed katavad Põhja-Eestis umbes 3000 km^2 ; ühe km^2 kohta hinnatakse tema tagavarasid 1,8—2 milj. tonnini; kogusummas on meie põlevkivi tagavara umbes 5500 miljonit tonni.

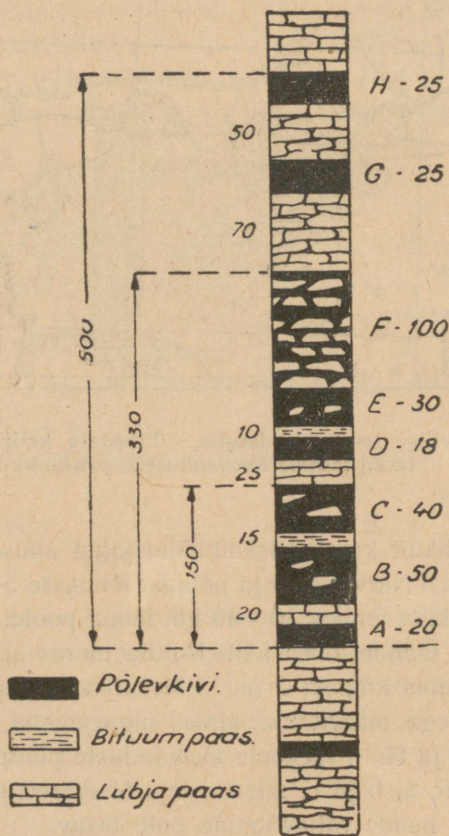


Joon. 7. Põlevkivi levikuala Eestis. Tihedate kriipsudega on tähistatud lahtise kaevandustöö piirkond.

Majanduslikult kasutamiskõlblikud kihid ulatuvad läänest itta umbes Kadrinast Narva jõeni ja põhjast lõunasse 5—10 km kauguselt mererannikust umbes 30—40 km lõuna poole. Kihtide paksus väheneb idast läände, olles näit. Kohtla juures 3,3 m, lääne pool Vanamõisa juures kõigest 2 m. Põlevkivikihte, mis vahelduvad lubjapaokihtidega, märgitakse, alates sügavamaist, tähtedega A, B, C, D, E, F, G ja H. Praeguste kaevanduste põhipae all on leitud veel kolm kihti, a, b ja c, mis on aga õhukesed ja niivõrd paksu paekihi all, et nende väljavõtmine pole tasuv.

Põlevkivi on tekkinud vana-aegkonna ordoviitsiumi ajastul m ä d a m u d a s t (sapropeelist); ta on rikas merevetikate ja neist toituvate loomakeste jäänuseist (kivististest). Ühes peene kvartsi- ja saviliivaga sadestusid vetikate ja loomakeste jäänused põhja mudana (sadelimana), mis edasi kääris, kattus miljonite aastate jooksul uute kihtidega ja tekitas tahke aine — põlevkivi. Viimase vanuseks võiks pidada umbes 500 miljonit aastat.

Lubjapae ja põlevkivi vahelduva tekkimise põhjuseks peavad geoloogid merevee temperatuuri kõikumist. Lubjabakter, mis põhjustab lubjapae tekkimist, elab hästi umbes +25° C juures. Vetikas ei saa siis temaga võistelda ja kaob. Kuid alla



Joon. 8. Põlevkivilademed.

20° C juures on lubjabakteri elutegevus pidurdatud ja soigub alla 15° C. Nüüd võtab võimu vetikas ja algab tema otsekui plahvatusetaoline areng. Rikkalik vetikate elu soodustab omakorda rikkaliku loomariigi kasvu. Merepõhja langevaist setetest tekkis vetikate õitsengu ajal põlevkivi.

Porsumata põlevkivi sisaldab niiskust umbes 14%, orgaanilist ainet 43% ja tuhka 43%, sellest CO₂ 9% ja mineraaltuhka 34%.

Suure kütteväärtuse tõttu, mis on keskmiselt 3500 kilokalorit, kasutatakse põlevkivi kõigepealt küttena (vedurid, vabrikud). On selgunud, et põlevkivi on odavam ja majanduslikult tasuvaim kütteaine. 20 aasta vältel on näit. Kohtla-Järve kaevandusest kütteks välja saadetud raudteele ja muile tarvitajaile umbes 5 miljonit tonni põlevkivi, millega on säilitatud umbes 400 km² metsa.

Utmisel umbes 500° C juures saadakse põlevkivist toorõli, mis on pruunikasmust vedelik roheka fluorestsentsiga ja seisab omadustelt nafta ning kivisöetõrva vahel. Ta sisaldab umbes 25—35% aromaatsaid aineid — fenoolide (vt. § 27), mis omavad tugevat desinfitseerivat toimet, ja 70—75% nn. neutraalõlised, mille peaosad moodustavad küllastunud süsivesinikud. Desinfitseeriva toime tõttu immutatakse toorõliga raudteeliipreid, telegraafiposte ja muud ehitusmaterjali kõdnemise vastu. Immutamata raudteeliiper püsib muldkehas keskmiselt 5 aastat, immutatud liipri iga on 15—25 aastat, seega 3—5 korda pikem.

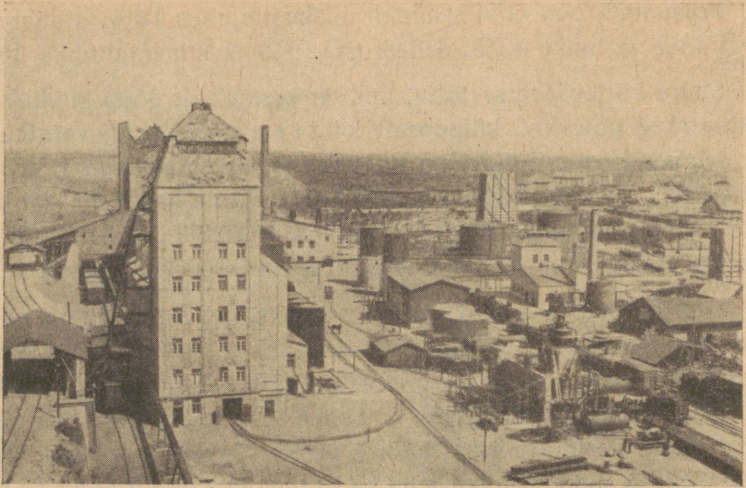
Kõrge kütteväärtuse tõttu (9600 kcal) tarvitatakse toorõli kütteks (vedureis, laevadel, keskküttekolletes jne.). Segades toorõli eriseebi lahusega saadakse tolmõli, mida kasutatakse tolmu vastu võitlemiseks maanteil. Viljapuude kahjurite hävitamiseks valmistatakse toorõlist viljapuu-karboliineumi, mis sisaldab seepi ja fenooli. Seda õli lahjendatakse veega 10%-ni ja saadud piimja vedelikuga pritsitakse kevadel viljapuid.

Toorõli tähtsaim saadus on bensiin.

Et suurendada toorõlist saadava bensiini hulka, kuumendatakse teda krakkimistehases 400°-ni C 20 at surve all, mispuhul raskemad õlid lagunevad kergemaiks, millest koosneb bensiin.

Bensiini kõrval saadakse toorõlist veel mootoripetrooleumi ja diiselmootoriõli.

Bituumenitehases puhutakse õhku läbi ülekuumendatud toorõli. Õhu hapnik võtab molekulidest osa vesinikuaatomeid, teki-



Joon. 9. Esimese Eesti Põlevkivitööstuse õlivabrik.

tades vee. Järelejäänud molekulid ühinevad omavahel suuremaiks, raskemaiks molekulideks. Õli muutub paksemaks ja moodustab mõne aja pärast elastse massi — asfaldi ehk estobituumeni, mis läheb peamiselt asfaltteede sillutamiseks, ka katuselaki valmistamiseks. Lahendamata on alles väärtuslike määrdõlide ja valgustuspetrooleumi saamine põlevkivist. Loodetavasti lahendatakse ka see probleem.

Põlevkivitööstuse ettevõtteist olid meil tähtsamad „Esimene Eesti Põlevkivitööstus“ ja „Eesti Kiviõli“. Suure nõudmise tagajärjel kasvas enne sõda põlevkivisaaduste toodang iga aastaga. Nõnda kaevati 1939. aastal põlevkivi välja 1,6 milj. tonni ja toorõli saadi 180 000 tonni.

7. Küllastatud süsivesinikkude halogeenasendussaadused.

Küllastatud süsivesinikes võivad vesinikuaatomid kas osaliselt või täielikult asenduda halogeenidega, s. t. Cl, Br, J või F aatomitega. Saadud aineid kutsutakse süsivesinikkude halogeenasendussaadusteks.

Täidame kaks silindrit: ühe metaaniga ja teise klooriga. Seame nende suud vastamisi, segame mõlemaid gaase silindreid üles- ja allapoole keerates ja paneme silindrid mõneks päevaks valguse kätte¹, hoides neid kummuli, suuga koondatud keedusoolalahuses. Kloori värvus kaob aegamööda; silindri seintele tekivad õlised tilgad, lahus tõuseb veidi silindris, kuna gaaside ruumala väheneb.

Kloor asendas metaanis kord-korralt vesinikuaatomid ja tekkisid mitmesugused halogeen-aseñdussaadused:

a) $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{HCl} + \text{CH}_3\text{Cl}$, m o n o - k l o o r m e t a a n. CH_3Cl , ka metüülkloriidiks nimetatud, on toatemperatuuril gaas, mis põleb roheka leegiga. Ta vedeldub kergesti; tarvitatakse lõhnainete ekstraheerimiseks õitest.

b) $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{HCl} + \text{CH}_2\text{Cl}_2$, d i k l o o r m e t a a n, mis on vedel aine.

c) CHCl_3 , k l o r o f o r m, on värvitu, magusa lõhna ja maitsega vedelik, erikaal 1,5. Ta lahustub vees raskesti, alkoholi ja eetriga seguneb ta hästi igas vahekorras. Kloroform on hea vahend rasvade, vaikude ja kautšuki lahustamiseks. Tema lahusel on lilla värvus. Tarvitatakse uimastamiseks operatsioonidel. Valguses kloroform laostub, sellepärast hoitakse teda tumedais pudeleis.

Kloroformi saadakse harilikult viinpiirituse ja kloorlubja segu destilleerimisel.

d) T e t r a k l o o r m e t a a n², lühidalt ka „tetra“, on vedelik (CCl_4), mida kasutatakse rasvade ja õlide lahustamiseks.

Et CCl_4 ei põle, siis tarvitatakse teda põlevate õlide (bensiin, eeter, alkohol jne.) kustutamiseks, milleks nendest raskem vesi ei kõlba. Seejuures muutub ta kohe auruks, mis takistab õhu juurdepääsu põlevale ainele.

Halogeenidest reageerib süsivesinikega energiliselt ainult kloor; broom reageerib õige aeglaselt ja jood ei reageeri otseselt peaaegu sugugi. Jood-derivaatide saamiseks tuleb tarvitada kaudseid reaktsioone.

¹ Eredas päikesevalguses võib segu plahvatada.

² Tetra — neli.

Jood-derivaatidest on tähtsaim jodoform, CHJ_3 ; see on omapärase safranilõhnaga kollane kristalne aine; teda tarvitatakse antiseptilise ainenä haavade ravimisel.

Jodoformi saamiseks lisame soodalahusele (15 g soodat 50 cm^3 vees) 15 cm^3 viinpiiritust, soojendame lahust 60—70°-ni ja lisame aegamööda 6 g peeneks hõõrutud joodi. Lahuse jahtumisel eraldub kristalne jodoform. Neid kristalle võib kurnamise teel eraldada ja väheses viinpiiritusehulgas ümber kristallida.

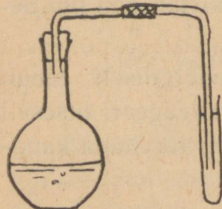
Etaani halogeenderivaatidest nimetame etüülkloriidi, $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$. See on vedelik, mis kergesti aurudes (keemistäpp + 12°) tekitab külmust; teda tarvitatakse väikestel operatsioonidel vastava koha tuimendamiseks.

Samuti nagu küllastatud süsivesinikudki, on alamad halogeenasendussaadused harilikus temperatuuris gaasilised ained, suurem hulk on vedelikud ja kõrgemad ning palju halogeeni sisaldavad on tahked kristalsed kehad.

Alkoholid.

8. Viinpiiritus ehk etüülalkohol.

Valame 500 cm^3 mahutusega kolbi 200 cm^3 10%-list viinamarja- ehk kobarsuhkru lahust. Sinna lisame 2—3 g värsket pärmü. Kolvi suleme korgiga, millest käib läbi kõveraks painutatud klaastoru, mille vaba ots on pistetud lubjavette. Hoiame kolbi mõni päev soojas kohas. Varsti märkame, et lahusest hakkab eralduma gaasi, mis tungib läbi klaastoru lubjavette. Viimane läheb aegamööda sogaseks, millest järel-dame, et eralduv gaas on süsihappegaas.

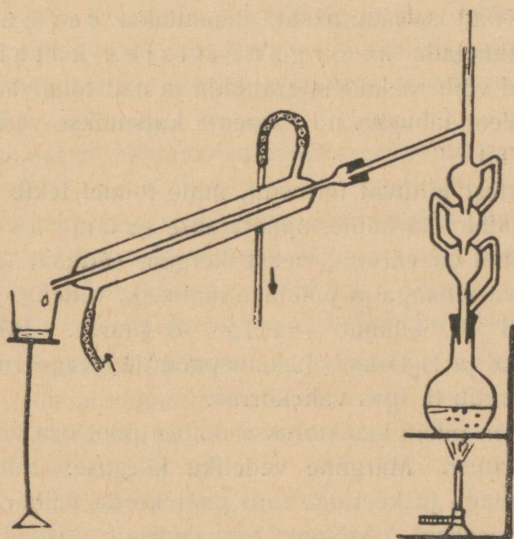


Joon. 10. Kobarsuhkru käärimine.

Valame ka teise kolbi kobarsuhkru lahust, lisame pärmü juurde ja paneme sooja kohta seisma. Varsti hakkab ka siin lahuse pinnale gaasimulle tõusma. Lisame nüüd lahusele kas mõne tilga vasevitrioli lahust või karboolhapet või formaliini. Varsti jääb

reaktsioon seisma, sest pärmseente elutegevus kustub. Samuti lakkab reaktsioon, kui ajame lahuse keema.

Kui gaasi tekkimine esimeses kolvis on lõppenud, valame vedeliku teise kolbi, nii et pärm jääks esimese kolvi põhja, ja suleme teise kolvi korgiga, millest on läbi pistetud jahutamiseadeldise toru (joon. 11). Nüüd destilleerime vedelikku. Umbes 80°C juures hakkab ta keema. Seega keeb ta madalama tempe-



Joon. 11. Etüülalkoholi destilleerimine.

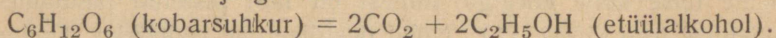
ratuuri juures kui vesi (100°). Osalt destilleerub ka vesi, kuid suurem osa veeauru vedeldub kolvi kohal seadeldises ja valgub tagasi.

Vaatleme destillaati. Valame teda portselankaussi ja soojendame natuke; kui lähendame talle põleva tiku, ta süttib põlema. Lõhnast ja maitsest järeldame, et destillaat on etüülalkohol ehk viinpiiritus, mille valem on $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

Vaadeldes pärmseeni mikroskoobi all näeme, et nad koosnevad ovaalseist rakukestest, milles leiduvad õlitilgad. Sageli võib näha ka nende sigimist: rakupinnale tekib väike kühmuke (pungake), mis paisub ikka suuremaks ja lõpuks eraldub emarakust.

Nagu saksa õpetlane Buchner 1897. a. kindlaks tegi, eritavad pärmseened ainet, mille mõjul kobarsuhkur laguneb süsihappegaasiks ja etüülalkoholiks. Seda keemilist protsessi nimetatakse alkoholiseks käärimiseks ehk käimiseks.

Reaktsioon on järgmine:



Elusolendite rakkudes vähesel määral leiduvaid orgaanilisi aineid, mis põhjustavad seal väga mitmesuguseid keemilisi protsesse, ilma et nad ise muutuksid, nimetatakse fermentideks. Neid võiks nimetada ka orgaanilisiks katalüsaator-
reiks. Neid võib rakkudest eraldada ja nad toimivad ka väljaspool rakke. Vees lahustuvaid fermente kutsutakse veel ensüümideks.

Pärmseentest erituvat fermenti, mille toimele tekib viinamarja-suhkru alkoholine käärimine, nimetatakse tsümaasiks.

Etüülalkohol on värvitu, veest kergem (erikaal $15^\circ C$ juures 0,79), meeldiva lõhnaga ja põletava maitsega vedelik. Ta keemistäpp on $+78^\circ C$, külmub $-111,8^\circ C$ juures. Põleb värvita leegiga CO_2 -ks ja H_2O -ks. Lakmuspaberile reageerib neutraalselt. Veega segub ta igas vahekorras.

Valame 1 m pikka klaastorusse umbes pool osa vett ja sellele kanget viinpiiritust. Märgime vedeliku kõrguse. Suleme klaastoru otsa pöidlaga ja keerame toru paar korda ümber, nii et vesi ja piiritus seguneksid. Asetame toru endiselt püsti ja vaatleme vedeliku kõrgust. See on langenud. Sellest järeldame, et piirituse ja vee ruumala nende segumisel koondub. Kõige suurem ruumalaline koondus tekib, kui segada 52 osa piiritust 48 osa veega; saadakse ainult 96,3 ruumalaosa.

Viinpiirituse erikaal on 0,794 (15° juures); vee lisamisel tema erikaal kasvab. Areomeetri abil võib otsustada piirituse erikaalu ja sellega ühtlasi tema hulga üle viinas. Seejuures tuleb silmas pidada veel lahuse temperatuuri. Kui areomeeter näitab otseselt viinpiirituse hulka %-des ehk kraadides, siis nimetatakse teda alkoholomeetrik. Tarvitatavaim neist on Tralles'i alkoholomeeter, mis näitab piirituse ruumalalist %.

Müügil olev kange viinpiiritus on umbes $92-96^\circ$. Kui tahame kogu vee eemaldada ja saada veeta ehk absoluutset alko-

holi, siis tuleb kõrgeprotsendilist piiritust keeta veega ühinevate ainetega, nagu kustutamata lubjaga, kuumutatud veevaba CuSO_4 -ga jne., ja siis piiritus destilleerida. Harilik müügil olev viin sisaldab 40% viinpiiritust, konjak 50%, madeira 21%, portvein 15%, lauaveinid 8,5—10%, õlu 3—4% jne.

Alkohol lahustab hästi vaigud, eeterlikud õlid ja joodi (jooditinktuur).

Suurem osa viinpiiritust tarvitatakse alkoholisteks jookideks (valgeviin, veinid, õlu, napsid, liköörid jne.). Temast valmistatakse lakke, lõhnaõlised, tinktuure. Tööstuses tarvitatakse teda lahustamisvahendina ja mitmesuguste teiste ainete valmistamiseks (jodoform jt.).

Viimasel ajal on hakatud viinpiiritusest valmistama sünteetilist kautšukit.

Põledes annab 1 kg absoluutset alkoholi 6080 kcal sooja, kuid mida rohkem on temas vett, seda väiksem on tema kütteväärtus. 92°-lise alkoholi kütteväärtus on 5800 kcal. Viinpiiritust segatakse ka bensiiniga ja tarvitatakse siis mootorite kütteaineks.

Et piiritus surmab pisikud, mis põhjustavad mädanemist, siis kasutatakse teda anatoomiliste preparaatide jne. hoidmiseks. Ka tarvitatakse viinpiiritust termomeetrites elavhõbeda asemel madala temperatuuri näitamiseks.

Joogina tarvitatult halvab alkohol inimese peaaegu kõrgemad keskmed: inimene ei saa tasakaalu pidada (on joobnud) ja ärritub kergesti. Alkoholi toimel võib inimene meelemärkuse kaotada ja isegi surra. Kauaaegne alkoholi tarvitamine halvab südame, soolte, neerude, maksa ja teiste siseorganite tegevust.

Tehniliseks otstarbeks kasutatav viinpiiritus muudetakse halvamaitseliseks; ta on mürgiste ainete (metüülpiiritus, püridiin jne.) sisalduse tõttu joomiseks kõlbmatu (denatureeritud piiritus).

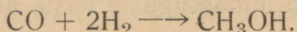
Viinpiiritust aetakse kartulist, teraviljast ja teistest tärklisist või suhkrut sisaldavaist ainetest. Tärklis muudetakse enne suhkruks.

Viinpiiritust võib saada ka puujäänuseist (saepurust, laastudest); selleks muudetakse puidu tselluloos suhkruks, mille käärinisel saadakse alkohol.

9. Puupiiritus ehk metüülalkohol. Puskariõlid.

Puu kuivdestillatsioonil saadakse süsi, gaas ja tõrv ühes tõrva-veega. Viimane sisaldab umbes 10% äädikhapet, 0,4% atsetooni (vt. § 12) ja 2% puupiiritust ehk metüülalkoholi, CH_3OH . Viimast nimetatakse ka metanooliks.

Uuemal ajal valmistatakse puupiiritust kunstlikult süsinikhapendist ja vesinikust kõrgel rõhul (150—600 at) ja temperatuuril (umbes 300°C) katalüsaatori (tsink- ja kroomhapendi) juuresolekul:



Puupiiritus ehk metüülalkohol on piirituse lõhnaga ja põletava maitsega värvitu vedelik. Keeb 65°C juures, erikaal on 0,8; põleb sinise leegiga, lahustab hästi rasvad ja vaigud (katsuda kampiliga). Puupiiritus on mürgine; isegi vähesel määral tarvitatult võib ta silmanägemise rikkuda ja surmata.

Puupiiritust tarvitatakse lakkide valmistamiseks, viinpiirituse denatureerimiseks, formaliini, aniliinvärvide jne. valmistamiseks.

Puskariõlid. Alkoholisel käärimisel tekib mitu alkoholi, mis keevad kõrgema temperatuuri juures kui etüülalkohol. Vees nad lahustuvad raskesti ja moodustavad piimja segu. Neid alkohole nimetatakse puskariõlideks. Neist nimetame propüülalkoholi, $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$, mis moodustab umbes 3% kartulist saadud puskarist, keemistäpiga 97%; isobutüülalkoholi, $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$, ja amüülalkoholi, $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ (keemistäpp 128°C). Viimast alkoholi sisaldab kartuleist saadud toorpiiritus kõige rohkem. Need alkoholid on kõik halva lõhnaga, kõrvetava maitsega ja mürgised: nende aurud tekitavad peavalu ja pööritust. Alkoholised joogid ei tohi sisaldada puskarit. Toorpiiritusest eraldatakse nad järgulise destillatsiooniga. Neid raskemaid alkohole tarvitatakse laki-tööstuses.

10. Glütseriin.

Alkoholide hulka kuulub glütserool, mida igapäevases elus nimetatakse glütseriiniks.

Teda saadakse kõrvalsaadusena looma- või taimerasvast ning -õlist seebikeetmisel ja steariinküünalde valmistamisel. Kookosrasv annab umbes 12%, loomarasv keskmiselt 10% glütseriini.

Glütseriini empiiriline valem on $C_3H_5(OH)_3$,
struktuurivalem $CH_2OH \cdot CHOH \cdot CH_2OH$.

Glütserool on magusa maiguga värvitu siirupitaoliselt veniv vedelik, mis tekitab kurgus kipitust, sest ta kisub endasse ilanahast vett.

Madalas temperatuuris külmub kristallideks, mis sulavad 17° juures. Glütseriin keeb 290° juures, tema erikaal on 1,27 ($15^\circ C$). Segub vee ja alkoholiga igas vahekorras. Puhas glütseriin on hügrokoopiline ja võib kuni pooleni oma kaalust veeauru õhust endasse koguda. Lahustab joodi, vasevitrioli, kipsi, seepi; teeb naha pehmeks ja painduvaks. Kui glütseriini raudlusikas kuumutada 150° -ni, süttib ta põlema.

Glütseriini tarvitatakse konservimisvahendiks, masinate määrdeks, alkoholistes jookides, seepides, litograafimassis ja trükkimisel. Suurel määral tarvitatakse glütseriini lõhkeainete (nitroglütseriini, dünamiidi, lõhkeželatiini jt.) valmistamiseks, milline asjaolu põhjustab suurt nõudmist tema järele turul.

Kui käärivasse suhkravedelikku lisada naatriumsulfitit (Na_2SO_3), siis muutub käärimise käik: etüülalkoholi kõrval tekib ka glütseriin. Seda menetlust kasutatakse sõjaajal glütseriinitoodangu tõstmiseks.

11. Ülevaade alkoholidest.

Alkohole võib vaadelda kui süsivesinikke, milles üks või mitu vesinikuaatomit on asendatud hüdroksüülrühmaga OH. Seega nad on süsivesinikkude hüdroksüül-tuletussaadused.

Selle järgi, mitu hüdroksüülrühma leidub molekulis, on alkoholid ühe-, kahe-, kolme- jne. valentsed ehk v ä r s e d. Seejuures tuleb märkida, et iga hüdroksüülrühm asetseb eri süsinikuaatomi juures.

Ühevalentsete alkoholide üldvalem on $C_n H_{2n-1}OH$.

Siia kuuluvad:

CH_3OH	—	metüülalkohol
C_2H_5OH	—	etüülalkohol
C_3H_7OH	—	propüülalkohol
C_4H_9OH	—	butüülalkohol
$C_5H_{11}OH$	—	amüülalkohol jne.

Kolmevalentne alkohol on glütserool (glütseriin), $C_3H_5(OH)_3$.

Selle järgi, kas OH asendab vesinikuaatomit CH_3 - või CH_2 - või CH - rühmas, on alkoholid primaarsed, sekundaarsed ja tertsiarsed. Näiteks on

primaarne propüülalkohol: $CH_2OH \cdot CH_2 \cdot CH_3$;
 sekundaarne propüülalkohol: $CH_3 \cdot CHOH \cdot CH_3$;
 tertsiarne butüülalkohol: $(CH_3)_2 \cdot COH \cdot CH_3$.

Mida suurem on süsinikuaatomite arv molekulis, seda suurem on ka alkoholide isomeeride arv.

Alkoholide hapendussaadused.

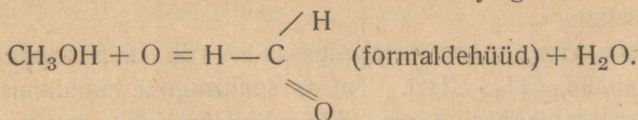
12. Aldehüüdid ja ketoonid.

Formaldehüüd. Pistame leegis oksüüditud tulise vasktraat-spiraali suuremasse katseklaasi, kuhu on valatud natuke puupiiritust. Vask taandub; tekib terava lõhnaga, kõhima panev gaas.

Suuremal määral saadakse seda gaasi, kui õhuga segatud puupiirituse auru juhtida läbi kuumendatud vaskhapendiga immutatud asbesti. Tekkiv gaas juhitakse külma vette, milles ta lahustub.

Metüülalkohol hapendub nende reaktsioonide juures terava lõhnaga gaasiks formaldehüüdiks, CH_2O , mis lahustub vees. Formaldehüüdi 40%-list vesilahust nimetatakse formaliiniks; viimane sisaldab veel 8—12% metüülalkoholi.

Formaldehüüdi tekkimise reaktsioon on järgmine:



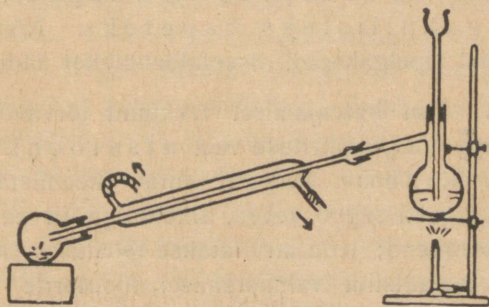
Formaldehüüdil on taandamisvõime. Valame hästi puhastatud katseklaasi naatriumalust ja tilgutame sinna mõne tilga põrgukivilahust. Tekkiva sademe lahustamiseks lisame mõne tilga lahjat ammoniaakvesilahust ja siis tilgutame sinna veidi formaliini. Kergel soojendamisel taandab formaliin hõbeda põrgukivist ja katseklaasi seinad kattuvad hõbepeegliga.

Reaktsioonid, mis siin toimuvad, on järgmised:

- 1) $\text{AgNO}_3 - \text{NH}_4\text{OH} = \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{AgOH}$
- 2) $2\text{AgOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{Ag}_2\text{O}$
- 3) $\text{HCHO} + \text{Ag}_2\text{O} = \text{HCOOH}$ (sipelgahape) + 2Ag .

Formaldehüüdi tarvitatakse desinfitseerimiseks, zooloogiliste preparaatide konservimiseks ning tööstuses (filmide kõvendamiseks, kunstsarve galaliidi ja bakeliidi valmistamisel, värvitööstuses jne.).

Äädikhappe- ehk atseetaldehüüd. Valame destilleerimiskolbi 20 g kaaliumbikromaadi pulbrit, 60 cm³ vett ja 10 cm³ koondatud H₂SO₄. Sellesse segusse lisame 15 cm³ viinpiiritust ja destilleerime teda ettevaatlikult (joon. 12). Jahutusnõusse koguneb õunte järgi lõhnav kerge vedelik, kuna kolbi jääb roheline kroomaarjalahus.

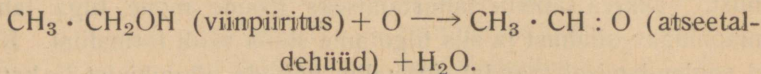


Joon. 12. Atseetaldehüüdi saamine.

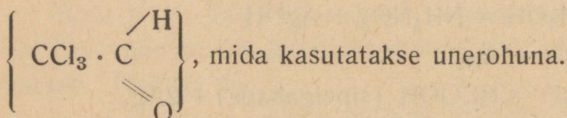
Ka võib viinpiiritust hapendada samal viisil, nagu see sündis puupiiritusega.

Saadud viinpiirituse hapendussaadus on äädikhappe- ehk atseetaldehüüd, $\text{CH}_3 \cdot \text{CHO}$. Tal on samasugune taandamisvõime nagu formaldehüüdilgi (katse põrgukivilahusega), kusjuures ta hapendub äädikhappeks (nuusuta!).

Atseetaldehüüdi tekkimise reaktsioon on järgmine:

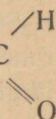


Atseetaldehüüd on värvitu, + 21° C juures keev omapärase lõhnaga vedelik. Tema tuletussaadustest nimetame kloraali —



Aldehüüdidest üldse. Kõik primaarsed alkoholid hapenduvad vastavaiks aldehüüdideks. Nõnda saadakse metüülpriiritusest formaldehüüdi, etüülpriiritusest atseetaldehüüdi, propüülpriiritusest propioonhappealdehüüdi jne.

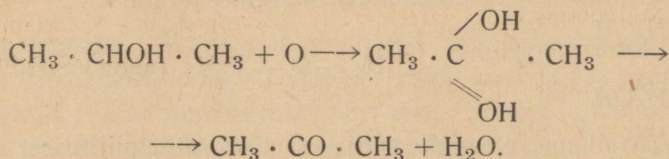
Aldehüüdid sisaldavad molekulis kaks aatomit vesinikku vähem kui vastav alkohol. Neid iseloomustav rühm on: —C



Aldehüüdid mõjuvad taandavalt, hapendudes seejuures orgaanilisteks hapeteks. Nõnda saadakse formaldehüüdist sipelgahapet, atseetaldehüüdist äädikhapet jne.

Ketoonid. Puu kuivajamisel tekkinud tõrvaveest saadakse peale äädikhappe ja puupiirituse veel atsetooni. See on värvitu, omapäraselt lõhnav, kergesti auruv (keemistäpp + 56° C) vedelik, mis kergesti segub veega, alkoholiga ja eetriga. Ta on hea lahustamisvahend; teda tarvitatakse tööstuses (näit. kunstliku kautšuki ja atsetaatsiidi valmistamisel, mootorite kütteks jne.). Atsetooni derivaate kasutatakse pisargaasidena.

Atsetooni struktuurivalem on $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$. Teda võib vaadelda kui sekundaarse propüülalkoholi $\text{CH}_3 \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}_3$ hapendussaadust, missugust reaktsiooni märgime järgmiselt:



Üldse nimetatakse sekundaaralkoholide hapendussaadusi ketoonideks. Kõik ketoonid sisaldavad rühma $-\overset{\text{O}}{\text{C}}-$. Atsetoon on tuntuim ketoon.



13. Eetrid.

Valame 300 cm^3 mahutusega kolbi 45 cm^3 koondatud väävelhappe ja 50 cm^3 90%-lise viinpiirituse segu. Kolvi suleme korgiga, millest on läbi pistetud termomeeter ja kraaniga lehter. Destilleerimistoru läheb läbi jahutaja. Aetis kogutakse kolbi, mis on asetatud võimalikult kaugemale ja mida tuleb hästi jahutada.

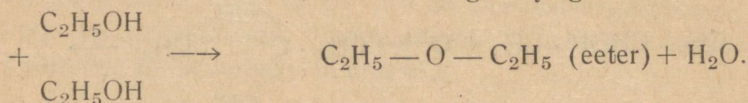
Soojendame segu ettevaatlikult läbi traatvõrgu. Kui segu temperatuur on tõusnud 140° C , laseme lehtri kaudu kanget viinpiiritust juurde tilkuda, nii et temperatuur ei tõuseks üle 140° .

Aetisele valame juurde sööbenaatriumi-lahust, loksutame hästi ja eraldame pinnale kogunenud kerge vedeliku lahustuslehtri abil.

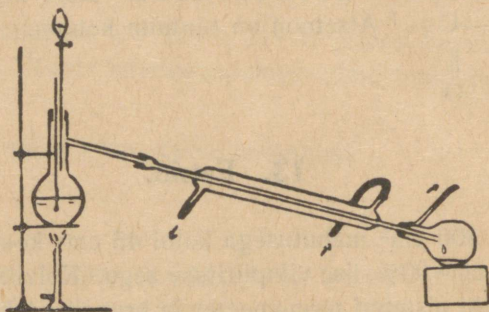
Saadud vedelikku nimetatakse di etü üle etriks ehk lihtsalt eetriks. Eetri ja viina segu kutsub rahvas liikvaks. Eeter on värvitu, kerge (erikaal 0,74), liikuv vedelik, omapärase uimastava lõhnaga ja põletava maitsega. Tema keemistäpp on 35° , nii et ta katseklaasis, mida hoitakse kaenlaaugus, hakkab keema. Tema aurud on väga tulekardetavad ja annavad õhuga segumisel plahvatava segu. (Seepärast tulega ettevaatust!) Eeter põleb heleda leegiga. Eetrit tarvitatakse sageli operatsioonidel uimastamiseks kloroformi asemel. Vees lahustub raskesti, hästi viinpiirituses. 1 osa eetri ja 3 osa alkoholi segu kutsutakse Hoffmanni

tilkadeks, mida kasutatakse ravimina. Eeter lahustab hästi rasvu, vaike, eeterlikke õlised, värve jne.

Eetri saamist etüülalkoholist märgime järgmiselt:



Väävelhape etendab eetri saamisel etüülpüiritusest katalüsaatori osa; tema toimet eraldub vesi kahe alkoholimolekuli ühinemisel.



Joon. 13. Eetri destilleerimine.

Aatomite rühmitust, mis läheb üle keemilise reaktsiooni juures ühest ühendist teise, kutsutakse radikaaliks.

Radikaali C_2H_5 nimetatakse etüülradikaaliks. Et harilikus eetris on kaks etüülrühma, siis kutsutakse teda teaduslikult dietiüleetriks (*di* tähendab kreeka keeles „kaks“).

Üldse nimetatakse eetriteks aineid, mille molekulis kaks süsivesiniku-radikaali on seotud hapnikuaatomi abil. Nende üldvalemid on $\text{R}_1 - \text{O} - \text{R}_1$ (lihteetrid) ja $\text{R}_1 - \text{O} - \text{R}_2$ (segaeetrid), kusjuures R_1 ja R_2 tähendavad erinevaid radikaale. Lihteetri molekul on moodustatud kahest samanimelise alkoholi molekulist, segaeetri molekul aga kahest erineva alkoholi molekulist.

Mõjudes väävelhappega puupiiritusele saame dimetiüleetri, $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$. Puupiirituse ja viinipiirituse segust saadakse metüületüüleeter, $\text{CH}_3 \cdot \text{O} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$.

Orgaanilised happed.

14. Sipelgahape. Äädikhape. Võihape.

Sipelgahape. Kui pista kuumutatud oksüüditud vasktraadist spiraal katseklaasi, kuhu oli valatud veidi koondatud formaliini, siis tekivad peale formaldehüüdi veel teised gaasid, millel on hapu lõhn ja mis värvivad sinise lakmuspaberi punaseks.

Formaldehüüd hapendub edasi s i p e l g a h a p p e k s:
 $\text{HCHO} + \text{O} = \text{HCOOH}$ (sipelgahape).

Tehniliselt saadakse sipelgahapet süsinikhapendist, mida mõjutatakse naatronlubjaga. Tekib sipelgahappenaatrium, mis töödeldakse sipelgahappeks.

Sipelgahape on värvitu, terava lõhnaga, kergesti liikuv vedelik, mis külmub $+ 8^\circ$ juures. Seguneb hästi veega, nahale tekitab rakke. Teda leidub sipelgate, mesilaste ja herilaste mürginäärmeis, kõrvenõgeste ja teiste taimede kõrvetavais karvakesis, kuuseokkaid jne. Varemalt saadi teda purukspigistatud sipelgate destilleerimisel. Ta omab taandamisvõimet.

Sipelgahapet kasutatakse värvimis- ja parkimistööstuses.

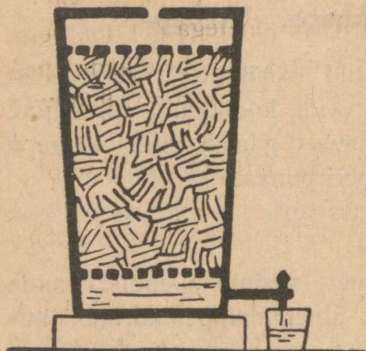
Sipelgahappe sooli nimetatakse f o r m i a a t i d e k s. Neid saadakse samal teel kui anorgaanilisi sooli. Sipelgahape on üheväärne hape; tema soolas on üks H aatom karboksüül r ü h m a s COOH asendatud metalliga. Seega on sipelgahappenaatriumi valem HCOONa.

Äädikhape. Valame destilleerimiskolbi 100 cm^3 kaaliumpermanganaadi küllastatud lahust, lisame tilkhaaval etüülalkoholi niikaua juurde, kuni tekkiv lahus kaotab värvuse, ja siis mõne cm^3 koondatud väävelhapet. Saadud segu destilleerime ja kogume aetise kolbi. Saadud aetis on ä ä d i k h a p e.

Etüülalkohol hapendus aldehüüdiks ning viimane äädikhappeks:
 $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{CH} : \text{O} \longrightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$ (äädikhape).

Harilikult saadakse lahjat äädikhapet ehk äädikat alkoholi sisaldavaist vedelikkudest, näit. veinist. Selleks tarvitatakse 1—2 m laia ja 3—4 m kõrget puutünni. Põhjast veidi kõrgemale on asetatud auklik puulaud. Tünn täidetakse puulaastudega, mida niisu-

tatakse äädikaga. Puulaastudele tekib varsti limane kõluge, mis koosneb äädikabaktereid. Laastud kaetakse aukliku puulauakesega, mille aukude kaudu tilgutatakse 15% alkoholi sisaldavat vedelikku. Äädikabakterid eritavad fermenti, mille mõjul alkohol hapendub äädikhappeks. Sel teel saadud 6- kuni 10%-list äädikhapet, millele veel värv- ja maitseaineid juurde lisatakse, tarvitatakse toidu äädikaks. Kui äädika saamiseks tarvitatakse veini, siis nimetatakse niisugust äädikat veiniäädikaks.



Joon. 14. Veiniäädika saamine.

Tööstuses tarvitavat äädikhapet saadakse puu utmisel tõrvaveest. Tõrvavesi kesendatakse kustutatud lubjaga, mis puhul tekib äädikhappekaltsium. Koondatud väävelhappe toimel tekib puhas äädikhape, mida eraldatakse destilleerimisega.

Sünteesilist äädikhapet saadakse atsetüleenist, mis katalüsaatorite toimel ühendatakse veega atsetaldehüüdiks: $C_2H_2 + H_2O = CH_3 \cdot CH : O$. Viimane hapendatakse äädikhappeks.

Äädikhape on värvitu, terava lõhnaga vedelik, mis segub igas suhtes veega. 100%-list äädikhapet nimetatakse jäääädikhappeks, sest + 17° juures tardub ta tahkeks jääsarnaseks massiks.

Äädikhapet tarvitatakse äädikana (umbes 4%) maitseaineks, toiduainete konservimiseks, parimate kunstiidi sortide, värvide (näit. indigo) ja ravimite (näit. aspiriini) valmistamisel.

Alustega annab ta sooli, kusjuures H aatom asendub COOH-rühmas metalliga. Äädikhappesooli kutsutakse atsetaateks.

Neist nimetame järgmisi:

Vaskatsetaat, mis tekib vasknõude pinnale, kui nad äädikaga kokku puutuvad. Šveinfurdi roheline sisaldab vaskatsetaadi kõrval veel vase- ja arseeniühendit. Mõlemad soolad on väga mürgised.

Alumiiniumatsetaati tarvitatakse põletiku puhul kompressideks (Burow' vedelik). Mõned värvid ei hakka värvimisel riidele ilma viimase töötlemiseta teiste ainetega ehk nn. peitsidega. Säärase peitsina esinevad alumiinium- ja raudatsetaadid, mis kergesti vees laguvad ja tekitavad hüdraate. Viimased heituvad koekiududele ja imevad endasse värve.

Pliisuhkur on mürgine pliiatsetaat, mida tarvitatakse plii-valge ja teiste pliivärvide valmistamiseks.

Naatriumatsetaati, CH_3COONa , kasutasime metaani saamisel.

Võihape, $\text{C}_3\text{H}_7 \cdot \text{COOH}$, on vastiku lõhnaga õline vedelik, mida leidub higis ja halvaks läinud võis. Värskes võis on ta seotud glütseriiniga. Võihape võib tekkida ka piimahappest bakterite toimel.

Orgaanilisest happeist üldiselt. Kõik orgaanilised happed sisaldavad nn. karboksüülrühma — COOH . Nende üldvalem on: R (radikaal) $\cdot \text{COOH}$. Asendades karboksüülrühmas vesiniku metalliga saame vastava happe soola.

Orgaanilisi happeid võib vaadelda kui vastava aldehüüdi hapendussaadusi.

Siin vaadeldavaid orgaanilisi happeid nimetatakse rasvahapeteks, sest rasvad on koostiselt kõrgema süsinikuaatomite hulgaga orgaaniliste hapete (steariin-, palmitiin- ja teised happed) ühendid glütseriiniga.

Tähtsamad üheväärsed rasvahapped ja nende tuletamine alkoholidest:

Alkohol	Aldehüüd	Hape	Happe sulamistäpp	Keemistäpp
Metüülalkohol $\text{CH}_3 \text{ OH}$	Formaldehüüd $\text{HCH} : \text{O}$	Sipelgahape HCOOH	+ 8° C	101° C
Etüülalkohol $\text{C}_2 \text{H}_5 \text{ OH}$	Atseetaldehüüd $\text{CH}_3 \cdot \text{CH} : \text{O}$	Äädikhape $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$	+17° C	118° C
Propüülalkohol $\text{C}_3 \text{H}_7 \text{ OH}$	Propioonhappe- aldehüüd $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{CH} : \text{O}$	Propioonhape $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{COOH}$	-22° C	141° C
Butüülalkohol $\text{C}_4 \text{H}_9 \text{ OH}$	Võihappealde- hüüd $\text{C}_3\text{H}_7 \cdot \text{CH} : \text{O}$	Võihape $\text{C}_3\text{H}_7 \cdot \text{COOH}$	-8° C	162° C
		Palmitiinhape $\text{C}_{15}\text{H}_{31} \cdot \text{COOH}$	+62° C	
		Steariinhape $\text{C}_{17}\text{H}_{35} \cdot \text{COOH}$	+72,5° C	

15. Mitmeväärased ja oksühapped.

Orgaaniliste hapete molekulis võib karboksüülrühm ($-\text{COOH}$) esineda enam kui üks kord; selle järgi on säärased happed kahe-, kolme- jne. väärased.

Kaheväärseist happeist nimetame oblika- ehk oksaalhapet. Paljudes taimedes, nagu oblikas, jänese kapsas, rabarbris ja teistes, leidub seda hapet ja tema sooli, millest on tingitud nende taimede hapu maitse.

Suuremal määral saadakse oblikahapet suhkrupulbri kuumutamisel kange lämmastikhappega.

Oblikahape on värvitu kristalne aine, mis lahustub vees ja alkoholis. Puhtal kujul on ta mürgine, kuid sääraselt esineb ta taimedes vähesel määral ja harva. Palju rohkem esineb teda Na- ja K-soolade kujul, mis pole mürgised.

Oblikahappe valem on $(\text{COOH})_2$. Ta annab alustega hapusid ja neutraalseid sooli. Oblikahappesooli nimetatakse oksaalatideks. Taimedes leidub sageli oblikahappekaltsiumi

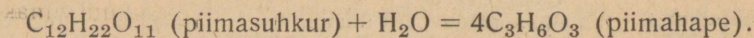
COO
|
 COO } Ca, mis ei lahustu vees. Haput oblikahappekaaliumi

$\text{COOH} \cdot \text{COOK}$ tarvitatakse rauarooste- ja tindiplekkide kõrvaldamiseks.

Kuumutamisel laguneb oblikahape veeks, süsinikhapendiks ja süsihappesgaasiks.

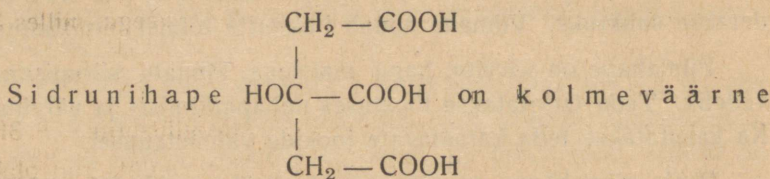
Oksühapped. Kui happe molekul peale karboksüülrühma (COOH) sisaldab veel hüdroksüülrühma ($-\text{OH}$), siis kutsutakse säärast hapet oksühapeks.

Lihtsaim oksühape on oksüpropioonhape ehk piimhape ($\text{CH}_3 \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH}$), mis tekib värskes piimas leiduva piimasuhkru lagumisest piimabakterite ensüümi toimet.



Värskes piimas on valkaine kaseiin seotud kaltsiumiga. Tekkiv piimahape võtab kaseiinist kaltsiumi, andes piimahappesoola, ning kaseiin eraldub sültja massina („paks piim“).

Puhas viinahape on tahke kristalne aine, mis lahustub kergesti vees ja alkoholis. Teda tarvitatakse karastavate jookide valmistamiseks, ravimina, maiusaineis ja tööstuses.



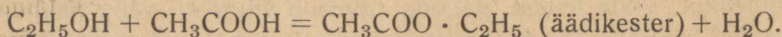
oksühape. Teda leidub ühes teiste taimehapetega puuviljades, nagu sidrunis, apelsinides, pohlades, paradiisiõuntes jne. Sidrunimahlas on umbes 6—8% sidrunihapet. Ühest sidrunist saadakse 2 g hapet. Ta on selge kristalne aine, mis lahustub vees.

Sidrunihapet tarvitatakse karastavate jookide valmistamiseks, ravimina tedretähtede ja päevituse vastu, tööstuses värvide lahustamiseks jne.

16. Estrid.

Äädikhappe-etiülester ehk **etiüülatsetaat**. Lisame etiülalkoholi (3 cm³) ja koondatud väävelhappe segule (5 cm³) jää-äädikhapet (3 cm³) ja destilleerime segu, millesse lisame vedeliku ülejäämist ärahoidmiseks klaasikilde. Saame kogumistorukeses veidi „äädikestrit“, mille meeldiv lõhn tuletab meelde küpsetatud õuna.

Reaktsioon on järgmine:



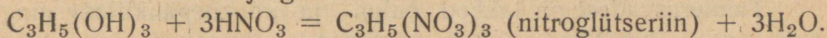
Katsest järgneb, et alkoholid samuti nagu alused annavad hapetega soolasarnaseid ühendeid, mida nimetatakse **estriteks** ehk **estersooladeks**. Estrid tekivad alkoholide toimetel niivõrd kiiresti mineraal- kui ka orgaaniliste hapetega.

Puuviljade meeldiv lõhn on tingitud neis leiduvaist **estrest**; nõnda annab pirnile talle omase lõhna äädikhappe ja propüülalkoholi ester, ananasele võihappe ja etiülalkoholi ester jne.

Nitroglütseriin. Lämmastikhappe ja glütseriini vastastikusel toimetel tekib **ester nitroglütseriin**.

Selle saamiseks jahutame koondatud lämmastikhappe (3 cm^3) ja koondatud väävelhappe (6 cm^3) segu ja lisame juurde tilkadena glütseriini (2 cm^3). Varsti läheb segu sogaseks ning põhja eraldub raske õli. Peseme teda mitu korda külma veega, milles happed lahustuvad, ja valame vee ära.

Reaktsioon on järgmine:



(Katse nõuab äärmist ettevaatust, sest nitroglütseriin plahvatab kergesti. Katseks aineid võtta mitte rohkem kui näidatud!)

Nitroglütseriin on värvitu ja lõhnatu õlisarnane vedelik. Ta on kange lõhkeaine, sellepärast peab temaga olema õige ettevaatlik. Õhu käes ta põleb, järsul kuumutamisel 180° -ni plahvatab. Nitroglütseriin plahvatab samuti detonatsioonist, s. t. mõne teise aine plahvatamisest tema läheduses. Sageli plahvatab ta ilma välise põhjusega. Plahvatust võib näha, kui soojendame tilgakest nitroglütseriini peenes klaastorus.

Vähem hädaohtlik on teine lõhkeaine dünaamiit, mis on nitroglütseriiniga immutatud ränimuld (diatomiit) või saepuru. Lõhkeželatiin koosneb 93% nitroglütseriinist ja 7% nitrotselluloosist. Lõhkeželatiin on kangemaid lõhkeaineid.

Dünaamiidi leiutas rootslane Alfred Nobel 1867. a.

17. Rasvad ja õlid ning nende saadused. Vaha.

Rasvad ja rasvõlid¹ on tähtsad varuained taime- ja loomakehas. Loomadel leidub rasva kõigis elundeis, kõige rohkem aga naha all. Rasv on kaitseks külma vastu. Sellepärast ongi loomadel, kes elavad külmas vees, naha all paks rasvakiht (hülgel, vaalal, veelindudel).

Taimedel leidub rasva kõige rohkem seemneis (naeris, magun, päevaroos, lina, kanep, pähkel, oliivid, puuvill, kookospalm jne.), olles toiduks kasvavale idule.

Rasva, mille sulamistäpp on üle 30° C , nimetatakse r a s u k s.

¹ Rasvõli on vedel rasv. Tuleb vahet teha rasvõlide ja mineraalõlide vahel. Viimased koosnevad peamiselt süsivesinikest (näit. naftasaadused).

Loomadelt saadud rasvadest on harilikus temperatuuris tahked veise- ja lambarasv; pehmed — searasv, või ja hanerasv; vedelad (õlid) — kondiõli, sõraõli, kalamaksaõli. Viimast saadakse tursamaksast; vitamiinide rohkuse tõttu tarvitatakse kalamaksaõli ravimina. Mereloomadest saadud rasva nimetatakse *t r a a n i k s* ehk *r ä ä s i k s*.

Taimeraskvadest on tahked palmi- ja kookospähklirasv ning kakaovõi; vedelad a) mittekuivavad õlid — oliiviõli (parim toiduõli), maapähkliõli, sojaõli, seesamiõli, naeriõli, päevalilleseemneõli, puuvillaseemne- ehk kottonõli, riitsinus- ehk kastoorõli (lahustav vahend) jne.; b) kuivavad õlid (muutuvad tahkeks aineks õhu käes) — lina-, kanepi- ja magunaseemneõli.

Loomarasvad eraldatakse loomakudedest sulatamise teel.

Taimeõlid eraldatakse *p r e s s i m i s e* (külmalt või soojalt) ja *e k s t r a h e e r i m i s e* teel. Pressimisest saadud jäänused lähevad loomatoiduks õlikookide nime all. Ekstraheerimiseks tarvitatakse rasva lahustavaid vahendeid (bensiooni, tetrakloormetaani, eetrit, väävelsüsinikku jt.). Ekstraheerimisega saadud õlid lähevad tehniliseks otstarbeks.

Rasv on enamasti valge, mõnikord kollane ja pruun. Vees ta ei lahustu. Õli jaguneb veega loksutades peenteks tilkadeks, andes piimja emulsiooni. Kui sellele lisada veel kummiaraabikut või valke, siis hoidub emulsioon kauemini, vastasel korral eraldub rasv veest. Rasvad lahustuvad eetris, bensiniis, väävelsüsinikus, kloroformis jne.

Soojendamisel rasv sulab; kuumutamisel üle 200° hakkab ta lagunema halvasti lõhnavaiks gaasideks. Seismisel rasv läheb mõruks ja omandab hapu reaktsiooni.

Rasvad ja õlid on tähtsamaid toiteaineid. Tööstuses kasutatakse rasva seebi ja küünalde valmistamiseks, määrdeks, ravimeiks (kastoorõli, kalamaksaõli). Kuivavad õlid töödeldakse *v ä r n i t s a k s*, mida kasutatakse värvimisel.

Keemilise koostise poolest kuuluvad rasvad estrite hulka. Rasvades on ühinenud rasvahapped *g l ü t s e r i i n i g a*.

Happeist, mille estreist koosnevad sagedamini rasvad ja õlid,

on 1) tahked palmitiinhape ($C_{15}H_{31}COOH$) ja stea-
riinhape ($C_{17}H_{35}COOH$); 2) vedelad ning küllastumatud
õlihape (ka oleiinhape) ($C_{17}H_{33}COOH$) ja linoolhape
($C_{17}H_{31}COOH$). Õlides on ülekaalus vedelad küllastumatute
rasvahapete glütseriidid. Peale nimetatud hapete sisaldab rasv
veel teiste siin nimetatata hapete glütseriide.

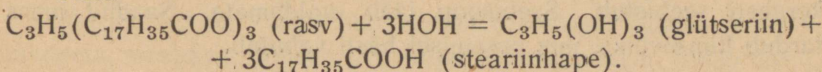
Katalüsaatorite (näit. metall Ni) abil $100-200^{\circ}C$ juures ühi-
nevad küllastumatud glütseriidid (õlid) vesinikuga küllastatud
tahkeiks ühendeiks. Seda toimingut kutsutakse õlide hüd-
reerimiseks. Sääraseid kõvendatud ehk tahkestatud
rasvu kasutatakse seebitööstuses, margariini valmistamisel jne.

Kuivavais õlides ühinevad glütseriidid õhu käes hapnikuga
kõvaks väheelastseks massiks — linoakrüülakts. Et kiiren-
dada säärase õli kuivamist, soojendatakse teda plii- või mangaan-
ülilhapenditega või puhutakse talt läbi sooja õhku. Selliselt töö-
deldud õli kutsutakse värnitsaks.

Linoleumi valmistamiseks pressitakse džuuutriidele segu, mis
koosneb hapendatud linaseemneõlist, korgijahust, kam-
polist, värvaineist jne.

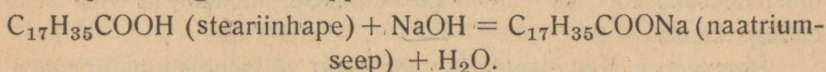
Aluste, kangete hapete ja ülekuumendatud veeauru toimel
laguneb (hüdrolüüsib) rasv, ühinedes veega rasvahappeks ja
glütseriiniks. Seda reaktsiooni kutsutakse seebistumiseks.

Näit.



Seep. Sulatame keeduklaasis kookosrasva (20 g), valame
juurde destilleeritud vett (10 g) ja siis naatriumleelist (4 g alust,
10 cm³ vett). Pooletunnise keetmise järel (aurunud vesi asen-
dada!) saadakse seepliim, mis koosneb seebist ja glütseriinist.
Koondatud keedusoolalahuse juurdelisamisel eraldub seep pin-
nale; põhja jääb seebipära ehk soop, mis sisaldab glütseriini.

Rasva keetmisel alusega (seebikiviga) laguneb ta glütseriiniks
ja rasvahappeks. Viimane ühineb alusega, tekitades soola. Hari-
lik seep on seega rasvahappenaatrium.





Joon. 15. Seebivabrikus.

Harilikud kõvad ehk nn. tuumseebid keedetakse loomarasvast, paremad seebid enamasti taimerasvadest. Tualettseepidele lisatakse veel juurde lõhnaineid või glütseriini. Ravimite juurdelisamise teel saadakse meditsiiniseebid.

Liimseebid saadakse enamasti kookos- ja palmituumarasvast, mis 25—30° juures kange sööbenaatriumi leelise toimel kergesti seebistub. Seebisoop jääb eraldamata. Saadud mass tardub liimseebiks, mis pesemisel hästi vahutab.

Määrdeseebid keedetakse odavaist taimeõlidest (lina-seemneõlist, kanepiõlist, puuvillaseemneõlist) või traanist kaaliumleelisega. Soop jääb eraldamata. Määrdesoop on enamasti pruun, ka roheline (valmistatud rohelisest kanepiõlist) ja selle õli lõhnaga, millest ta on keedetud.

Seepi tarvitatakse pesemiseks. Seebilahus soodustab pinna märgumist, tungib kergesti nahal või riidel asetseva mustuse alla ja aitab sel teel seda kõrvaldada. Osalt hüdrolüüsib seep rasvahapeteks ja aluseks. Viimane emulgeerib rasva, mis hoiab kinni mustuseosakesed. Ka vaht imab endasse mustust ja viib selle endaga kaasa.

Hea seep ei tohi sisaldada vaba alust või seebistumatut rasva.

Lisame seebilahusele veidi lubjavett. Tekib räitsataoline sade. Loksutamisel vahtu ei teki. Karge vesi, mis sisaldab lubja- ja magneesiumisooli, ei kõlba pesemiseks, sest tekkinud lahustumata kaltsium- ja magneesiumseepi ei saa kergesti eemaldada.

Steariinküünalde valmistamisel toimub rasva hüdroolüüs kõrgel rõhumisel kuuma veeauruga või lagundatakse rasv, keetes teda väävelhappega. Viimasel puhul rasvahapped destilleeritakse välja ühes ülekuumendatud veeauruga. Neid puhastatakse ning vedel oleiinhape pressitakse välja. Palmitiin- ja steariinhappe segust (steariinist) valatakse küünlaid, mispuhul steariinile lisatakse veel parafiini, et vältida küünalde murdumist.

Seedimisel laguvad rasvad peensooltes ferment lipaasi toimel samuti glütseriiniks ja rasvahappeiks. Viimased ühinevad sapis leiduvate aluseste metallidega soolaks — seebiks, mis imbub läbi soolte seinte verre.

Vaha. Vaha on kõrgemate rasvahapete (palmitiin- ja tserotiinhappe) ja ühe- või kaheväärsete kõrgemolekulaarsete alkoholide ester. Vaha eritavad mitmed putukad (mesilased, lehetäid, kilptäid, tsikaadid jne.) ja paljud taimed lehtedel ning viljadel (ploomid, kuuseokkad, vahapalm jt.).

Mesilaste vaha on värvuselt kollane, külmas murduv, maitseta, meeldiva lõhnaga ja teralise murrupinnaga. Sulab 64° C juures. Lahustub kloroformis ja tärpentiiniõlis. Sööbekaaliumiga keetmisel ta seebistub, tekitades palmitiin- ja tserotiinhappekaaliumi ja melissüülalkoholi. Vahast valatakse küünlaid, temaga vahatatakse põrandaid, valmistatakse kreeme jne.

Koostiselt on mesilaste vaha palmitiin- ja tserotiinhappe ($C_{26}H_{53}COOH$) ja melissüülalkoholi ($C_{30}H_{61}OH$) ester.

Parim taimevaha on karnauubavaha, mida saadakse Brasiilias kasvava vahapalmi lehtedelt. Selle vaha sulamistäpp on $80-90^{\circ}$ C. Oma kõvaduse ja hea poleerimisomaduse tõttu on ta parim vahend parkettpõrandate poonimismäärde ja saapakreemi valmistamiseks.

Pesemata lambayillas on 5—10% villarasva, õigemini villavaha, mis eemaldatakse sealt pesemise teel. Villavaha on tuntud lanoliini nime all, ta on kollakas, salvitaoline, ei seebistu ega rääsistu kergesti. Lanoliini kasutatakse peamiselt nahasalvide valmistamiseks.

Süsivesikud.

Süsivesikute ehk süsihüdraatide hulka kuuluvad mitmesugused suhkrud, tärklis, tselluloos ja teised ained. Kõik nad koosnevad kolmest elemendist: süsinikust, vesinikust ja hapnikust, kusjuures siia kuuluvail aineil vesiniku- ja hapniku-sisalduse suhe on samasugune nagu vees, s. o. vesiniku-aatomeid on molekulis kaks korda rohkem kui hapnikuaatomeid, just nagu oleks süsinik ühinenud veega. Koostisest on tingitud nende nimigi. Seega on süsivesikute üldvalem $C_n(H_2O)_m$, kus n ja m võivad olla mitmesugused arvud.

Leidub aga muidki aineid, mis ei kuulu süsivesikute hulka, kuid sisaldavad molekulis vesiniku ja hapniku aatomeid samas vahekorras nagu süsivesikudki, näit. piimahape ($C_3H_6O_3$), äädikhape ($C_2H_4O_2$) jt.

Süsivesikuist vaatleme kolme rühma: monoose ehk monosahhariide (lihtsuhkruid), bioose ehk disahhariide (lihtsuhkruid) ja polüoose ehk polüsahhariide.

Neist on suhkrud, mis kuuluvad kahte esimesse rühma, vees kergesti lahustuvad kristalsed ja magusa maitsega ained; neid leidub kõigis elusais taimerakkudes kui ka looma- ja inimeseveres.

18. Monoosid (lihtsuhkrud).

Kobar- ehk viinamarjasuhkrut ehk glükoosi (kreekak. sõnast *glykys* — magus) leidub ühes teiste suhkruliikidega puuviljas, marjades, eriti viinamarjades, ja mees. Ka

sisaldab kobarsuhkrut veri. Väga vähe on teda leida kuses; suhkurtõve puhul võib suhkruisisaldus kuses ulatuda siiski kuni 10%.

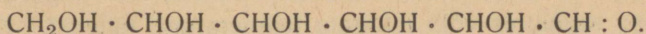
Kobarsuhkur on valge kristalne aine. Vees lahustub ta raske-
mini kui roosuhkur; ta tundub vähem magus.

Valame kobarsuhkru 10%-lisele lahusele puhtas katseklaasis pörgukivi ammoniaakvesilahust (vt. katset §-s 12). Soojendamisel tekib klaasile metallhõbeda peegel.

Valame kobarsuhkru-lahusele katseklaasis veidi Fehlingi lahust. Viimane valmistatakse järgmiselt: $\frac{1}{2}$ l vees lahustatakse 50 g KOH ja 173 g Seignette'i soola (viinhappekaaliuminaatriumi), teises $\frac{1}{2}$ l vees lahustatakse 34,5 g puhast kristalset CuSO_4 . Lahused hoitakse eraldi ja segatakse võrdseis ruumalades enne tarvitamist, kusjuures vasevitrioli-lahust valatakse esimesse lahusesse vähehaaval, kogu aja segu loksutades. Kui soojendada Fehlingi lahust kobarsuhkruga, kaob sinine värvus ja tekib kollane, varsti punaseks muutuv Cu_2O sade.

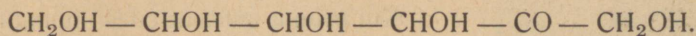
Kobarsuhkrul on aldehüüdi omadused. Ta taandab hõbeda hõbedasoolast ja vaseshapendi Fehlingi lahusest.

Kobarsuhkru valem on $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Tema struktuurivalem on:



Nagu valemist näha, on kobarsuhkur aldehüüd-alkohol ehk aldoos.

Koos kobarsuhkruga leidub paljudes puuviljades, marjades ja mees veel puuviljasuhkrut ehk fruktoosi — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Ta esineb enamasti värvitu siirupisarnase vedelikuna ja on väga magusa maitsega. Kristallub raskesti. Nagu uurimised selgitavad, on ta keto-alkohol ehk ketoos:



Kobarsuhkur ja puuviljasuhkur laguvad käärimisel pärmsente fermendi tsümaasi toimel alkoholiks ja süsihappegaasiks: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$.

Piimasuhkru lagundamisel saadakse galaktoosi, mis on koostiselt aldoos, kuid erineb molekuli ehituselt glükoosist. Ta lahustub raskemini kui glükoos.

Süsinikuaatomite arvu järgi molekulis jagunevad monoosid heksoosideks ja pentoosideks¹.

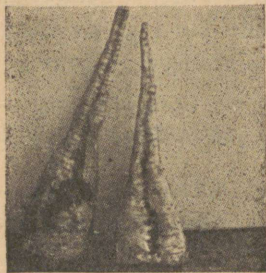
Heksooside molekulis ($C_6H_{12}O_6$) on kuus C aatomit; heksoosidest vaatlesime glükoosi, fruktoosi ja galaktoosi.

Pentooside ($C_5H_{10}O_5$) molekulis on viis C aatomit. Pentoosidest on tähtsamad arabiinooos ja ksüloos, mida leidub peetides, porgandeis, päevalillelehtedes, kirsivaigus jne. Pärmseente toimet nad ei kääri alkoholideks.

19. Bioosid ehk disahhariidid (liitsuhkrud).

Roosuhkrut (harilik suhkur) ehk sahharoosi leidub peamiselt suhkrupilliroos ja suhkrupeetides. Ka teised taimed sisaldavad suhkrut, näit. suhkruhirss, suhkruvaher ja mõned palmide liigid. Suhkrupilliroogu kasvatatakse troopika- ja lähistroopikamaades, näit. Briti Indias, Jaava saarel, Brasiilias. Suhkrupeet kasvab parasvöötme kesk- ja lõunaosades. Ka Eestis on viimasel ajal hakatud kasvatama suhkrupeeti; ta töödeldakse kodumajapidamises siirupiks.

Roosuhkur esineb värvitu kristalse aina, mis kergesti lahustub vees; seejuures võib märgata temperatuuri langust. Kuumutamisel sulab suhkur värvituks vedelikuks, mis hangub jahtudes klaasisarnaseks massiks (kompvekisuhkur). Kui kuumutada suhkrut veel rohkem (üle $200^\circ C$), siis muutub ta pruuniks (karamell). Selline pruun suhkur lahustub kergesti vees ja alkoholis ning teda tarvitatakse suhkrukulööri nime all likööride ja äädika värvimiseks.



Joon. 16. Suhkrupeet.

Kui pruuni suhkrut edasi kuumutame, siis eralduvad põlevad gaasid ja järele jääb must läikiv suhkrusüsi. Koondatud väävelhape söestab suhkru kohe (suhkrut veidi niisutada veega!)

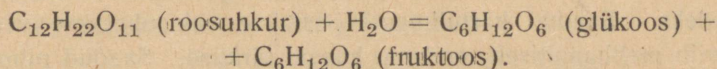
Kui soojendame katseklaasis roo-

¹ Kreekakeelseist sõnadest *hex* — kuus, *pent* — viis.

suhkrut Fehlingi lahusega, mingit reaktsiooni ei teki. Kui aga enne keedame suhkrulahust 3—5 minutit mõne tilga väävelhappega ja kesendame lahuse alusega, siis annab ta soojendades Fehlingi lahusega punase Cu_2O sademe.

Roosuhkru empiiriline valem on $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

Keetmisel lahja väävelhappega roosuhkru molekul ühineb veega ja lagub (hüdrolüüsub) glükoosiks ning fruktoosiks:



Glükoosi ja fruktoosi segu nimetatakse invertisuhkruks. Loomulikus mesilaste mees on 70—80% invertisuhkrut. Kunstmesi saadakse roosuhkru hüdrolüüsimisel hapetega.

Roosuhkru käärimisel tekivad süsihappegaas ja alkohol. Pärmseened eritavad kahte fermenti. Esimese fermenti invertaasi mõjul toimub roosuhkru hüdrolüüs monoosiks; teise fermenti tsümaasi toimel lagub monoos alkoholiks ja süsihappegaasiks.

Roosuhkru molekulis on kaks monoosimolekuli ühinenud vee-molekuli eraldamise teel. Seepärast kuulub ta biooside ehk disahhariidide hulka.

Linnasesuhkur ehk maltoos ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) tekib tärglisest viljaterade idanemisel ferment diastaasi toimel. Hüdrolüüsil lagub ta molekul kaheks kobarsuhkru molekuliks.

Piimasuhkrut ehk laktoosi ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) leidub piimas umbes 4,5%. Teda saadakse piimaveest pärast või ja valkude (juustu) eraldamist. Piimasuhkur on valge kristalne aine, mis vees raskesti lahustub ja seepärast tundub vähe magus. Tema taandab Fehlingi lahuse ja tekitab ammoniaagilisest hõbedasoola-lahusest hõbepeegli. Hüdrolüüsil lagub laktoos glükoosiks ja galaktoosiks.

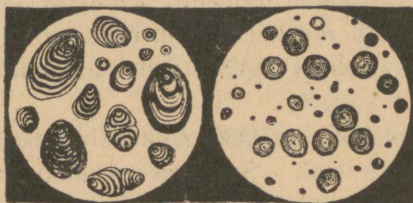
Kõrvuti bioosidega leidub taimemahlades trioose ehk trisahhariide ($\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_{16}$), mille molekulid on tekkinud kolme monoosimolekuli ühinemisest. Siia kuulub näit. suhkrupeedi mahlas esinev rafinoos; hüdrolüüsil lagub see glükoosiks, fruktoosiks ja galaktoosiks.

Polüoosid ehk polüsahhariidid.

20. Tärklis.

Tärklis leidub peaaegu igas taimes, eriti rikkalikult sisaldavad teda mõnede taimede toiduvaruaidad — seemned ja juurikad, näit. kartulid ja viljaterad. Meil valmistatakse tärklis kartuleist. Selleks peenendatakse kartulid, lõigates nad õhukesteks lõikudeks. Saadud kartulimassi pestakse ehk uhetakse veega, mis viib mehhaaniliselt endaga kaasa tärklise. Saadud piimjast vedelikust setib tärklis anumates seismisel põhja.

Tärklis esineb taimedes terakestena, mille suurus ja kuju oleneb taime liigist. Mikroskoobilisel vaatlemisel võib määrata tärklise päritolu.



Joon. 17. Kartuli ja nisu tärklisterad (suurendatult).

Kuumas vees muutub tärklis klištriks, mida tarvitatakse liimiks, pesu tärgeldamiseks ja riide apreteerimiseks. Suurim tähtsus on tärklisel toiduainena (leivas, kartulis).

Jood joodkaaliumi lahuses värvib tärklise siniseks, milline värvus kaob soojeendamisel, kuid uuesti tekib segu jahtumisel.

Kui tärklisekliistrit keeta Fehlingi lahusega, mingit reaktsiooni ei teki.

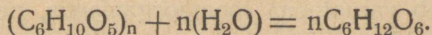
Keedame aga katseklaasis tärklisekliistrit 3—5 minutit lahja H_2SO_4 -ga, kesendame lahuse alusega, lisame nüüd Fehlingi lahust ja soojeendame, tekib punane Cu_2O sade.

Segame katseklaasis tärklisekliistri süljega ja hoiame mõni aeg soojas kohas ($55—65^\circ$). Segu annab nüüd Fehlingi reaktsiooni.

Tärklise keemiline valem on $(C_6H_{10}O_5)_n$, kusjuures n ei ületa arvu 6.

Keetmisel lahjade hapetega, samuti fermendi mõjul (süljes, sooltes, seemnete idanemisel jne.) lagub tärklisemolekul, moodustades lõppsaadusena monoosimolekulid. Tärklisemolekuli võib vaadelda kui mitme monoosimolekuli liitühendit. Sellepärast loetakse tärklis polüooside ehk polüsahhariidide¹ rühma.

Tärklise hüdrolyüs sünnib järgmiselt:



Idanevais seemneis (linnastes) lagub tärklis esmalt tekkiva fermendi diastaasi toimel linnasesuhkruks; viimane võib edasi laguda monoosiks.

Tehniline kobarsuhkur saadakse tärklisest, keetes viimast lahjade hapetega ja eraldades siis kobarsuhkru.

Tärklis võib kergesti avastada taime rohelistes lehtedes, mida ainult veidi aega on valgustatud. Pimeduses hoitud taime lehtedes pole tärklis leida. Ta tekib seal uuesti, kui taim on olnud valguse käes. Selle nähtuse põhjuste selgitamine on seotud tähtsaima küsimuse — taimes toimuva orgaanilise aine sünteesi lahendamisega. Toimuvad protsessid pole veel küll üksikasjaliselt selged, kuid üks on kindel: valguses toimub rohelises taimes anorgaaniliste ainete süsihappegaasi ja vee muundumine elava organismi orgaaniliseks aineks. Nagu teada, toimub see süntees klorofülliterades. Tarvilikku energiat selleks saab taim valgusenergia kujul.

Arvatakse, et süsihappegaasi ja vee ühinemisel rohelises lehes tekib esmalt formaldehüüd, kusjuures eraldub hapnik: $CO_2 + H_2O = HCHO + O_2$. Formaldehüüdi molekulid omavahel ühinedes tekitavad monoosi $6HCHO = C_6H_{12}O_6$. Liitudes tekitavad monoosi molekulid esmalt bioosi ja siis tärklise, kusjuures eraldub vesi: $nC_6H_{12}O_6 - nH_2O = (C_6H_{10}O_5)_n$.

Lehtedesse kogunenud tärklis hüdrolyüsib ja kantakse monoosi kujul lahustunult teistesse taimeosadesse. Siin kasutatakse ta taime moodustavate ainete ehitamiseks või energiaallikana või

¹ Polys — kreeka keeles „palju“.

muudetakse uuesti varuaineks — tärgliseksi. Viimast leiame kartulimugulais (18—21%), seemneis (nisuterades 64—65%, riisis 77% jne.), juurtes ja teistes taimeosades.

Dekstriin. Tärglise kuumutamisel 200°-ni saadakse kollane mass dekstriin. Ta lahustub vees. Teda tarvitatakse liimina (taimeliim), riide apretuuriks, õlle valmistamisel ja kompvekitööstuses. Leiva ja küpsiste pruuni koore läige oneneb dekstriinist. Ka pesu triikimisel tekib pesule läikiv dekstriinikiht.

Polüooside hulka kuulub ka **glükogeen** ehk looma tärglis, mida leidub varuainena loomaorganismis, peamiselt maksas. Glükogeen on valge amorfne pulber; joodilahus värvib ta lillakaspruuniks. Hüdrolüüsil lagub ta glükoosiks.

Mõnede taimede, näit. jorjeni, siguri ja teiste juurikais leidub tärglisesarnast **inuliini**, mis hüdrolüüsil annab fruktoosi.

Siirup on hapete toimel hüdrolüüsitud tärglis, milles leidub peale kobarsuhkru õige palju dekstriini. Siirupit kasutatakse keediste, kompvekkide, kookide jne. valmistamisel, ka tehniliseks otstarbeks.

Tärglist ja suhkrut sisaldavate ainete töötlemine. Tärglist ja suhkrut sisaldavaist aineist valmistatakse alkoholiseid jooke. Viimaseist nimetame veini, õlut ja viina.

Vein. Viinamarjadest, ka teistest marjadest (sõstardest, karusmarjadest, vaarikaist jne.) ja puuviljast (õuntest, pirnist jne.) saadakse pressimise teel mahla, mis sisaldab kobar- ja puuviljasuhkrut, orgaanilisi happeid, viinakivi, soolasid, värvaineid jne. Saadud mahl pannakse anumatesse seisma (nii et õhk juurde ei pääseks), kus ta mõne aja pärast marjadel elutseva pärmimõjul hakkab käärima. Mõnikord lisatakse juurde kunstlikul teel kasvatatud pärmseeni. Käärimisel tekivad suhkrust süsihappegaas ja alkohol. Kõrvalained ühes pärmiga setivad värske veini seismisel põhja. Värske vein valatakse vaatidesse, milles sünnib järelkäärimine. Veinis toimuvad nüüd keemilised protsessid, mis annavad veinile omapärased omadused, lõhna ja maitse või nn. **buketi**; aja jooksul ühinevad värskes veinis leiduvad halva lõhna ja maitsega puskariõlid hapetega meeldiva lõhna ja maitsega estriteks. Vahuveini valmistamisel lisatakse käärinud värskele

veinile suhkrut ja pärmi ning valatakse siis pudelitesse, mis kindlalt suletakse. Uuesti alanud käärimisel rikastub vein süsihappegaasiga.

Viin ja piiritus saadakse Eestis kartulist. Kartulid keedetakse veeauruga pehmeks. Saadud pudrule lisatakse linnaseid. Viimaste fermendi diastaasi toimel umbes 60° C juures muutub tärkliis suhkruks. Magusale meskile lisatakse pärmi, mille mõjul toimub suhkru käärimine. Viinpiiritus eraldatakse destillatsiooni teel iseäralistes kolonnaparaatides, järelejäänud praak läheb loomatoiduks. Piiritust võib ajada kõigist tärklist ja suhkrut sisaldavaist aineist, nagu rukkist, odrast, nisust, maisist, riisist, suhkrujäätmeist jne.

Õlu. Õlut valmistatakse harilikult otradest, mis pannakse idanema. Seejuures muutub tärkliis tekkiva fermendi mõjul linnasesuhkruks. Linnased kuivatatakse nüüd 50—100° juures ja jahvatatakse poolpeeneks, kusjuures eod kõrvaldatakse. Nüüd valatakse kuum vesi neile peale. 75° juures muutub kogu linnaseis leiduv tärkliis lõplikult suhkruks. Magus vedelik eraldatakse linnaseist ja lisatakse juurde humalavett, mis annab meskile meeldiva mõru maitse ja hoiab teda hapuks minemast.



Joon. 18. Humal.

Nüüd lisatakse meskile pärmi, mille toimel tekib alkoholine käärimine. Kääriv õlu valatakse vaatidesse, milles toimub järelkäärimine, kusjuures pärmi jäänuseid setib põhja ning õlu küllastub süsihappegaasiga.

21. Tselluloos ja selle saadused.

Tselluloos ehk kiudaine, mida leidub ainult taimeriigis, moodustab taimerakkude seinad. Taimeosades, millelt nõutakse suuremat mehhaanilist vastupanu, nagu lehtede ja varte soontekimbud, puutüved jne., seltsivad tselluloosiga veel teised ained, eeskätt puitaine ehk ligniin. Ligniin on eriti vastupidav keemilistele mõjudele ja suurimale jaole bakteritele. Puhtast tselluloosist koosneb puuvill, vähem puhtad on lina- ja kanepikiud. Puhtast tselluloosist koosneb ka liimimata kurnamispaber.

Nn. klooritsinkjoodi lahus värvib tärklise lillaks; puitunud taime rakukestad värvuvad aga kollaseks. Klooritsinkjoodi lahus valmistatakse järgmiselt: täiesti puhas $ZnCl_2$ lahustatakse joodilahuses joodkaaliumis küllastumiseni, nii et anuma põhja jääb lahustumata klooritsingi kristall. Saadud lahust tuleb hoida tumedas pudelis.

Harilikes lahustajais tselluloos ei lahustu; tema lahustamiseks tarvitatakse niinimetatud *Schweitzeri reaktiivi*. Viimase saamiseks lisatakse koondatud $CuSO_4$ lahusele niisama palju kanget naatriumalust; tekkinud vaskhüdraadi $Cu(OH)_2$ eraldame kurnamise teel, peseme ta läbi ja lahustame kanges ammooniumvesihapendis. Saadud nn. Schweitzeri reaktiiv lahustab tselluloosi (puuvilla). Happed ja alused sadestavad lahustunud tselluloosi sültja massina, mis kuivatamisel muutub amorfseks pulbriks.

Fehlingi lahusega tselluloos sadet ei anna. Kui aga keedame katseklaasis tükikest kurnamispaberit 15 min. lahja H_2SO_4 -ga, kesendame siis happe alusega ja soojendame lahust Fehlingi lahusega, tekib punane Cu_2O sade.

Tselluloosi valem on $(C_6H_{10}O_5)_n$, kusjuures n võrdub umbes 2000-ga. Arvutamisel leiame, et tselluloosi molekulaal on umbes 324 000. Tselluloos on polüoos, samuti nagu tärkliski. Hapetega keetes hüdrolüüsub tselluloosimolekulmonooksideks, mis reageerivad Fehlingi lahusega.

Tselluloosisaadused. Paneme puuvilla (12 g) suitsva lämmastikhappe (20 cm^3) ja koondatud väävelhappe (40 cm^3) jahu-

tatud segusse. Neljatunnise seismise järel võtame puuvilla välja, peseme ta hästi läbi ja kuivatame õhu käes.

Kui võtta näpitsa vahele tükike seda puuvilla ja lähendada leegile, siis plahvatab ta põlema.

Lämmastik- ja väävelhappe toimel tekkis tselluloosist lämmastikhappe-ester nitrotselluloos. Kui HNO_3 toimib lühemat aega (näit. 15 min.) tselluloosile, saadakse viimasest vähem nitreeritud nitrotselluloos, nn. dinitrotselluloos ehk kolloodiumvill $[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3(\text{NO}_3)_2]_n$; kauemat aega kestnud toimel saadakse trinitrotselluloos ehk püroksüliin $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{NO}_3)_3]_n$.

Püroksüliin on kangemaid lõhkeaineid. Teda lahustades nitroglütseriinis saadakse lõhkeželatiin (pauksült). Et vähendada püroksüliini lõhkemisohtu, mõjutatakse teda atsetooniga, mille toimel tekib želatiinisarnane mass, millele antakse tarbe järgi lehekeste, niidikeste või torukeste kuju. Seda nõndanimetatud suitsuta püssirohtu tarvitatakse padrunites, kus ta laskmise puhul paukelavhõbeda abil plahvatab, lagudes gaasideks.

Lahustades kolloodiumvilla eetri ja alkoholi segus, saame kolloodiumi. Viimast tarvitatakse väikeste haavade ja ühes broomhõbedaga tundlikkude päevapildiplaatide katmiseks, lakkide valmistamiseks jne.

Kampri (1 kaaluosa) ja kolloodiumvilla (6 kaaluosa) segust saadakse rõhumise teel kõrges temperatuuris tselluloid, millest vormitakse 100° juures mitmesuguseid tarbe- ja iluasju ning foto- ja kinofilme. Tselluloid on väga tuleohtlik, sest ta süttib kergesti. Tselluloidi tuleohu vältimiseks on viimasel ajal hakatud tarvitama vähem ohtlikku atseettselluloosi ehk tselliiti, mis on tselluloosi ja äädikhappe ester. Atseettselluloosist valmistatakse lakke, kunstnahka, veekindlaid kudesid, aerostaatide pallide kesti jne. Atseettselluloosist ja kamprist saadakse plastiline mass tselloon, mis asendab mitmel puhul tselluloidi (kitsasfilmid, autode aknad jne.), sest ta ei võta nii kergesti tuld kui tselluloid.

Kui pigistada kolloodiumilahust läbi juuspeente augukeste ja lasta õhus lahustajad ära auruda, siis saame läikivad kedratavad



Joon. 19. Põhja Puupapi- ja Tselluloosivabrik Tallinnas enne bolševikkude poolt hävitamist.

kunstsiiidikiud. Et sel teel saadud kiud on väga tulekardetavad, siis töödeldakse nad Na- või Ca-hüdro-sulfiidiga (denitree-ritakse). Seda kunstiidi sorti nimetatakse Chardonné' siiidiks.

Palju rohkem tarvitatakse viskoossiidi. Selleks töödeldakse tselluloos enne alusega (NaOH) ja pärast väävelsüsinikuga. Saadud siirupisarnasest massist viskoosist pressitakse eespool-tähendatud viisil poolvedelad kunstsiiidikiud erilahusesse (mitmesugused soolad, nagu Na_2SO_4 , MgSO_4 jt. lahjas väävelhappes), milles nad tahkeks tarduvad.

Lühikeseks lõigatud (umbes 30—40 mm või 60—120 mm) kunstsiiidikiud moodustavad tsellvilla, mida tarvitatakse taime- ja loomakiu aseainena.

Toiduainete pakkimiseks tarvitatav tsellofaan on saadud viskoossiidist, millele on antud paberitaoline kuju.

Tähtsaim tselluloosisaadus on paber. Paberit valmistatakse kaltsudest, puumassist ja puhtast tselluloosist.

Kaltsupaberi valmistamiseks kasutatakse lina-, kanepi- ja puuvillakaltse. Viimased puhastatakse, töödeldakse keemiliste ainetega ja peenendatakse massiks, millest võllide vahel pressides

saadakse paber. Et paberit tihedamaks teha, lisatakse massile vaiguseepi ja täiteaineid, nagu kriiti, kipsi ja kaoliini. Kurnamis- ja kuivatuspaber on liimita.

Parim paber valmistatakse linaseist kaltsudest.

Puumass on peenendatud ja keedetud puu. Temast valmistatud paber on vähe vastupidav ja läheb valguse mõjul aja jooksul kollaseks. Peamiselt tarvitatakse puumassi ajalehe- ja pakkimis- paberi valmistamiseks.

Tselluloosi saadakse puumassist, kui viimasest eemaldada ligniin ja teised ained. Selleks keedetakse peenendatud puud kõrgel rõhumisel kas naatriumalusega (naatrantselluloos) või kaltsiumbisulfitiga $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ (sulfittselluloos). Kui naatriumleelisele lisandatakse vähesel määral naatriumsulfiidi (Na_2S), siis tõuseb tselluloosi saak ja paranevad tema omadused. Sel teel saadavat tselluloosi nimetatakse sulfaattselluloosiks. Sulfaattselluloosi-vabrikuis tekib palju halvasti lõhnavaid gaase, mispärast need vabrikud ei või asuda elamute läheduses.

Kui hoiame kurnamis- paberit lühikest aega (10 sek.) väävelhappes ja loputame teda siis hästi vee ja lahja ammoniumvesi- hapendiga, siis saame pärgament- paberi, mida on raskem katki rebida ning mis ei lase vett läbi. Väävelhappe toimel muutub paberi pealiskihi tselluloos amüloidiks, mis teeb paberi vee- kindlaks.

Nahasarnast vulkaanfiibrit, millest valmistatakse reisi- kohvleid, saadakse kloortsingiga (ZnCl_2) töödeldud liimimata paberist.

Valgud.

22. Amiinoühendid.

Rühmitust NH_2 nimetatakse amiinrühmaks ja ühen- deid, mis sisaldavad NH_2 , amiinoühendeiks.

Amiinohapped. Kui mingi happe radikaalis on asen- datud üks või enam vesinikuaatomeid, mis on otseses ühenduses süsinikuga, amiinrühmaga, siis nimetatakse seda hapet amiino- happeks.

Lihtsamaid amiinohappeid on:

1) a m i i n o ä ä d i k h a p e — $\text{CH}_2 \cdot \text{NH}_2 \cdot \text{COOH}$ ehk glükokoll, mida leidub kondiliimis; viimasest ta eraldub, kui liimi keeta lahjade hapetega;

2) a m i i n o p r o p i o o n h a p e — $\text{CH}_3 \cdot \text{CH} \cdot \text{NH}_2 \cdot \text{COOH}$, mida nimetatakse veel alaniniiks; teda leidub peaaegu iga lihtvalgu hüdrolüüsimissaaduste hulgas; kergesti võib teda saada siidist;

3) a s p a r a g i i n i leidub laialdaselt taimeriigis, hernestes, ubades, naeris, sparglis jt. taimedes.

Amiinohapped on kõik tahked ained, enamik neist lahustub vees, paljudel on magus maitse. Nad tekitavad sooli niihästi hapetega (amiinrühma tõttu) kui ka alustega (karboksüülrühma tõttu).

Amiinohapetel on suur tähtsus kõige liitlikumate orgaaniliste ainete — valkude — koostise määramisel. Fermentide, hapete ning aluste toimel valgud laguvad; selle lagumise lõppsaadustena esinevad amiinohapped. Valkude hüdrolüüsimisel on saadud umbes 20 erisugust väga keerulise ehitusega amiinohapet.



Joon. 20. Emil Fischer
(1858—1919).

Saksa õpetlasel E m i l F i s c h e r'il õnnestus valmistada amiinohapete liitmise teel lihtsate valkudega — peptoonidega — väga sarnaseid ühendeid, mida ta nimetas polüpeptiidideks.

Ühe säärase liitliku ehitusega polüpeptiidi molekulis on seotud 19 amiinohapet, selle molekulkaal on 1326. Sel teel avanes võimalus selgitada valkude koostist ja ehitust.

Kusiaine ehk karbamiid ja kusihape. Kuses, mida inimene eritab iga päev umbes 1,5—2 l, on tahkeid aineid umbes 60 g. Viimaseist on suurem osa anorgaaniliste hapete soolad; orgaani-

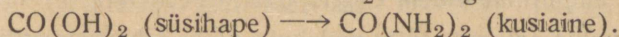
lise osa moodustavad peamiselt k u s i a i n e ehk k a r b a m i i d, umbes 30 g, ja k u s i h a p e, umbes 0,6—1,2 g. Mõlemad tekiavad organismis valkude lagumisest.

Puhas kusiaine esineb värvita kristalse ainenä, mis lahustub kergesti vees ja alkoholis.

Kuumutades kusiaine ja naatriumaluse segu katseklaasis, tunneme ammoniaagi lõhna. Järele jääb sooda. Samasugune kusiaine lagumisprotsess toimub ka mullas.

Lämmastikuomastajad ehk nitrititseeerijad bakterid hapendavad mullas ammoniaagi nitraatideks.

Kusiainet võib vaadelda kui süsihapet, milles mõlemad hüdroksüülrühmad on asendatud NH_2 -rühmaga.



Kusiaine on esimene orgaaniline aine, mida läks korda valmistada sünteetiliselt (Friedrich Wöhler, 1828. a.).

K u s i h a p e ja selle soolad lahustuvad raskesti. Reuma ehk jooksvahaiguse korral kogunevad tema kristallid liigendesse, tekitades valu. Lindude ja roomajate kusi koosneb peamiselt kusi-happeammooniumist.

23. Valgud.

Valkudest koosneb eeskätt elavate organismide rakkude protoplasma, seepärast võime valke õigusega nimetada e l u k a n d - j a i k s. Varemalt nimetati valke ka munavalgeaineiks, sest linnu-munavalge koosnebki valkudest.

Lahustame kanamunavalge 4—5 osas vees; saame valkja kolloidaallahuse. Kurname selle läbi õhukese riide ja valame saadud lahuse mitmesse katseklaasi.

Kuumutame ühte katseklaasi. Valkaine k a l g a s t u b ehk k o a g u l e e r u b valgete räitsakestena, mis enam vees ei lahustu.

Samuti kalgastuvad valgud raskemetallide soolade, kangete hapete, tanniini, alkoholi jne. toimel.

Kalgastunud valgu värvib lämmastikhape kollaseks; ammoniaagi mõjul muutub värvus oranžiks (k s a n t o p r o t e i i n - r e a k t s i o o n).

Valame valkaine-lahusele naatriumalust ja tilgutame juurde lahjat vasevitrioli-lahust. Tekib lilla värvus (biureetreaktsioon).

Mainitud värvilised reaktsioonid iseloomustavad valke.

Elementidest sisaldavad valgud C, H, O, N, S ja mõnikord veel P. Nende elementide protsentuaalset sisaldust võib harva täpselt märkida, sest raske on üksikuid valkaineid teistest eraldada.

Valkaine molekulist on vähe teada. Ta tundmaõppimist takistab asjaolu, et see molekul on väga suur ja koosneb mitmest tuhandest aatomist (molekulkaal 10 000—30 000). Näit. on liitvalk hemoglobiini empiiriline valem $C_{758}H_{1068}N_{195}FeS_3O_{218}$.

Säärase hulga aatomite tõttu molekulis võiks juba teoreetiliselt ennustada, et valkainete liikide hulk on äärmiselt suur. Kui võtta näit. valkaine, mille molekulis on ühinenud 20 amiinohapet, siis võiks teoreetiliselt koostada mitmesse triljonisse ulatuva erinevate valkainete isomeeride valemi. Iga elusolend koosneb tema liigile omapärasest valkainest; võõras valk, sattudes organismi, toimib sageli mürgina. Et keemiline analüüs ei suuda neid valkaineid üksteisest eraldada, siis kasutatakse selleks erilisi nn. bioloogilisi reaktsioone.

Teadlastel seisab ees suur ülesanne, kuidas saada valke sünteetiliselt. See saavutus tähendaks ühte suurimat inimhõimuse võitu.

Valgud jaotatakse kahte suurde rühma: a) lihtvalgud ehk proteiinid ja b) liitvalgud ehk proteiidid. Viimaste molekulid laguvad hüdroolüüsil proteiinide ja valkude hulka mittekuuluvate ainete molekulideks.

1. Proteiinid. Siia kuuluvad:

a) albumiinid, mis on tuntuimad ja kergesti saadavad valkained; kõik albumiinid võivad esineda hästikujunenud kristallidena ja lahustuda puhtas vees; siia kuuluvad piimaalbumiin, vere-seerumi albumiin, munaalbumiin jt.;

b) ühes albumiinidega esinevad sageli globuliinid, mis ei lahustu vees, küll aga neutraalsoolade lahustes, nagu vere-seerumi globuliin, fibrinogeen;

c) tugiproteiinid, mis tarretuvad kõvaks, nagu sarvede, küünte, sulgede, karvade peamine keratiin, sidekoes (luudes, kõhres) esinev kollageen jt.;

d) lihaseproteiinid, mis sarnanevad globuliinidega, nagu müosiin ja müogeen, mis esinevad lihastes.

2. Proteiididest nimetame:

a) fosforproteiide, millest märgime piimas leiduvat kaseiini; kaseiinist valmistatakse plastilist sarvetaolist massi — galaliiti; ka toodetakse kaseiinist kunstvilla — lanitaali, mis aga omadusilt ei küüni veel loomuliku lambavillani. Edasised katsetamised töötavad siin paranemist tuua;

b) tuumaproteiide, mis esinevad rakutuumades, mak-
sas, sugurakkudes;

c) glükoproteiide, mille hulka kuuluvad mitmesugused limaained (mutsiinid), munavalk;

d) hemoglobiini — punast värvnikku verelibledes jt. Kopsus ühineb hemoglobiin hapnikuga oksühemoglobiiniks, mis kudedes annab hapniku rakkudele ja muutub uuesti hemoglobiiniks.

Valkude sarnased on **ensüümid** ehk **fermendid**, mis on koostiselt kõrgemolekulaarsed ained. Nende molekul koosneb valkosast ja katalüütiliselt toimivast osast. Alla 0° nende toime soigub, 70—120° C temperatuuris kaotavad nad selle täiesti.

Fermentidest nimetame tärglise fermente p t ü a l i i n i (süljes) ja diastaasi (idanevais seemneis), valkude fermente p e p -
s i i n i (maomahlas) ja trüpsiini (sooltes), rasvade fermenti
l i p a a s i (sooltes ja idanevais seemneis), pärmseente fermente
i n v e r t a a s i ja t s ü m a a s i j n e.

24. Toiduained.

Ained, mida me tarvitame toiduks, sisaldavad järgmisi toiteaineid: valke, süsivesikuid ja rasva (õli-
sid). Peale selle saame toiduga vajalikke sooli ja vita-
miine.

Viimased on bioloogiliselt toimivad orgaanilised ained, mis soodustavad elufunktsioonide loomulikku käiku organismis. Nad toimivad äärmiselt väikeses annuses, mõned isegi alla ühe miljondiku grammi. Neid märgitakse tähtedega A, B, C, D, E jne. A-vitamiin on näit. koostiselt lähedane porgandi kollasele värvainele, C-vitamiin on askorbiinhape, mis on lähedane lihtsuhkrutele. Ühe või teise vitamiini täielik puudumine toidus põhjustab raskekujulisi tervisehäireid, mida kutsutakse a v i t a m i n o o s i d e k s. Paljud haiglased nähtused, nagu isupuudus, väsimustunne, seedimishäired, kehakaalu vähenemine, närvide tegevuse häired, on tingitud vitamiinide vähesusest toidus. Vitamiinid on väga tundlikud välismõjudele. Mõned laguvad kuumutamisel, teised õhu mõjul või konservimise, kuivatamise ja suitsutamise tagajärjel. Nõnda on pastöriseeritud või kondenseeritud piim vitamiinivaesem kui värske piim, värske või väärtuslikum kui margariin, jne.

Toiduainete koostist %-des näitab järgmine tabel:

Toiduained.	Süsi- vesikud.	Rasvad.	Valgud.	Tsellu- loos.	Mineraal- ained.	Vesi
Veiseliha	—	8	19,4	—	1,2	71,4
Sealiha (rasvane)	—	37,3	14,5	—	0,7	47,5
Heeringas	7,5	16,9	18,9	—	16,4	46,3
Kanamuna	—	12	12,5	—	1,1	74,4
Lehmapiim	4,9	3,7	3,4	—	0,7	87,3
Või	0,5	83,7	0,8	—	1,6	13,4
Margariin	0,5	87,6	0,5	—	2,4	9,0
Juust (poolrasv.)	2,1	23,2	27,4	—	4,2	43,1
Sai	57,8	0,5	6,8	0,3	0,9	33,7
Rukkileib	50,4	1,1	6,4	0,8	1,5	39,8
Kaerajahu	67,1	6,2	13,9	1,7	2,1	9,0
Kartul	20,9	0,1	2,0	1,0	1,1	74,9
Herned, kuivat.	52,6	1,9	23,4	5,6	2,7	13,8
Kapsas	5	0,2	1,8	1,7	1,2	90,1
Spinat	3,7	0,5	3,6	0,9	2,0	89,3
Õunad	12,7	—	0,3	2,0	0,4	84,6

Nagu tabelist näha, sisaldavad loomsed toiduained eeskätt valku ja rasva, taimtoit süsivesikuid (tärglist). Erandina seisavad taimsete toitude hulgas kaunviljad (herned, oad, läätsed), mis sisaldavad võrdlemisi palju valku. Taimtoidus on veel õige palju tselluloosi, mis küll inimkehas jääb seedimata, kuid siiski on tarvilik, sest ta ärritab mehhaaniliselt soolte seinu ja edendab nende peristaltikat.

Liha on rikas valkude poolest. Viimased on seedimismahladele palju kättesaadavamad kui tselluloosist kestaga kaetud taimerakus peituvad valgud. Kui hoiame peenendatud liha külmas vees, siis lahustuvad selles albumiinid ja maitseained. Sellepärast on külma veega tulele pandud rammuleem maitsev. Paneme aga lihatüki otseselt keeva vette, siis albumiin kalgastub ja maitseained jäävad lihasse.

Munad sisaldavad kõiki toiteaineid, eeskätt valku ja rasva.

Piim on väärtuslikem toiduaine, sest ta sisaldab kõiki organismile vajalikke aineid. Piima seismisel lagub piimasuhkur bakterite fermendi toimel piimahappeks ja tema peavalkaine kaseiin kalgastub. Piima kiiret hapuks muutumist takistab poole tunnise kuumendamine 60° juures (pastöriseerimine), mis hävitab piimabakterid. Piimarasv eraldatakse koorega, millest saadakse võid. Viimases on vett umbes 10—16%; rasv on siin emulgeeritud kujul. Võrreldes teiste rasvaliikidega on võid hästiseeditav.

Margariin on looma- või taimeraskvast valmistatud kunstlik võid, millest raskemini sulavad rasvad on kõrvaldatud. Margariin on oma toiteväärtuse poolest võrdne võiga. Vitamiine ta ei sisalda.

Juust koosneb peamiselt valgust — kaseiinist; tema rasva-% oleneb sellest, kas tema valmistamiseks on kasutatud koorimata või kooritud piima.

Leib sisaldab eeskätt tärklisi. Leib valmistatakse jahust, mida saadakse viljaterade jahvatamisel. Püüli jahvatamisel eemaldatakse viljatera idu ja tsellulooskest, ühes sellega ka kesta all peituvad valkained, vitamiinid, rasvad ja mineraalained. Sai on seetõttu vajalikest toiteainetest vaesem kui sepik ja must rukkileib. Kuid teiselt poolt on sai paremini seeditav kui rukkileib.

Puu- ja aedviljad sisaldavad võrdlemisi palju vett, vähe valke, rohkem süsivesikuid (tärklisi, suhkrut), toitesooli ja vitamiine. Kartul sisaldab umbes 75% vett, 20% tärklisi ja veidi valke.

Inimese loomulik toit on segatoit, kusjuures taimetoit peab olema ülekaalus. Rohke valgu tarvitamine pole soovitatav, sest sel teel anname liiga palju tööd eritusorganitele (neerudele) valkudest tekkivate lagusaaduste eemaldamiseks.

Seedimisel laguvad fermentide toimetel valgud amiinohappeiks, rasvad rasvahappeiks ja glütseriiniks, süsivesikud (tähts) monoosideks, mis kõik difundeerivad läbi soolte seinte verre. Neist lihtsama ehitusega orgaanilisist aineist ehitab organism üles talle loomupärased valgud, rasvad ja süsivesikud.

Organism kasutab toiteaineid eluks ja tööks tarviliku energia saavutamiseks ja oma rakuaine ülesehitamiseks ja kasvamiseks. Ülejääk korjub kudedesse varuaine (rasva) näol. On arvestatud, et 1 g valku annab keskmiselt 4,1 kilokalorit energiat, 1 g süsivesikuid 4,1 kilokalorit, 1 g rasva aga 9,3 kilokalorit, seejuures võib üks toiteaine teist asendada. Keskmiselt arvestatakse inimesele öö-päeva kohta 40 kal ühe kg kehakaalu kohta. Võttes kehakaaluks 70 kg leiame, et keskmiselt vajab inimene öö-päeva jooksul $70 \cdot 40 = 2800$ kcal energiat. Füüsilise töö puhul peab see arv olema suurem, vaimse töö korral on ta väiksem.

Et rakuplasma koosneb valkudest, siis peab meie toit tingimata sisaldama valku. Valgu miinimumhulgaks arvatakse öö-päeva kohta 100 g.

Aromaatsed süsinikuühendid.

25. Kivisöetõrv.

Kivisöe utmisel, mida toimetatakse suurel määral gaasivabrikus, saadakse tähtsa kõrvalsaadusena kivisöetõrva. Viimane on mustjaspruun veniv iseloomulise lõhnaga vedelik, koostiselt mitmesuguste vedelate ja tahkete ainete segu.

Järgulise ehk fraktsioonilise utmise teel lahutatakse kivisöetõrv järgmisiks saadusiks:

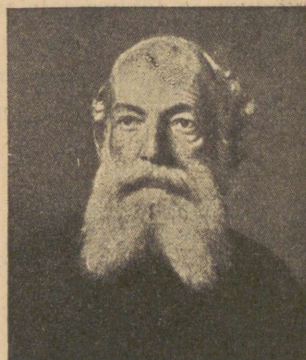
1) kuni 180° — kerge õli, sisaldab bensooli, toluooli, ksülooli, fenooli jt.; moodustab kogu tõrvast 1—30%; 2) $180—250^{\circ}$ — keskmine õli, sisaldab naftaliini, fenooli jt.; 10—15% tõrvast; 3) $250—300^{\circ}$ — raske õli, sisaldab naftaliini, tarvitatakse puu impregneerimiseks ja kütteaineks; 18—25% tõrvast;

4) 300—350° — antratseenõli, sisaldab värvide valmistamiseks tähtsat ainet antratseeni; tema vedelat osa tarvitatakse karbolineumi nime all puu impregneerimiseks; 10—20% tõrvast; 5) järele jääb kivitõrva pigi, umbes 50—60% tõrvast; teda tarvitatakse kiviõebrikettide valmistamisel, asfaldi aseainena, katusepapi katmiseks ja isoleerimismaterjaliks.

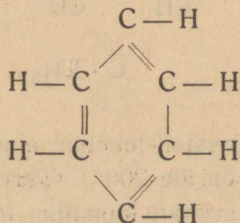
26. Aromaatsed süsivesinikud. Alifaatsed ja aromaatsed ühendid.

Bensool ja tema homologid. Kivisõetõrva kergest õlist saadakse bensooli. See on omapärase lõhnaga värvitu vedelik, erikaal 0,88, keemistäpp 80°. Jahtudes tardub ta kristalseks massiks, mis sulab + 6° juures. Ta lahustab hästi rasvad ning vaigud ja emulgeerib kautšuki. Vees on ta lahustumatu, kuid segub hästi alkoholiga ja eetriga. Tema kütteväärtus on kõrge, umbes 10 000 kcal, mis põhjusel teda tarvitatakse mootorite kütteinena. Bensool on tooraine mitmesuguste teiste tarvilikkude ainete (näit. tõrvvärvide, ravimite jne.) valmistamiseks.

Bensooli valem on C_6H_6 . Ta molekuli ehitus oli kaua aega selgusetu. Saksa õpetlane Kekulé (1829—1896) näitas, et bensooli molekulis on süsinikuaatomid ühendatud ringina. Viimases on süsinikuaatomite vahel kolm kahekordset sidet. Seega on bensooli struktuurivalem järgmine:

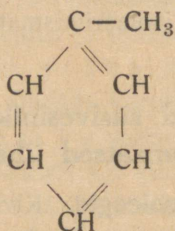


Joon. 21. Friedrich August Kekulé.

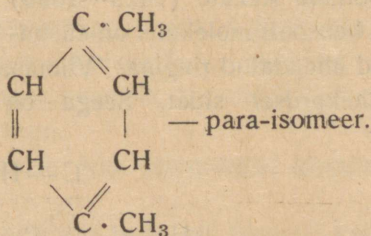
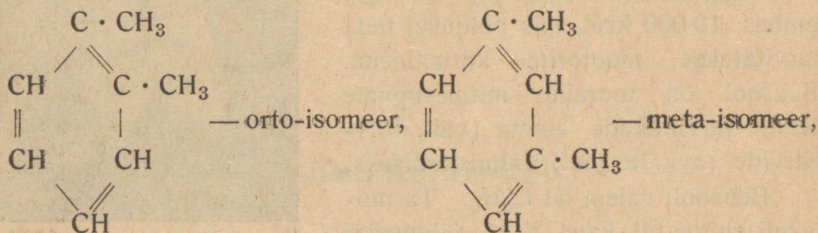


Bensooli võib saada atsetüleenist selle kuumutamisel 400 kuni 500° C juures: $3C_2H_2 = C_6H_6$.

Toluool ja **ksülool** saadakse mõlemad kergest õlist. **Toluool** ehk metüülbensool, struktuurivalemiga

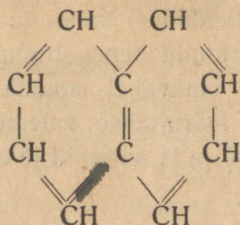


on värvitu vedelik, mis keeb 111° C juures. Teda tarvitatakse värvide ja lõhkeainete valmistamiseks. Ka valmistatakse toluoolist magusat sahhariini. **Ksülool** on dimetüülbensool $C_6H_4(CH_3)_2$, teda tarvitatakse mikroskoobiliste preparaaside valmistamisel. Tal on kolm isomeeri:



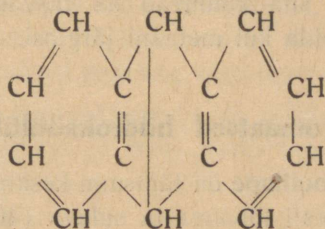
Naftaliin on valge kristall-leheline aine, mis kergesti aurub, kuigi tema keemistäpp on üle 200°. Tarvitatakse koide tõrjeks, peamiselt aga värvide, eeskätt kunstliku indigo valmistamiseks.

Naftaliini valem on:

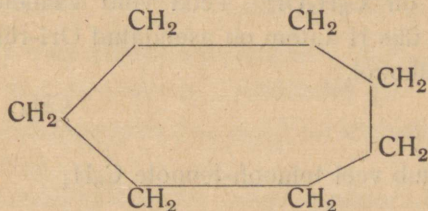


ehk $C_{10}H_8$.


Antratseeni saadakse antratseenõlist. Ta moodustab sinaka fluoretsentsiga värvitud kristall-lehekesed. Antratseenist saadakse alisariinvärve. Antratseeni molekulis $C_{14}H_{10}$ on kolm ringi:



Alifaatsed ja aromaatsed ühendid. Kõiki neid ühendeid, mille molekulis süsinikuaatomid on omavahel ühendatud ringina, nimetatakse karbotsükliilisteks ehk süsinikringühendeks. Näitena võiks tuua naftene, üldvalemiga C_nH_{2n} (vt. § 4). Need on küllastatud süsivesinikud, mille molekulis süsinikuaatomid on ühendatud ringina. Näitena mainime heptametüleen — C_7H_{14} , struktuuri- valemiga



Osa karbotsükliilisi ühendeid bensooliga eesotsas nimetatakse aromaatsseiks, sest paljudel siia kuuluvail aineil on aromaatne lõhn. Nende ühendite molekuli-

ehitust iseloomustab C aatomite 6-liikmeline kinnine ring, milles C aatomite vahel on vaheldumisi kahe- ja ühekordseid sidemeid. Mõned arvavad, et C aatomid bensooltuumas on kolmeväärseid; sel puhul peaksid neid omavahel siduma ühekordsed sidemed. Lihtsustamise otstarbel märgitakse valemis bensooltuum sageli kuusnurgaga, kusjuures C ja H aatomid jäävad tähendamata, näit. toluool:  · CH₃.

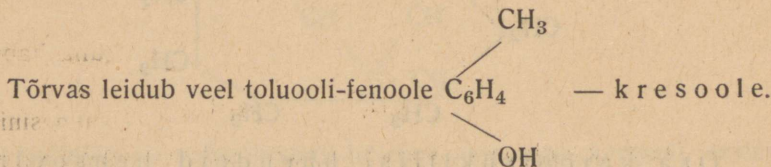
Kõiki varemalt vaadeldud ühendeid, mille molekulis süsinikuaatomid on ühendatud üksteise järel nagu lülid ahelikus, kutsutakse alifaatseiks ehk ahelikühendeiks, ka rasvalisiks ühendeiks, sest siia kuuluvad ka rasvad. Kõiki alifaatseid ühendeid võib vaadelda kui metaani järglasi.

27. Aromaatsed hüdroksüülühendid.

Fenool ehk **karboolhape** on tähtsaim keskmise õli sisuosa. Ta esineb värvitu, kangesti lõhnava ja sulava (40°) kristallmassina, mis värvub õhus punakaks. Fenool imeb endasse niiskust ja moodustab siis sööva vedeliku **karboolhappe**. Ta lahustub vees 1 : 15. Seda lahust tarvitatakse desinfitseerimiseks. Fenool on kange mürk.

Fenoolist valmistatakse lõhkeaineid, värve, ravimeid (salitsüülhape) ja plastilist massi (kunstsarve — bakeliiti).

Tema vesilahusel on hapu reaktsioon. Alustega ta annab soolasarnased **fenoolaadid**, mis mineraalhappe toimet laguvad. Fenooli valem on C₆H₅OH. Teda võib vaadelda kui bensooli, mille molekulis üks H aatom on asendatud OH-rühmaga, seega on ta aromaadne alkohol.



Kresooli linaõliseebi lahust nimetatakse **lüsooliks**, mida tarvitatakse desinfitseerimiseks.

28. Aromaatset aldehyüüdid ja happed.

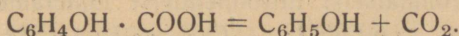
Aromaatseist aldehyüüdidest nimetame bensoehappealdehyüüdi — $C_6H_5 \cdot CH : O$, mis on värvitu, mandli lõhnaga vedelik. Teda leidub seoses mürgise sinihappega ja kobarsuhkruga amügdaliini nime all kirs- ning ploomisemneis ja mõrumandleis, mispärast teda nimetatakse ka mõrumandliõliks. Teda tarvitatakse lõhnainena toitudes ja jookides.

Õhu käes seistes hapendub bensoehappealdehyüüd bensoehappeks — $C_6H_5 \cdot COOH$. Viimast saadakse peamiselt võrtsiliselt lõhnast bensoevaigust. Bensoehape esineb värvita, omapärase lõhnaga lehekestena. Ta naatriumsoola, C_6H_5COONa , tarvitatakse toiduainete konservimiseks; selle soola lahusega peitsitakse pargitud tubakalehti hallituse vältimiseks.

Kui soojendada bensoehapet (1 g) etüülalkoholi (5 cm^3) ja koondatud väävelhappega (3 cm^3), tekib bensoehape-etüüleeter, millel on piparmündi lõhn.

Salitsüül- ehk orto-oksübensoehape, $C_6H_4OH \cdot COOH$, on taimedes väga levinud, teda leitakse vähesel määral maasikais ja vaarikais.

Salitsüülhapet, tema sooli ja tuletusaineid tarvitatakse antiseptiliste ainetena, näit. puuvilja konservimiseks. Salitsüülhape on tooraine värvide ja ravimite valmistamiseks. Viimastest on tuntud palavikuvastane aspiriin, mis on äädikhappe-salitsüül-ester. Kui kuumutada salitsüülhapet katseklaasis, eraldub CO_2 , jääb järele fenool.



Gallushape on triksübensoehape — $C_6H_2(OH)_3 \cdot COOH$; teda leidub gallides¹, puukoortes, teelehtedes jne.

Tanniin (kollakas kristalne aine) on keeruline gallushappe ühend kobarsuhkruga.

Gallushape, samuti ka tanniin, annab raudkloriidiga tumesinise sademe (tindi).

¹ Gallideks ehk pakkudeks nimetatakse haiglasi moodustusi taimelehtedel (peamiselt tammedel), mille tekkimist põhjustavad nügiseened või loomnugilised (sagedamini putukad, näit. pakkvaablane).

Želatiin sadestub samuti tanniinilahuses.

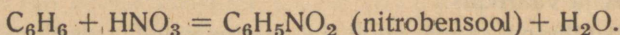
Gallushapet tarvitatakse nahaparkimisel, tindi valmistamiseks jne. Parkimisel ühineb ta nahavalkainega veekindlaks, mädanemisele vastupidavaks ühendiks.

Parkimiseks tarvitatakse puukoort (tamme-, kuuse- ja pajukoort) või parkaineid sisaldavaist taimeosadest saadud parkimisekstrakte. Viimaseid valmistatakse puidust (kvebratšo, tamm, kastan), koortest (mimoos, tamm), lehtedest ja viljadest (mürobalaanid).

29. Aromaatsete lämmastikuühendid.

Segame katseklaasis ettevaatlikult koondatud H_2SO_4 (4 cm^3) ja koondatud HNO_3 (2 cm^3) segu. Sellesse segusse tilgutame benseoli (2 cm^3), soojendame segu $70\text{--}80^\circ$ juures umbes 5 minutit ja valame siis sisu külma vette keeduklaasis. Tekib põhja õline mörumandli lõhnaga **nitrobensool**.

Reaktsioon on järgmine:



Nitrobensool on kollane õline vedelik, mis vees ei lahustu. Lõhna tõttu nimetatakse teda veel kunstlikuks mörumandliõlaks, mida tarvitatakse lõhnaseepides (mandliseep). Peamiselt aga läheb nitrobensool aniliini valmistamiseks.

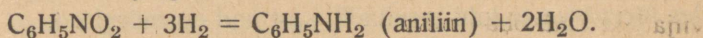
Teistest aromaatseist nitroühendeist nimetame trinitrotoluooli ehk trotüüli — $\text{C}_6\text{H}_2 \cdot \text{CH}_3 \cdot (\text{NO}_2)_3$, mida saadakse toluooli, lämmastikhappe ja väävelhappe segu vastastikusel reageerimisel. Trotüül on kollane tahke aine, millega täidetakse granaadid ja mürsud. Trotüül võib põleda suure suitsuga, ilma et plahvataks. Juhul aga, kui mõni aine plahvatab tema läheduses (detonatsiooni puhul), lõhkeab ka trotüül suure jõuga.

Fenoolist saadud nitroühend on pikriinhape — $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})(\text{NO}_2)_3$, mida meliniidi nime all tuntakse lõhkeainena. Ta esineb kollaste nõelataoliste kristallidena. Pikriinhappesooladest on eriti pliipikraat kange lõhkeaine.

Aniliin. Valame 100 cm³ mahutusega kolbi 6 g nitrobensooli ja 35 cm³ soolhapet (erik. 1,19). Lisame juurde 18 g tsingipuru. Kolbi jahutame kogu aja. Kui nitrobensooli lõhna pole tunda, lisame juurde küllaldaselt naatriumalust. Ühes veeauruga destilleerime saadud aniliini.

Vesinik tekkimisseisukorras asendab hapniku nitrorühmas, muutes selle amiinrühmaks.

Reaktsioon on järgmine:



Saadud amiinoühendit nimetatakse aniliiniks ehk amiinobensooliks.

Aniliin on puhtas olekus värvitu, mürgine, omapärase lõhnaga vedelik, mis muutub seistes pruuniks. Vees lahustub aniliin raskesti. Kui tilgutame aniliinile koondatud soolhapet, tekib soolhappe-aniliin — $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$ — kristallmass, mis kergesti lahustub vees ja värvib puitaine kollaseks. Kuid see ühend on vähepeisiv. Kui valada sellele koondatud vesilahusele kaaliumalust, siis eraldub aniliin õliste tilkadena.

Aniliin on toorsaadus aniliinvärvide valmistamiseks.

Võrreldes bensooliga, mille saadusena ta esineb, ühineb aniliin kergesti teiste ainetega. Tema molekuli amiinrühma mõjul bensoolituuma vesinikuaatomid asenduvad kergesti teiste ainetega. Näit. tekitab aniliin lämmastikhappega nitroaniliini, väävelhappega sulfaniilhape. Mõlemaid kasutatakse värvitööstuses.

Lisame aniliinilahusele lahjat väävelhapet ja siis tilkhaaval kaaliumbikromaadi-lahust. Tekib rohekas, lõpuks must aniliin-musta sade. Niisutame villast lõnga aniliinilahusega ja hoiame teda siis kuumas kaaliumbikromaadi hapustatud lahuses. Lõng värvub „pesueht“-mustaks.

Aniliinist saadakse palavikku vähendavaid ravimeid: anti-febriini, antipüriini jt.

30. Tõrvvärvid. Vanad eesti värvid.

Kivisöetõrva saadused, nagu bensool, toluool, naftaliin, antra-
tseen jt., moodustavad aluse tõrvvärvide tööstusele. Neid
värve valmistatakse praegusel ajal igasuguseis soovitud varjundeis
iga värvitava aine tarvis; nad on kindlad valguse ja vee toimele.

Heade omaduste ja odavuse tõttu on tõrvvärvid tõrjunud tarvi-
tamisest kõrvale kallid taime- ja loomariigist saadud värvid. Toitu-
des tõrvvärve ei tohi tarvitada, sest nad on mürgised.

III. Värvaine omaduse järgi on mitu värvimismenetlust.

Kui värvaine kinnitub lahusest otseselt koekiududele, siis
nimetatakse niisugust värvimisviisi o t s e s e k s (substantiivseks).
Paremaks värvaine kinnitamiseks lisatakse lahusele mõnikord kas
hapet või soola (NaCl või Na_2SO_4) (soolavärvid). Kodusel vär-
vimisel tarvitatakse ikka substantiivset menetlust.

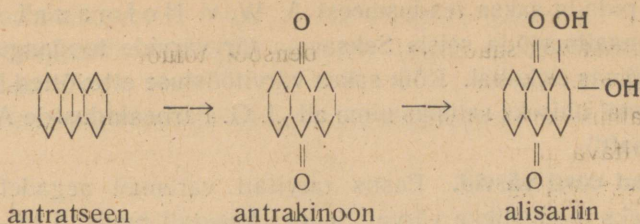
Mõnikord aga värvaine otseselt kiududele ei fikseeru. Et see
sünniks, töötatakse värvitav kude enne ümber mõne teise ainega
— p e i t s i g a, mille toimele värvaine võib kiududele kinnituda.
Sellist värvimisviisi kutsutakse p e i t s v ä r v i m i s e k s. Peitsina
tarvitatakse tanniini, alumiiniumi-, raua- ja kroomisoolasid (näit.
maarjat) jt.

Mõni värvaine ei oma värvust tema kinnitumisel kiududele;
värvuse saamiseks tuleb teda keemiliselt mõjutada, näiteks hapen-
dada. Värvides näit. riidet sinise indigoga, muudetakse see vees
lahustumatu indigo taandajate abil enne värvituks „valgeks indi-
goks“, mis vees lahustub. Kude töötatakse nüüd ümber valge
indigo lahusega (küüp ehk kahi). Õhus hapendub valge indigo
lahustumatuks siniseks indigoks ja riie muutub siniseks.

Küüpvärvide hulka kuuluvad viimasel ajal tuttavaks saanud
i n d a n t r e e n v ä r v i d, mis on vastupidavad valgusele ja pese-
misvahendeile. Nad on antratseeni järglased.

Tõrvvärvidest vaatleme alisariini, fuksiini ja indigot.

Alisariin saadakse antratseeni hapendamisel:



Ta kuulub peitsvärvide hulka. Tema värvus oleneb peitsist: alumiiniumisooladega tekitab ta punase, kroomisooladega lilla-pruuni, rauasooladega lillakasmusta värvi. Varemattel aegadel saadi alisariini värvipunataime (*Rubia tinctorum*) juurtest.

Fuksiin — punane värv bordoo — on trifenüülmetaani — $\text{CH} \cdot (\text{C}_6\text{H}_5)_3$ — saadus. Fuksiini derivaadid on malahhiit-roheline ja metüülviolett; viimasest valmistatakse lillat tinti.

Indigot (potisiinine) saadi peamiselt troopilises Aasias (Indias, Jaavas) kultiveeritavast põõsastaimest *Indigofera tinctoria* ja ta oli väga kallis. Möödunud sajandi lõpul läks saksa õpetlasel Baeyer'il (1835—1915) korda selgitada indigo molekuli ehitust ja valmistada indigot kunstlikult.

Kunstlik indigo on omadustelt isegi parem kui looduslik indigo ja ühtlasi hinnalt palju odavam, mispärast ta on viimase täiesti kõrvale tõrjunud.

Teist vanasti väga kallist värvi purpurit, millega värviti kuningate mantleid, saadi Vahemeres elutseva molluski *Murex*'i purpurinäärmepõiekesest, mis sisaldab tilga valget vedelikku. Viimasega niisutatud riie värvub õhus purpurseks. Et saada 1,5 g purpurit, läks tarvis umbes 12 000 purpurtigu.

Looduslik purpur kaotas oma tähtsuse juba XII sajandil. Praegusel ajal teda sünteetiliselt ei valmistata, sest ta pole pesukindel ja omab ebapuhast värvitooni. Praegu tarvitatakse purpurvärviks teisi, paremaid värve.

Vanimaid tõrvvärve on aniliinvärvid. Kuigi esimeste tõrvvärvide leiutajaiks olid inglane Perkin (1856) ja prantslane

Verguin (1859. a.), tuleb moodsa värvitööstuse teaduslikuks rajajaks pidada saksa teadusmeest A. W. v. Hofmann'i. Enne eelmist maailmasõda seisis Saksamaa tõrvvärvide toodangu poolest maailmas esikohal. Kõik saksa värvitööstuse ettevõtted liitusid 1925. aastal ühiseks seltsiks nime all „I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft“.

Vanad eesti värvid. Eestis tarvitati varemail aegadel riide värvimiseks looduslikke värve. Selleks kasutati puulehti ja -koort, taimede juuri, varsi ja õisi, samblaid, tõrusid, käbisid jm. Lisandeks värvimisel võeti maarjat, vasevitrioli, rauavitrioli, äädikat, viinakivi, haput kalja jm., mida lisati värvimisel kas otse värvi- leemesse või pärastpoole värvi kinnitamiseks värvitavale esemele. Nõnda saadi kaselehtede ja maarja abil kollane, samade lehtede ja vasevitrioli abil roheline värvus, lepakoorte ja rauavitrioli abil pruun, värvimadarajuurikate (*Galium boreale*) ja maarja abil punane, karikakraõite abil kollane, metsharakputke õite (*Anthriscus silvestris*) ja vasevitrioli abil roheline värvus jne. Uuemal ajal on hakatud looduslikke värvaineid uuesti tarvitama.

31. Terpeenid ja kambrid. Kautšuk.

Paljud taimed, peaaesjalikult nende õied ja viljad, sisaldavad lõhnavaid aineid, mida võib veeauruga kergesti eraldada ja mida kutsutakse eeterlikeks õlideks. Viimased on mitmesuguste orgaaniliste ainete segu (süsivesinikud, alkoholid, aldehüüdid, ketoonid, happed, estrid jne.). Siin esinevad süsivesinikud kuuluvad tsüklilise struktuuriga terpeenide ($C_{10}H_{16}$) hulka.

Okaspuu toorvaigu destilleerimisel saadakse tärpentiiniõli. Ta on puhastatult värvitu vedelik, mis lahustab vaigud, tõrvad ja kautšuki. Destillatsiooni kindlat jääki nimetatakse kampoliks, mida tarvitavad viuldajad.

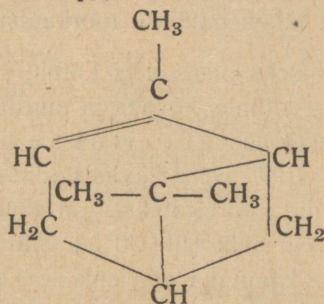
Valame tärpentiiniõlisse vett ja puhume segusse klaastoru läbi õhku. Hoiame nüüd selles segus rasvast puhastatud tumedaid juuksekarvu; need pleegivad heledaks.

Tärpentiini mõjul õhuhapnik muutub osooniks (O_3). Et osoon mõjub kopsuhaigetele kosutavalt, soovitatakse neil viibida

okaspuumetsades. Kui õhku vee ja tärpentini segust läbi puhuda, tekib vesinikülihapend (H_2O_2), mis pleegitab juukseid.

Tärpentiniõli on mitme terpeeni segu, millest tähtsaim on pineen.

Näitena olgu toodud pineeni struktuurivalem:

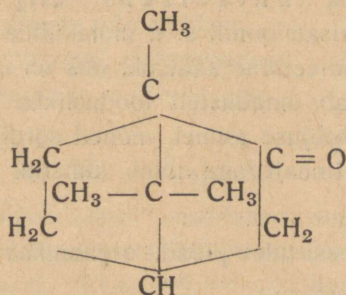


Teistest eeterlikest õlidest nimetame kallist roosiõli, mida saadakse roosidest; kõõneseemneist saadakse kõõmneõli, nelgivürtsist nelgiõli, jasmiiniõitest jasmiiniõli, sidrunikoortest sidruniõli jne.

Eeterlikke õlised tarvitatakse toitudes, lõhnaõlides, seepides, ravimeis jne.

Kamper ($C_{10}H_{16}O$) erineb terpeenidest hapnikusisalduse poolest. Harilikku ehk jaapani kamprit saadakse Hiinas, Jaapanis ja Formoosa saarel kasvava kampripuu (*Cinnamomum camphora*) mahlast. Ta on omapärase lõhnaga valge aine, mis lahustub kergesti alkoholis, eetris ja bensiinis. Kamprit tarvitatakse koide vastu ja ravimina südametegevuse elustamiseks.

Kampri molekuli ehitus on järgmine:



Terpeenidele seisab lähedal kautšuk ($C_{10}H_{16}$)_n, mille molekuli ehitus on täpselt tundmata. Teda saadakse troopika- maades kasvavate taimede, eriti kautšukipuu (*Hevea brasiliensis*) piimjast mahlast, mis sisaldab kautšukit emulgeeritud kujul. Suitsutamise või keemiliste ainete (äädikhappe, sipelgahappe jt.) mõjul kautšuk kalgastub ja läheb müügile toorkautšuki nime all.

Viimane tarvitamiseks otseselt ei kõlba, sest ta muutub soojuses kleepuvaks ning külmas kõvaks ja murduvaks. Et kautšukit kõlblikuks teha, vulkaniseeritakse teda, s. t. lisatakse juurde väävlit. 8—10%-lise väävlisisaldusega kautšuk annab pehmekummi, mida tarvitatakse rattakummideks, pallideks, voolikuiks jne. Suurem hulk (üle 30%) väävlit muudab kautšuki sarvetaoliseks kõvakummiks ehk eboniidiks, millest valmistatakse kamme, pidemeid, nõõpe, elektrisõõseseade esemeid jne.

Autoliiklemise kasvamise tagajärjel on nõudmine kautšuki järele väga suur. Sel põhjusel töötavad keemikud juba kauemat aega küsimuse kallal, kuidas valmistada kautšukit kunstlikult. See töö on suutnud juba reaalseid tagajärgi anda.

Kautšuki destilleerimisel saadakse vedel küllastumatu süsivesinik isopreen (C_5H_8); soojendades rõhu all võib selle aine uuesti muuta kautšukisarnaseks saaduseks. Et isopreeni valmistamine on tehniliselt raske, siis kasutatakse sünteetilise kautšuki saamisel toormaterjaliks praegusel ajal sagedamini atsetüleeni, mille tooraineiks omakorda on teatavasti lubi ning süsi (vt. lk. 14). Rea vahepealsete saaduste kaudu saadakse küllastumata süsivesinik butadien: $CH_2 = CH - CH = CH_2$. Selle aine polümerisatsioonil, s. t. molekulide omavahelise ühinemise teel, tekib sünteetiline kautšuk, mis on müügil buna nime all. Viimane ületab omadustelt looduslikku kautšukit, ta kulub vähem, ei muutu soojuse toimel, mõned sordid on isegi õli- ning bensiinikindlad. Hinnalt aga tuleb kunstlik kautšuk kallim kui looduslik.

Kautšuki sünteesi tuleb pidada orgaanilise keemia üheks suurimaks saavutuseks.



Joon. 22. Kautšukipuu-istandik ja kautšukipuu mahla kogumine.

Kautšuki aseainena kasutatakse faktist ehk õlikautšukit, mida saadakse taimeõlide (naeri-, lina-, puuvilla-õli) kuumutamisel (kuni 150° -ni C ja väävli või kloorväävli toimel. Kummiesemete valmistamisel lisatakse looduslikule kautšukile kuni 50% faktist. Faktis esineb sõtkutava elastse massina; elastsuse poolest seisab ta aga kautšukist järel.

Kõvakummi aseainena esinevad tselluloid, tselloon, galaliit, bakeliit ja teised polümeriseerimissaadused.

Kautšuki sarnane on gutapertš, mida saadakse Sunda saartel kasvavate taimede piimmahlast.

Gutapertši tarvitatakse elektrijuhtmete isoleerimiseks, häärmaste plombideks (sest ta ei lõhna) jne.

32. Alkaloidid.

Alkaloidid on lämmastikku sisaldavad orgaanilised ühendid, mis tekivad paljudes taimedes. Nad on alusesed ained, mis annavad hapetega soolaseid. Enamasti on nad kanged mürgid. Kui

neid aga võetakse sisse piiratud annustes ja vajalikel juhtudel, võivad nad organismi mõjutada soodustavalt, mispärast neid kasutatakse ravimitena. Mõned neist kuuluvad maitseainete hulka.

Suurem osa alkaloide on tahked kristalsed ained, mis vees ei lahustu; küll lahustuvad nad viinpiirituses. Tahkete alkaloidide molekul sisaldab hapnikku.

Vedelaid alkaloididest on tähtsamad koniin ja nikotiin.

Koniini ($C_8H_{17}N$) leitakse surmaputkes (*Conium maculatum*); ta on värvitu uimastav vedelik, väga mürgine; temaga mürgitati kreeka filosoof Sokrates.

Tubakas leidub nikotiini (kuni 8%); juba vähestes osades tekitab ta peavalu ja pööritust; puhtal kujul on nikotiin värvitu mürgine vedelik. Nikotiini (tubakaekstrakti) tarvitatakse veega lahjendatult taimekahjurite tõrjeks.

Tahkeist hapnikku sisaldavaist alkaloididest nimetame järgmisi.

Kiniini ($C_{20}H_{24}O_{21}N_2$) saadakse Lõuna-Ameerikas kasvava taime *Cinchona* koortest soolhappe mõjul. Ta on kristalne mõru maitsega aine, mis vees raskesti lahustub. Ta soolasid tarvitatakse palaviku, eriti malaaria vastu.

Strühniinipuu seemneis leidub strühniini ($C_{21}H_{22}O_2N_2$), brutsiini ja kurariini. Need on kõik kanged mürgid: kurariin tekitab lihaste täielikku halvatus, strühniin ja brutsiin surmavaid kangeid krampe. Kurariin on seega strühniini ja brutsiini vastumürgiks.

Nn. rebasekakk — rasvast ja leivast tehtud sööt, mida tarvitatati talvel metsas rebaste püüdmiseks — sisaldab strühniini ja brutsiini.

Valmimatuist magunaviljadest saadakse oopiumi, mis sisaldab muu seas morfiini; viimase soolhapusid sooli tarvitatatakse valuvaigistava ja uimastava ravimina. Teistest oopiumis leiduvaist mürkidest nimetame kodeiini ja narkotiini.

Karumustikas (*Atropa belladonna*), koerapöörirohi (*Hyoscyamus niger*) ja teised sisaldavad mürgist kristalset ainet atropiini, mis teeb silmaterad suureks, mispärast teda kasutatakse silma sisemuse uurimisel.

Koka (*Erythroxylon coca*) lehtedest saadakse kristalset ainet kokaiini. Ta hävitab ajutiseks limanaha tundevõime; teda tarvitatakse operatsioonidel limanaha tuimendamiseks.

Alkaloididega on sarnased kofeiin, teiin ja teobromiin.

Kofeiini ja teiini leidub kohviubades ja teelehtedes. Et saada kofeiini, keedame 20 g praetud kohvijahu kolm korda 100 cm³ veega, kurname ja aurutame veevannil kurnatise siirup-paksuks. Et siduda parkhappeid, lisame juurde 5 g põletatud magneesiumi. Nüüd aurutame segu kuivaks, hõõrume peeneks ja ekstraheerime kofeiini eetriga. Kui lasta eeter kausikeses auruda, jääb järele puhas kofeiin. Kofeiin on kristalne aine, mis kergesti lahustub kuumas vees.

Väheses hulgas mõjub kofeiin rahustavalt. Kange kohv, mis sisaldab ligi 2% kofeiini, tekitab peavalu ja põõritust.

Kakao-oad sisaldavad teobromiini. See on mõru maitsega aine, mis raskesti lahustub vees, alkoholis ja eetris.

Kolmest maitseainest — kohvist, teest ja kakaost — on viimane tervisele kõige kahjutum ja toitvam.

Kuigi alkaloidide molekuliehitus on väga keeruline, on siiski korda läinud mõnda neist kunstlikult valmistada. Paljud ravimid on saadud laboratooriumis sünteesi teel, näit. fenatsetiin, püramiidid jt. Mõned neist asendavad omadustelt loodusest saadud aineid täiesti, näit. tarvitatakse kiniini asemel plasmohiini ja akrihhiini.

Kokaiini asemel kasutatakse sünteetiliselt saadud novokaiini.

Aafrikas oldi varemalt võimetud võitlema laastava unitõvega, mille edasikandjaks on tsetsekärbes. Kunstlikult saadud germaniin osutus ületamatuks vahendiks selle haiguse vastu võitlemisel.

Senised saavutused ravimite sünteesi alal pakuvad lootust, et orgaaniline keemia ka tulevikus suudab anda uusi väärtuslikke relvi võitluseks haigustega ja taudidega.

SISUKORD.

	Lk.
1. Orgaanilisist aineist üldiselt	3
Süsivesinikud	5
2. Küllastatud (piirilised) süsivesinikud	5
3. Molekuli ehitus ehk struktuur. Isomeeria	7
4. Nafta ehk maaõli. Maavaha. Asfalt. Sünteetiline nafta	9
5. Küllastamatud (alapiirilised) süsivesinikud	12
6. Eesti põlevkivi ja selle saadused	16
7. Küllastatud süsivesinikkude halogeen-asendussaadused	20
Alkoholid	22
8. Viinpiiritus ehk etüülalkohol	22
9. Puupiiritus ehk metüülalkohol. Puskariõlid	26
10. Glütseriin	27
11. Ülevaade alkoholidest	27
Alkoholide hapendussaadused	28
12. Aldehüüdid ja ketoonid	28
13. Eetrid	31
Orgaanilised happed	33
14. Sipelgahape. Äädikhape. Võihape	33
15. Mitmeväärseid ja oksühapped	36
16. Estrid	38
17. Rasvad ja õlid ning nende saadused. Vaha	39
Süsivesinikud	44
18. Monoosid (lihtsuhkrud)	44
19. Bioosid ehk disahhariidid (lihtsuhkrud)	46
Polüoosid ehk polüsahhariidid	48
20. Tärklis	48
21. Tselluloos ja selle saadused	52
Valgud	55
22. Amiinoühendid	55

	Lk.
23. Valgud	57
24. Toiduained	59
Aromaatsed süsinikuühendid	62
25. Kivisöetõrv	62
26. Aromaatsed süsivesinikud. Alifaatsed ja aromaatsed ühendid .	63
27. Aromaatsed hüdroksüülühendid	66
28. Aromaatsed aldehüüdid ja happed	67
29. Aromaatsed lämmastikuühendid	68
30. Tõrvvärvid. Vanad eesti värvid	70
31. Terpeenid ja kamprid. Kautšuk	72
32. Alkaloidid	75

