

Beknopt leerboek der scheikunde

<https://hdl.handle.net/1874/236481>

^{ALV}
Vak 159

BEKNOPT LEERBOEK
DER
SCHEIKUNDE,

DOOR

Dr. W. MEIJERINGH,

Leeraar aan de Hoogere Burgerschool te ARNHEM.

MET 65 FIGUREN.

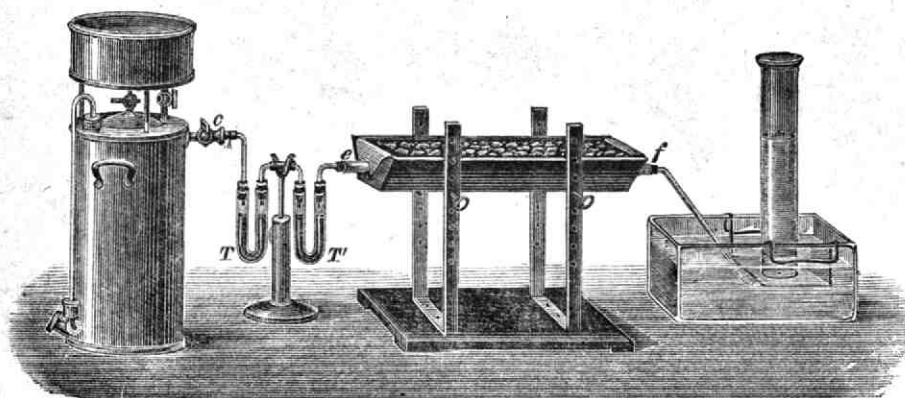


Fig. 25. Vervaardigen van stikstofgas.

ZWOLLE,
W. E. J. TJEENK WILLINK.
1884.

245

Prijs f 1.—.

mm 13516

BIBLIOTHEEK UNIVERSITEIT UTRECHT



3144 608 5

BEKNOPT LEERBOEK

DER

SCH E I K U N D E,

DOOR

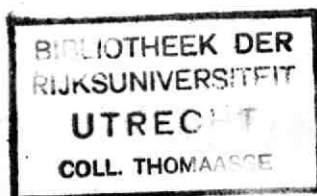
Dr. W. MEIJERINGH,

Leeraar aan de Hoogere Burgerschool te ARNHEM.

MET 65 FIGUREN.



ZWOLLE,
W. E. J. TJEENK WILLINK.
1884.





VOORBERICHT.

Gedurende eenige jaren reeds gevoelde ik het gemis aan een „Leerboek voor Scheikunde”, dat bij een’ meer beperkten leergang in dat vak, dan aan de H. B. S. met vijfjarigen cursus wordt onderwezen, als leiddraad zou kunnen gebruikt worden.

Ik hoop, dat het mij gelukt is, in een meer beknopten vorm, datgene behandeld te hebben wat voor dat doel het meest geschikt is.

Zeer aangenaam zal het mij zijn die op- of aanmerkingen van HH. Collega’s te mogen vernemen, welke tot verbetering van dit boekje kunnen strekken.

ARNHEM, Oct. 1883.

MEIJERINGH.





I N H O U D.

Inleiding.

	Bladz.
§ 1. Onderscheid tusschen enkelvoudige en samengestelde stoffen . . .	1
§ 2. Verschijnselen, die met het ontstaan van scheikundige verbindingen gepaard gaan	7
§ 3. Waarneming van eenvoudige scheikundige verschijnselen, wijze van proefneming, die voor de verklaring daarvan kan worden gevolgd.	12
§ 4. Over verschillende verbindingen van zuurstof met andere elementen. Nomenclatuur dier verbindingen. Zuren.	15
§ 5. Verbindingen van metalen met zuurstof. Loogen.	17
§ 6. Over de vorming van zouten	18

Niet-metalen.

§ 7. Verschillende bereidingswijzen van zuurstof	19
§ 8. Over een' eigenaardigen vorm van zuurstof: ozone	21
§ 9. Bereidingen van waterstofgas. Eigenschappen van waterstof. . .	22
§ 10. Voorkomen en bereiding van stikstofgas.	27
§ 11. Over dampkringslucht. Bepaling van de samenstelling der lucht .	27
§ 12. Over de samenstelling van regen-, put- en rivierwater.	31
§ 13. Bereiding en eigenschappen van het chloor.	34
§ 14. Voorkomen en bereiding van bromium	37
§ 15. Voorkomen en bereiding van jodium. Gebruik van Fluorwaterstof.	37
§ 16. Bereiding van salpeterzuur. Werking van salpeterzuur op ver- schillende metalen. Stikstofoxidul en stikstofoxid	38
§ 17. Bereiding en eigenschappen van ammonia	41

§ 18.	Voorkomen van zwavel. Bereiding van zwaveldioxid, zwaveltrioxid en van zwavelzuur	43
§ 19.	Eigenschappen en bereiding van zwavelwaterstof	46
§ 20.	Voorkomen en bereiding van phosphorus. Gele en roode phosphorus. Phosphorusverbindingen. Arsenicum en de voornaamste verbindingen	47
§ 21.	Afscheiding van antimonium. Bespreking van enkele antimoniumverbindingen	52
§ 22.	Over het kiezelzuur.	54
§ 23.	Koolstof. Ontstaan van koolstofverbindingen in de planten. Steenkolen. Lichtgas	55
§ 24.	Over de samensmelting der vlam. Lamp van Davy.	58
§ 25.	Kooldioxid. Bereiding van spuitwater	60
§ 26.	Bereiding en eigenschappen van kooloxid	62
§ 27.	Over het voorkomen van borium in de natuur. Borax	63

Metalen.

§ 28.	Algemeene eigenschappen der metalen	64
§ 29.	Voorkomen van kalium in de natuur. Bereiding van eenige kaliumzouten	64
§ 30.	Afscheiding van keukenzout uit het zeewater. Bereiding van soda, natronloog en Glauberzout	65
§ 31.	Eenige verbindingen van barium, strontium en calcium	68
§ 32.	Voorkomen en bereiding van magnesium	70
§ 33.	Bereiding van aluminium, aluin en porselein	70
§ 34.	Over eenige chromiumverbindingen	72
§ 35.	Bereiding van gietijzer, smeedijzer en staal	72
§ 36.	Over de inwerking van zuren op ijzer. Voornaamste reacties op ijzerzouten	75
§ 37.	Over mangaan en enkele verbindingen	75
§ 38.	Bereiding van zink. Zinkzouten	76
§ 39.	Bereiding van koper. Koperzouten	76
§ 40.	Afscheiding van lood uit de loodertsen. Bereiding van menie en loodwit	78
§ 41.	Bereiding van tin. Tinzouten	80

Bladz.

§ 42.	Kwikzilver. De voornaamste kwikzouten. Enkele reacties . . .	81
§ 43.	Afscheiding van zilver. Drijfhaard. Bereiding en eigenschappen van enkele zilverzouten	82
§ 44.	Goud en zijne verbindingen	84
§ 45.	Platinum	85

Koolstofverbindingen.

§ 46.	Over de samensmelting van sommige koolwaterstoffen. Petroleum.	85
§ 47.	Alcoholen. Bereiding van methyl- en aethylalcohol.	87
§ 48.	Bereiding van wijn.	89
§ 49.	Bereiding van bier, alcohol, jenever, arrac en rhum. 't Bakken van brood	89
§ 50.	Afscheiding van cellulose en zetmeel.	91
§ 51.	Bereiding van riet- en beetwortel-suiker.	92
§ 52.	Bereiding van azijnzuur	93
§ 53.	Over stearinezuur, palmitinezuur en oliezuur. Bereiding van kaarsen. Glycerine	95
§ 54.	Zeepbereiding.	96
§ 55.	Over zuringzuur, wijnsteenzuur en citroenzuur	97
§ 56.	Iets over steenkolenteer	97



INLEIDING.

§ 1.

De natuurwetenschappen kan men verdeelen in beschrijvende en verklarende; bij de eerste groep treedt voornamelijk op den voorgrond beschrijving van vorm, plaats van voorkomen, verspreiding enz. der verschillende lichamen, terwijl bij de laatste het hoofddoel is om de verschillende *verschijnselen*, die de stof ons vertoont, te verklaren. Eene scherpe verdeling wordt hierdoor niet verkregen; integendeel, men mag beweerden dat alle natuurwetenschappen zoowel beschrijvend als verklarend zijn; deze ge-

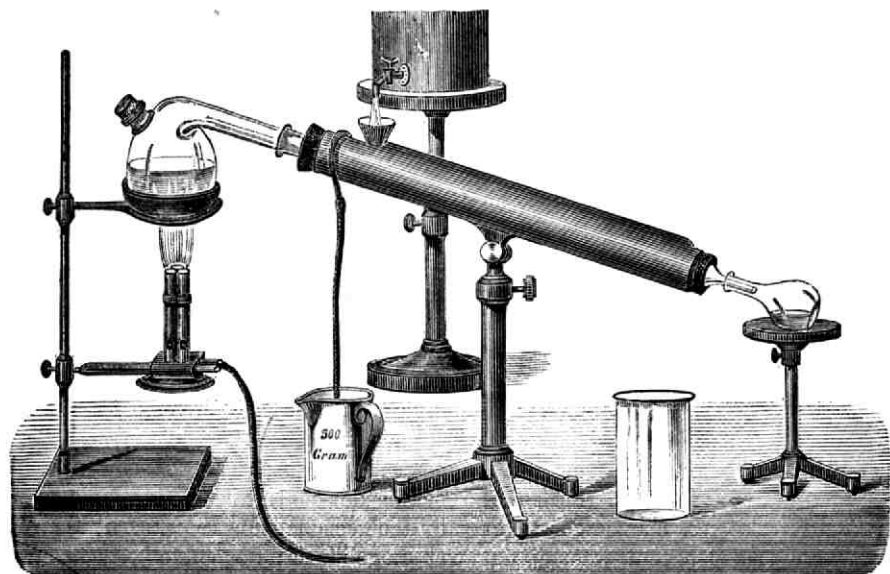


Fig. 1.

brekkige indeeling moet alleen beschouwd worden als middel om een overzicht te verkrijgen van die verschillende wetenschappen.

Tot de bij voorkeur beschrijvende behoort nu o. a. plantkunde, dierkunde en delfstofkunde, en tot de verklarende o. a. natuurkunde en scheikunde. Evenmin als het ons mogelijk is eene scherpe afscheiding te maken tusschen die twee groote groepen van natuurwetenschappen, even onmogelijk is dit ten opzichte van natuur- en scheikunde; in hoofdzaak komt die echter hierop neêr: natuurkundige verschijnselen gaan niet gepaard met eene verandering van de *samenstelling* der stof, die het verschijnsel vertoont; bij scheikundige verschijnselen is dit wel het geval. Een voorbeeld kan dit nader toelichten: wanneer wij suiker, soda, zout of salpeter in water oplossen, dan hebben wij met een natuurkundig verschijnsel te doen, omdat de eigenschappen der stoffen niet veranderd zijn; door verdamping van het water verkrijgen wij die lichamen onveranderd terug.

Voegen wij evenwel aan die suikeroplossing een weinig bakkersgist toe en laten wij deze vloeistof gedurende eenige dagen bij gewone temperatuur staan, dan zullen wij bij verdamping geen suiker meer terug vinden; er heeft hier dus eene verandering in samenstelling met de suiker plaats gehad. Bij eene oplettende beschouwing zouden wij dan ook bemerken dat er behalve water nog iets anders, namelijk spiritus, verdampte; om dit aan te toonen koken wij deze vloeistof en leiden de dampen in een buis, die door koud water is omgeven zoo als uit figuur 1 blijkt; door deze afkoeling gaan de dampen in een vloeistof over, die, wanneer wij enkel de eerste droppels opvangen, kan worden aangestoken. Dit vocht (spiritus) is uit de suiker ontstaan, want laten wij de suiker weg en nemen alleen water met gist, dan ontstaan bij dezelfde bewerking geen brandbare stoffen. Dit verschijnsel behoort dus tot het gebied der scheikunde.

Tot welke verschijnselen behoort het branden van een kaars, het rooken van een sigaar, het roesten van ijzer, het bevroren van water, het smelten van boter en het zuur worden van melk?

Wij zullen ons nu verder hebben bezig te houden met die verschijnselen, welke met eene verandering in samenstelling der stof gepaard gaan; deze verandering blijkt het eenvoudigst daaruit, dat het lichaam, dat die verandering onderging, daardoor andere eigenschappen verkreeg, die niet voorbijgaande maar blijvend zijn, indien ten minste niet onder invloed van andere krachten daarin opnieuw verandering wordt gebracht.

De naam »scheikunde» geeft al eenigszins den weg aan dien wij moeten inslaan. Wij moeten namelijk trachten de lichamen (de in de natuur voorkomende en ook de door kunst verkregen stoffen) te scheiden in hunne samenstellende bestanddeelen. Bij onderzoek blijkt dat er stoffen zijn die wij niet kunnen scheiden (ontleden), zoodanig dat daaruit bestanddeelen worden verkregen die van elkaar geheel en al in eigenschappen verschillen; en ook een veel grooter aantal waarbij dat wel mogelijk is; de eersten noemt men enkelvoudige stoffen, ook wel grondstoffen of elementen genoemd, de laatsten daarentegen samengestelde. Het spreekt van zelf dat alleen door proefneming kan uitgemaakt worden tot welke van die beide groepen eenige stof behoort.

Somtijds is dit zeer eenvoudig, zoo bijv.: moet melk tot de elementen of tot de samengestelde stoffen gebracht worden? Wij laten daarvoor melk gedurende vier en twintig uren in een niet te wijd glas rustig staan, er scheidt zich dan aan de oppervlakte, zooals wij weten, room af; reeds dit alleen is voldoende om melk eene samengestelde stof te kunnen noemen. Zij bestaat toch uit eene vetachtige stof, de room, en een waterig vocht; ook onder het microscoop zou hetzelfde blijken. Wij zien dan kleine bolletjes drijvende in een vloeistof; alle deeltjes van dien druppel vertoonen dus niet dezelfde eigenschappen, hetgeen bij eene enkelvoudige stof natuurlijk het geval moet zijn. Indien men dus in eenige stof reeds door middel van het microscoop van elkaar verschillende bestanddeelen kan waarnemen, behoort deze tot de samengestelde.

Laat ons nu eens nagaan tot welke der beide groepen gewone roode wijn moet gebracht worden. Onder het microscoop bemerkt men geen van elkander verschillende deeltjes, toch behoort het *daarom* nog niet tot de enkelvoudige stoffen, zooals nader blijken zal. In het zelfde toestel, waarin wij de gegiste suikeroplossing verhit hebben, brengen wij nu eenigen rooden wijn; de bij verhitting ontwijkende dampen worden afgekoeld: wij verkrijgen daardoor eene kleurloze vloeistof, terwijl een rood gekleurd vocht in de kolf, waarin de wijn verwarmd wordt, terug blijft; ook hieruit blijkt dus dat de wijn uit verschillende bestanddeelen is samengesteld.

Op eene dergelijke wijze willen wij water onderzoeken en om dit zoo zuiver mogelijk te hebben, nemen wij regenwater dat onmiddellijk in een

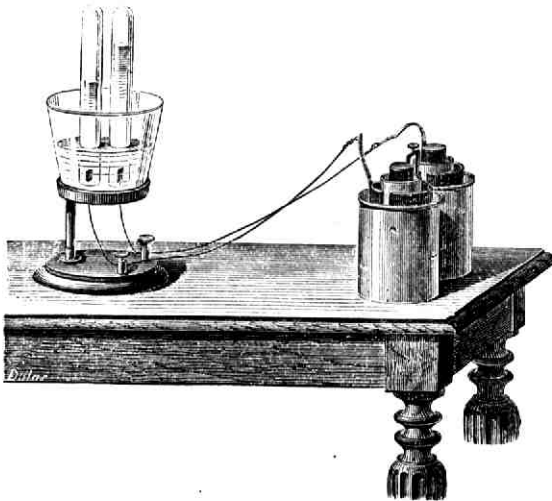


Fig. 2.

glas is opgevangen, nadat het langen tijd geregend heeft. Onder het microscoop is zulk water homogeen (in alle deelen gelijksoortig). Bij verhitting in het toestel, fig. 1, gedraagt het zich als *een zelfde* stof; wellicht is dan water eene enkelvoudige stof? Vóór dat wij dat besluit mogen nemen, moet door geene enkele ons bekende kracht eene ontleding daarvan kunnen worden verkregen. Door aanwending van verschillende krachten is het dikwijls mogelijk zulke stoffen toch nog te ont-

leden, kan zulks niet dan behoort die stof tot de elementen.

Wij zullen daarvoor gebruik maken van eenen electrischen stroom. Het water bevindt zich, zooals uit fig. 2 blijkt, in een glazen bakje, waarin van onderen twee platinum plaatjes bevestigd zijn, die door middel van platinum-

draden met de koperen schroeven van het tafeltje in verbinding staan, die tevens door andere draden met de batterij verbonden zijn. Boven de platinum-plaatjes bevinden zich buisjes die ook met water gevuld zijn. Zoodra nu de electriche stroom door het water gaat, zien wij van beide metaalplaatjes kleurlooze gassen opstijgen, waarvan het eene brandbaar is en het andere een gloeienden zwavelstok doet ontvlammen. Dat deze gassen werkelijk uit het water zijn ontstaan, zou hieruit kunnen blijken dat het gewicht van het water verminderd is en wel juist zooveel als het gewicht der gevormde gassen bedraagt. Het brandbare gas dat hierbij gevormd is heeft men waterstofgas, het andere zuurstofgas genoemd.

Tweede voorbeeld. Zijn suiker en zuiver vet enkelvoudige of samengestelde stoffen? Zij zijn volkomen homogeen ook bij de sterkste vergrooting; door eenvoudige middelen is geene scheiding mogelijk. Wij gaan dus van krachtiger middelen gebruik maken om eene scheiding dier stoffen te beproeven; wij



Fig. 3.

verhitten daarvoor ieder der opgenoemde stoffen in een schuin gehouden glazen buisje, dat aan het eene einde is dicht gesmolten (een z. g. reageerbuisje) zooals uit fig. 3 blijkt; er ontwijken in beide gevallen vele gassen die brandbaar zijn. Verder zien wij dat er water uit de buis droppelt en eindelijk dat er eene zwarte stof terug blijft; deze laatste heeft men koolstof genoemd. Wanneer er bij verhitting water gevormd wordt, moet in de suiker en in het vet waterstofgas en zuurstofgas voorkomen, want deze zijn de bestanddeelen van het water.

Derde voorbeeld. In de geneeskunde wordt een rood poeder gebruikt, dat bekend is onder den naam van kwikoxid; ook dit is eene homogene

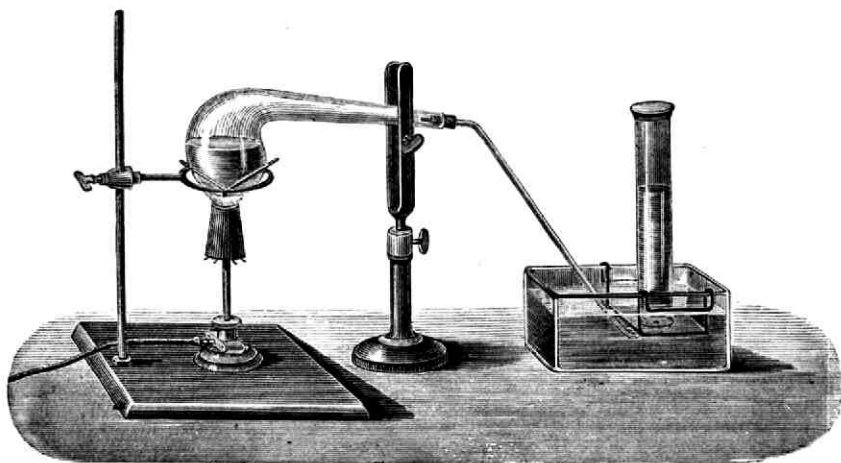


Fig. 4.

stof. Van dit poeder zullen wij iets verhitten in een zoogenaamden kromhals, retort genoemd, zie fig. 4. De opening daarvan is door eene kurk, waar-

door een omgebogen glazen buisje gestoken is, gesloten; dit glazen buisje komt uit in een bak met water gevuld, waarboven een met water gevuld cylinderglas zich bevindt.

Gaan wij de retort sterk verhitten, dan wordt door de uitzetting van de lucht deze laatste gedeeltelijk uitgedreven; na eenige oogenblikken zien wij, dat metaalglanzende droppeltjes zich tegen den hals van de retort afzetten en dat tevens een gas zich ontwikkelt, dat wij weder in een daarboven geplaatste, met water gevulde, cylinder opvangen; dit kleurlooze gas heeft de eigenschap een gloeienden zwavelstok weêr met vlam te doen branden; het is dus hetzelfde gas als dat wij bij ontleding van water hebben verkregen en dat wij zuurstof hebben genoemd; wanneer die metaalglanzende droppeltjes met een penneveer in een schaalte worden verzameld, blijkt het dat wij kwikzilver hebben verkregen.

Dit roode poeder is dus samengesteld.

De verschillende stoffen die wij uit water (waterstof en zuurstof), uit suiker (koolstof, waterstof en zuurstof) en uit kwikoxid (kwikzilver en zuurstof) hebben verkregen, kunnen door ons ten dienste staande middelen niet worden gesplitst in van elkaar verschillende bestanddeelen; dit zijn dus voor ons enkelvoudige stoffen, meer met den naam van elementen of grondstoffen bestempeld.

Door de middelen, die wij nu hebben leeren kennen, is het mogelijk een groot aantal lichamen als samengestelde te herkennen, eene wijze van proefneming wil ik hieraan nog toevoegen, die ook in vele gevallen bruikbaar is.

In eene glazen buis Fig. 5 brengen wij eene kleine hoeveelheid ijzerroest en leiden hierover gedroogd waterstofgas ¹⁾; indien wij nu de glazen buis verwarmen, zien wij het bruine poeder zwart worden en tevens dat zich in

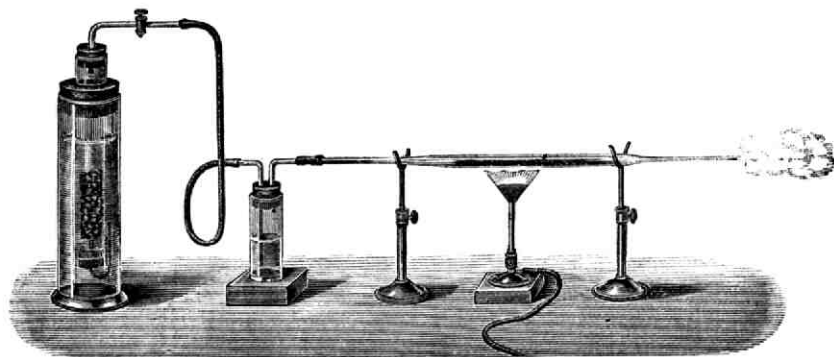


Fig. 5.

het voorste koude gedeelte van de glazen buis water heeft afgezet. Nu wij weten dat water bestaat uit waterstof en zuurstof, en waterstof een enkelvoudige stof is, volgt uit de beschreven proef dat in het ijzerroest zuurstof

¹⁾ De wijze waarop dit gemaakt wordt zal later besproken worden.

moet aanwezig zijn, en hebben wij dus ook aangetoond dat ijzerroest eene samengestelde stof is.

Langs dezen weg heeft men gevonden dat alle in de natuur voorkomende lichamen, voor zoover zij althans bekend zijn, in het geheel uit een zeventigtal elementen zijn opgebouwd, in sommige komen twee, in andere meerdere grondstoffen voor.

De voornaamsten der bekende elementen vinden wij in de onderstaande tabel opgeteekend.

Naam.	Latijnsche naam	Letter waardoor het element wordt voorgesteld.
Waterstof.	Hydrogenium.	H.
Zuurstof.	Oxygenium.	O.
Zwavel.	Sulphur.	S.
Chloor.	Chlorium.	Cl.
Broom.	Bromium.	Br.
Iodium.	Iodium.	Id.
Stikstof.	Nitrogenium.	N.
Phosphorus.	Phosphorus.	P.
Arsenicum.	Arsenicum.	As.
Antimonium.	Stibium.	Sb.
Koolstof.	Carbonium.	C.
Kiezel.	Silicium.	Si.
Borium.	Borium.	Bo.
Fluorium.	Fluorium.	Fl.
Kalium.	Kalium.	K.
Natrium.	Natrium.	Na.
Zilver.	Argentum.	Ag.
Calcium.	Calcium.	Ca.
Magnesium.	Magnesium.	Mg.
Baryum.	Baryum.	Ba.
Strontium.	Strontium.	Sr.
Zink.	Zincum.	Zn.
Cadmium.	Cadmium.	Cd.
Koper.	Cuprum.	Cu.
Kwikzilver.	Hydrargyrum.	Hg.
Lood.	Plumbum.	Pb.
Goud.	Aurum.	Au.
Bismuth.	Bismuthum.	Bi.
Aluminium.	Aluminium.	Al.
IJzer.	Ferrum.	Fe.
Mangaan.	Manganesium.	Mn.
Chrom.	Chromium.	Cr.
Tin.	Stannum.	Sn.
Platinum.	Platinum.	Pt.

In dit lijstje vindt men de voornaamste elementen vermeld en tevens achter ieder ééne of twee letters, waardoor bij verkorting dat element wordt

voorgesteld; meestal is daarvoor de eerste letter, aan de latijnsche naam ontleend, gebruikt; in die gevallen waar verschillende elementen dezelfde beginletter hebben, wordt aan de eerste eene tweede toegevoegd, waardoor verwarring voorkomen wordt. Deze letters (ook wel symbolen genoemd) leveren een groot gemak op om de samenstelling der lichamen verkort voor te stellen, zoo zouden wij bijv. de samenstelling van het water door HO kunnen voorstellen, door dus de symbolen van de in dat lichaam aanwezige elementen naast elkaar te schrijven.

§ 2.

Nadat wij den weg hebben leeren kennen, die moet worden ingeslagen om eene samengestelde stof te splitsen, zullen wij trachten het omgekeerde te doen: uit de enkelvoudige stoffen samengestelde te bereiden. Op zeer eenvoudige wijze is dit doel te bereiken door bijv. zwavel en ijzer, beide hoogst fijn gepoederd in een mortier innig te vermengen; met het ongewapend oog is dan niet meer te onderscheiden of er verschillende bestanddeelen in voorkomen, met het microscoop gewapend zouden wij verschillende bestanddeelen kunnen waarnemen, de eigenschappen van dit poeder willen wij meer in bijzonderheden nagaan, maar vooraf enkele kenmerken van ijzer en zwavel in onvermengden toestand bestudeeren. Ijzer wordt door de magneet aangetrokken en hecht zich daaraan vast; zwavel is gemakkelijk oplosbaar in een vloeistof, die zwavelkoolstof genoemd wordt; stellen wij deze oplossing in een schaalje aan de lucht bloot, dan blijft de zwavel in kristalletjes terug, terwijl de zwavelkoolstof verdampst. Indien wij nu ons door samenwrijving van zwavel en ijzer verkregen poeder met zwavelkoolstof overgieten, dan bemerken wij al aanstonds dat de hoeveelheid van het poeder verminderd is; om nu de vloeistof van het ijzer te scheiden, maakt men gebruik van filtreerpapier ¹⁾, dit wordt dubbel gevouwen en dan in een trechter geplaatst; het papier laat de vloeistof door, terwijl de vaste niet opgeloste stoffen terugblijven. Indien wij nu de doorgeloopte vloeistof aan de lucht laten staan, verdampst weder de zwavelkoolstof en wij zien dat er kristalletjes van zwavel terug blijven; houden wij in een ander gedeelte van het poeder den magneet, dan zien wij dat het ijzer wederom sterk wordt aangetrokken. In het poeder kunnen wij dus, niettegenstaande de innige vermenging, de eigenschappen der samenstellende bestanddeelen gemakkelijk herkennen; de verhouding tusschen de gewichtshoeveelheden van beide is hierbij geheel onverschillig, altijd zijn wij in staat de eigenschappen van zwavel en ijzer op de boven beschreven wijze terug te vinden.

Wij zullen nu eens gelijke gewichtshoeveelheden ijzer en zwavel onder elkander wrijven en dit in een droog reageerbuisje zwak verwarmen; na eenige oogenblikken komt de geheele massa in gloeiing en de warmte is zelfs zoo groot dat het glas gedeeltelijk in smelting komt; de warmte van de gebruikte vlam was daartoe in dien korten tijd niet in staat, men kan

¹⁾ Filtreerpapier is ongelijmd papier evenals vloeipapier, terwijl papier, waarop geschreven wordt, gelijmd is; dit belet het vloeijen van de inkt.

zich hiervan overtuigen door een dergelijk buisje, bijv. met zand gevuld, aan diezelfde warmtebron bloot te stellen; hoe die warmte dan ontstaat zullen wij straks verder uiteenzetten; vooraf zullen wij onderzoeken of die verwarmde massa nu nog dezelfde eigenschappen bezit als die dat poeder vóór dien tijd vertoonde. De massa is in smelting geweest, wij gaan haar dus op nieuw in een mortier fijn maken, overgieten een gedeelte met zwavelkoolstof en laten het gefiltreerde vocht aan de lucht verdampen, er blijft weder zwavel terug; in een ander gedeelte houden wij den magneet, er wordt geen ijzer door aangetrokken. Vóór dat wij uit dit verschijnsel een besluit trekken, zullen wij eerst onderzoeken of misschien ook verschillende hoeveelheden van zwavel en ijzer, die vermengd en verwarmd worden, invloed op het verschijnsel hebben. Wij nemen daarvoor nu op 1 gewichtsdeel zwavel 3 gew.dl. ijzer en onderzoeken de na verwarming verkregen stof op dezelfde wijze als boven; nu laat de zwavelkoolstof geen zwavel terug, maar trekt de magneet ijzer aan. In de derde plaats nemen wij op 4 gew.dl. zwavel 7 gew.dl. ijzer en verwarmen dit, nu blijkt dat noch de magneet ijzer aantrekt, noch de zwavelkoolstof zwavel heeft opgelost.

Uit deze proeven volgt dat, door de verwarming van zwavel en ijzer, de eigenschappen, die deze in onvermengden of *alleen vermengden* toestand vertoonden, niet meer zijn waar te nemen.

Deze merkwaardige verandering nu wordt eene *scheikundige* genoemd en de gevormde stof met den naam van *scheikundige verbinding* bestempeld; deze samengestelde stof nu onderscheidt zich ten eenenmale van die, waarin wij de eigenschappen van de daarin voorkomende bestanddeelen aan *dezelfde* kenmerken herkennen, die hun in onvermengden toestand eigen zijn, deze bijzondere soort van samengestelde stoffen noemen wij *mengsels*.

Indien wij dus op 4 gew.dl. zwavel 7 gew.dl. ijzer nemen en verwarmen, dan vinden wij bovengenoemde eigenschappen van *zwavel* en van *ijzer* niet terug, maar in de plaats van deze heeft de scheikundige verbinding geheel andere verkregen, want indien wij deze laatste met wat azijn overgieten, dan ontwikkelt een zeer onaangenaam riekend gas (iets dergelijks als bij een bedorven ei), dat niet ontwikkelt wanneer men zwavel of ijzer daarmede overgiet. Zoo wij in eene andere verhouding dan 4 : 7 ijzer en zwavel vermengen en verhitten, dan ontstaat ook wel dezelfde scheikundige verbinding, maar een van beide blijft gedeeltelijk onverbonden terug, en wel van een van beide zooveel dat de verhouding van 4 : 7 voor de gevormde verbinding gevonden wordt.

Bij het ontstaan van eene scheikundige verbinding merken wij dus op:

1°. warmte-ontwikkeling;

2°. andere eigenschappen dan de elementen bezitten, die de verbinding vormden; terwijl die, welke deze laatsten in vrijen of vermengden toestand vertoonden, niet zijn waar te nemen;

3°. eene standvastige gewichtsverhouding tusschen de elementen, welke de verbinding vormen.

Deze kenmerken hebben wij uitsluitend voor zwavel en ijzer geconstateerd, maar deze zijn bij de vorming van iedere scheikundige verbinding waar te nemen.

Om van de ontwikkeling van warmte bij het ontstaan van eene scheikundige verbinding een denkbeeld te krijgen, doet men het best zich voor te stellen dat in zwavel en ijzer eene kracht zetelt, die beide aan elkander tracht te verbinden. Zoodra deze vereeniging tot stand komt, zien wij als uitwerking dezer kracht ontwikkeling van warmte. De hooge temperatuur van het menschelijk lichaam, de verwarming door verbranding van hout, turf, steenkolen, gas enz. zijn allen het gevolg van het ontstaan van scheikundige verbindingen.

Dat de verschillende elementen, die eene scheikundige verbinding vormen, dit altijd in eene bepaalde standvastige gewichtsverhouding doen, daarvan kan men zich eene voorstelling maken door de volgende z.g. hypothese (onderstelling).

Men stelt zich namelijk voor dat een element niet tot in het oneindige voor verdeeling vatbaar is, maar dat men daarbij op het laatst stuit op zeer kleine deeltjes, die wij *atomen* zullen noemen, welke voor geen verdere verkleining vatbaar zijn; deze moeten dus ook aan elkander volkomen gelijk zijn en dus ook hetzelfde gewicht bezitten. Men stelt zich nu voor, dat de scheikundige werkingen tusschen de verschillende elementen ontstaan door dat die kleinste deeltjes (atomen) onderling worden verbonden.

Laten wij dit toepassen op onze verbinding tusschen zwavel en ijzer. Volgens bovenstaande zijn alle kleinste deeltjes zwavel onderling gelijk, het-

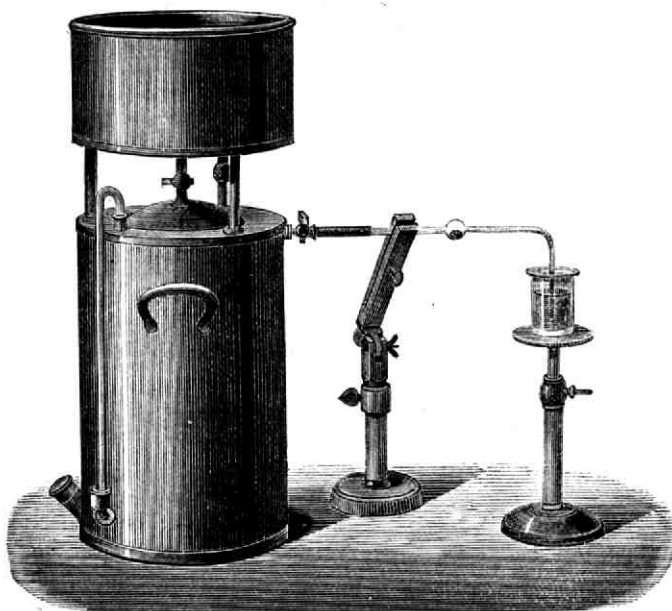


Fig. 6.

welk ook voor alle kleinste deeltjes ijzer geldt. Stel dat een atoom zwavel weegt *a* en een atoom ijzer *b*. Komt deze verbinding nu bijv. tot stand,

door dat 1 atoom zwavel = a zich verbindt met 1 at. ijzer = b , dan zal dit dus ook altijd in dezelfde gewichtsverhouding moeten plaats hebben en wel in de verhouding van $a:b$.

Dikwijls doet zich het geval voor: dat er tusschen twee zelfde elementen meer dan ééne scheikundige verbinding gevormd kan worden, waardoor dan stoffen ontstaan, die onderling in eigenschappen sterk kunnen verschillen; zoo kennen wij bijv. twee verbindingen tusschen koolstof en zuurstof, welke op de volgende wijze bereid kunnen worden.

In een glazen bolbuis (zie fig. 6), worden eenige stukjes koolstof (houts-kool) verwarmd in een stroom van zuurstofgas, die gemakkelijk uit den in de figuur geteekenden gashouder door de buis kan worden geleid; het gas dat bij verbinding van beide ontstaat is onbrandbaar en heeft de eigenschap om eene oplossing van gebluschte kalk (metselkalk) troebel te maken. Deze troebeling is het gevolg van de vorming eener nieuwe verbinding tusschen beide stoffen, die in water onoplosbaar is.

Eene tweede verbinding tusschen koolstof en zuurstof bereiden wij door (zie fig. 7) droog koolzuurgas in eene langzamen stroom door eene gloeiende

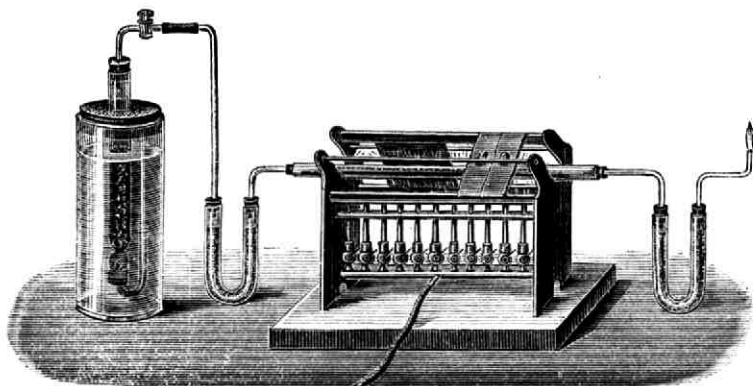


Fig. 7.

glazen buis te leiden, die met stukjes houtskool gevuld is. Het uit deze buis komende gas wordt door een buisje geleid, dat het koolzuur, dat nog niet ontleed is, terughoudt; het gas dat hieruit ontwijkt is brandbaar en maakt kalkwater niet troebel.

Indien men nu op eene later te bespreken wijze de verhouding bepaalt, die er tusschen koolstof en zuurstof in beide gassen bestaat, dan blijkt de hoeveelheid zuurstof, die bijv. met 1 gew.deel koolstof verbonden is, in het eene juist twee malen zoo groot te zijn dan in het andere.

Bij meerdere verbindingen tusschen twee andere elementen vindt men wel eens, dat de verschillende hoeveelheden van het eene element, die zich met eene zelfde hoeveelheid van het andere verbinden, zich verhouden als 1:3, 2:3, 1:4, 2:5 enz. Het komt soms voor dat tusschen twee elementen 3, 4, 5 of meer verschillende verbindingen zich kunnen vormen.

Ook dit verschijnsel wordt gemakkelijk door de boven beschreven hypothese

verklaard; indien toch 1 atoom van eenig element a zich met 1 atoom van een ander element b tot eene bepaalde stof heeft verbonden, dan kan het gebeuren dat datzelfde atoom van a zich nog met een tweede atoom van b kan verbinden en dus daardoor weder eene nieuwe stof vormen. Omdat nu de gewichten van de atomen eener zelfde stof gelijk in gewicht zijn, moet natuurlijk de hoeveelheid van b in de tweede verbinding juist twee malen grooter zijn dan in de eerste, terwijl de hoeveelheid van het element a in beide gevallen hetzelfde, namelijk dat van 1 atoom bedraagt; nu kan het ook gebeuren dat 1 atoom van eenig element zich verbindt met 3 of 4 atomen van het ander, of 2 van het een met 3, 4 of 5 van het ander.

Uit de voorstelling, die wij ons van scheikundige verbindingen gemaakt hebben, moet worden afgeleid, dat wij bij eene zoover mogelijk voortgezette verdeeling daarvan niet zullen geraken tot een atoom dier verbinding, omdat wij onder een atoom een geheel ondeelbaar deeltje verstaan en het aller-kleinste deeltje van eene scheikundige verbinding, dat dus uit verschillende atomen moet bestaan, wordt bestempeld met den naam van molecuul.

De gewichten der verschillende atomen heeft men bepaald (de wijze waarop dit geschied is, kunnen wij hier niet nader uiteen zetten), d. w. z. men heeft het gewicht van één atoom waterstof (het lichtste element) = 1 gesteld en toen bepaald hoeveel malen de andere atomen zwaarder zijn; op die wijze heeft men voor de atoomgewichten der verschillende elementen het volgende gevonden:

Waterstof (Hydrogenium)	H = 1
Zuurstof (Oxygenium)	O = 16
Zwavel (Sulphur)	S = 32
Chloor	Cl = 35.5
Bromium	Br = 80
Iodium	Id = 127
Stikstof (Nitrogenium)	N = 14
Phosphorus	P = 31
Arsenicum	As = 75
Antimonium (Stibium)	Sb = 120.3
Koolstof (Carbonium)	C = 12
Kiesel (Silicium)	Si = 28
Borium	Bo = 11
Fluorium	Fl = 19
Kalium	K = 39
Natrium	Na = 23
Zilver (Argentum)	Ag = 108
Calcium	Ca = 40
Magnesium	Mg = 24
Baryum	Ba = 137
Strontium	Sr = 87.5
Zink (Zincum)	Zn = 65
Cadmium	Cd = 112
Koper (Cuprum)	Cu = 63.4
Kwikzilver (Hydrargyrum)	Hg = 200

Lood (Plumbum)	Pb = 207
Goud (Aurum)	Au = 197
Bismuth	Bi = 208
Aluminium	Al = 27.5
IJzer (Ferrum)	Fe = 56
Mangaan	Mn = 55
Chroom	Cr = 52.2
Tin (Stannum)	Sn = 116
Platinum	Pt = 197.4

Omdat nu de moleculen van eene *zelfde* stof allen aan elkander gelijk zijn, wordt de samenstelling van een lichaam voorgesteld door eene formule, waarin het aantal der verschillende atomen in één molecuul aanwezig, is uitgedrukt. Zoo zullen wij in het vervolg het water voorstellen door H^2O , d. w. z. één molecuul water bevat 2 at. waterstof en 1 at. zuurstof; tevens blijkt daaruit, omdat de gewichten der verschillende atomen bekend zijn, dat 2 gewichtsdeelen waterstof in het water verbonden zijn met 16 gew.deelen zuurstof.

§ 3.

Zeer vele scheikundige veranderingen kunnen wij dagelijks aan verschillende lichamen opmerken. Wien is het bijv. niet bekend dat vele metalen, indien zij gedurende eenigen tijd aan de dampkringslucht zijn blootgesteld, geheel of gedeeltelijk veranderen in eene andere stof, die men in het dagelijksch leven meest met den naam van roest bestempelt; het metaal dat deze verandering het gemakkelijkst ondergaat is wel het ijzer. Dat wij hier werkelijk met eene scheikundige verandering te doen hebben, blijkt reeds onmiddellijk uit het verloren gaan van de eigenschappen van het ijzer. Indien wij uit eigen ervaring niet wisten, dat het ijzer langzamerhand geheel en al in ijzerroest was overgegaan, dan zou ons het verband, dat er tusschen ijzer en ijzerroest bestaat, niet uit eene vergelijking der eigenschappen van beide lichamen kunnen blijken; de meest gewone kenmerken toch van het ijzer, waaraan wij dit gewoonlijk herkennen, zijn wel zijne eigenaardige kleur en bovendien de metaalglans dien het vertoont; beide kenmerken vinden wij bij het ijzerroest niet meer, de kleur is roodbruin geworden en de metaalglans is geheel verloren gegaan. Ook vormt het niet meer eene vast samenhangende massa, maar het is in eene poederachtige stof overgegaan.

Waaraan moet deze verandering worden toegeschreven? Eene eenvoudige proef kan ons hierop het antwoord geven. Indien wij een stuk ijzer in twee stukken verdeelen en hiervan het eene eenigen tijd aan de lucht blootstellen en het andere onder de klok van eene luchtpomp plaatsen, waaruit de lucht verwijderd wordt, dan zien wij dat het ijzer onder de klok geen verandering heeft ondergaan, terwijl het stuk dat aan de lucht is blootgesteld geweest, gedeeltelijk in ijzerroest is veranderd; bovendien zouden wij bemerken dat het ijzer spoediger roest, wanneer het bij verhooging van temperatuur aan de lucht wordt blootgesteld, terwijl deze verandering wederom

niet plaats heeft indien wij het ijzer in het luchtledig verwarmen. Evenals het ijzer wordt ook koper in eene poedervormige stof veranderd wanneer het aan de lucht wordt blootgesteld, en gemakkelijker, zoo wij het tevens verwarmen.

Op eenvoudiger wijze kunnen wij nog aantonen dat het de lucht is welke de hier bedoelde verandering teweegbrengt; wij nemen daarvoor twee glazen buizen, die met blank geschuurd koperdraad worden gevuld. Door de eene buis leiden wij gewone lucht, door de andere waterstofgas, waardoor dus de lucht uit die buis verdrongen wordt; indien dan beide buizen verwarmd worden, zien wij het koper in de buis, waardoor lucht gevoerd wordt, gedeeltelijk in een zwart poeder overgaan, terwijl dat in de andere buis onveranderd blijft. Zoo wij de beide buizen vóór en na de proef hadden gewogen, zouden wij gevonden hebben dat de buis, waardoor lucht werd geleid, in gewicht was toegenomen, terwijl de andere niet in gewicht was veranderd. De hoeveelheid stof is dus, zooals door weging blijkt, toegenomen; de eenige verklaring die wij hiervoor kunnen vinden is deze: dat het koper zich met de lucht heeft verbonden. Wij zullen nu bepalen of de geheele lucht die eigenschap bezit om metalen in roest te doen overgaan. De mogelijkheid bestaat toch dat de lucht uit verschillende bestanddeelen is samengesteld, die niet allen die zelfde eigenschap bezitten; daarvoor brengen wij in eene aan het eene uiteinde toegesmolten glazen buis een stuk lood en smelten daarna de buis dicht, deze buis wordt geruimen tijd verwarmd waarbij de metaalglans langzamerhand verloren gaat; op het lood vormt zich een grauw poeder. Na bekoeling wordt het eene uiteinde der buis onder de oppervlakte van, in een bakje zich bevindend, kwikzilver afgebroken; wij zien het kwik dan in de buis opstijgen tot eene zekere hoogte, een bewijs dus dat een gedeelte der lucht niet meer in gastoestand voorkomt, want dan zou het kwik niet in de buis kunnen opklimmen en bij nauwkeurige meting zou blijken dat één vijfde gedeelte van de lucht, die de buis aanvankelijk vulde, nu door kwikzilver wordt ingenomen.

Bij herhaling dezer zelfde proef zouden wij telkens vinden dat het $\frac{1}{5}$ gedeelte van den inhoud der buis naderhand door kwik wordt ingenomen. Indien wij nu in die overgebleven lucht een stukje ijzer brengen, dan gaat dit niet meer in roest over; het terugblijvende gas moet dus verschillend zijn van dat gas, dat na verwarming met lood, koper of ijzer niet meer in gastoestand voorkomt. In dit overblijvend gas is geen dierlijk leven meer mogelijk en brandende voorwerpen worden in dit gas onmiddellijk uitgebluscht. Men heeft dat gas daarom den naam gegeven van stikstof; dit gas is niet voor verdere ontleding vatbaar en is dus een element. Het gedeelte van de lucht, dat niet meer in gastoestand voorkomt, moet zich dus met het metaal verbonden hebben; wij zullen nu beproeven of wij deze poeders ook weder ontleden kunnen, om dan de eigenschappen van dat gedeelte der lucht nader te bestudeeren. Indien wij deze poeders in een reageerbuisje aan eene sterke temperatuursverhooging blootstellen, zien wij deze in het geheel geene verandering ondergaan; wij willen daarom een ander metaal zich met dat zelfde gedeelte der lucht laten verbinden en nemen daarvoor kwikzilver. Dit metaal verbindt zich, zooals blijkt uit de eigenschappen en

de hoeveelheid van het terugblijvende gas, met dat zelfde bestanddeel der lucht, indien wij het kwikzilver bij eene temperatuur van ongeveer 350° gedurende geruimen tijd met lucht in aanraking laten. Wanneer nu dit

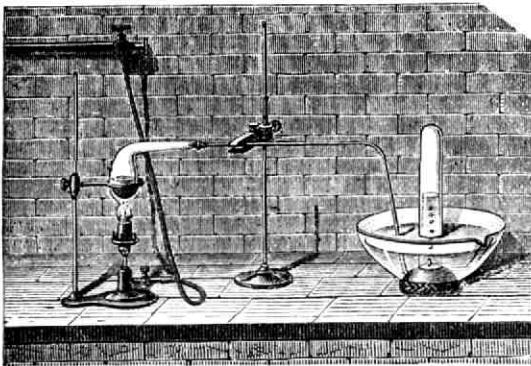


Fig. 8.

gevormde poeder in een glazen retort (zie fig. 8) verhit wordt, dan zien wij voortdurend gas ontwijken en tegelijkertijd zetten zich tegen het bovengedeelte van de retort kwikdruppeltjes af. Hadden wij bepaald hoeveel luchtvermindering er bij de vorming van dat roode poeder had plaats gehad en nu de hoeveelheid gas gemeten, die bij de verhitting was vrij gekomen, dan zouden die hoeveelheden juist aan elkaar

gelijk blijken te zijn; hetzelfde gas dat hier vrij komt moet zich dus ook, zooals uit het bovenstaande volgt, met ijzer, lood en koper verbonden hebben, bij de vorming van ijzer-, lood- en koper-roest. Om het gas, dat bij die verhitting van het kwik-roest ontstaat, nader te leeren kennen, willen wij dit in een glazen buisje opvangen; (de wijze waarop gassen, die in water niet veel oplossen, opgevangen worden, is reeds vroeger beschreven). Brengen wij een zwavelstok, die uitgeblazen is, maar waaraan nog een enkel gloeiend puntje voorkomt, in dit gas, dan zien wij dat de zwavelstok weder met vlam verder brandt en wel veel heviger dan in gewone lucht. Dit gas nu, dat geheel andere eigenschappen bezit dan stikstof, heeft men den naam van zuurstof gegeven; ook de zuurstof is, zooals wij reeds van vroeger weten, een grondstof.

De metalen, die door de lucht geen verandering ondergaan, worden edele genoemd, zooals zilver, goud en platinum, de anderen niet-edele. Het zogenoemde metaalroest is dus eene verbinding van een metaal met zuurstof (oxygenium), eene oxygeniumverbinding, waarvan bij verkorting oxid is gemaakt. In het vervolg spreken wij dus niet meer van ijzerroest, loodroest enz., maar van ijzeroxid, koperoxid, loodoxid enz., welke verbindingen worden voorgesteld door Fe^2O^3 , PbO , CuO , omdat een molecuul dier verbindingen bij het eerste uit 2 atomen ijzer en 3 atomen zuurstof, bij de beide anderen uit 1 at. van het metaal en 1 at. zuurstof zijn samengesteld.

De verandering van de metalen in oxiden wordt bestempeld met den naam van oxidatie of oxideeren; deze oxidatie is dus niet anders dan eene verbinding met zuurstof. Ook de verbranding, die in de lucht plaats heeft, moet, zooals wij gezien hebben, aan de verbinding met zuurstof worden toegeschreven, want stikstof is niet in staat om eene verbranding te onderhouden. Hetgeen er bij eene verbranding over het algemeen plaats heeft, zullen wij nu nader bestudeeren en daarvoor de verbrandingen allereerst in zuiver zuurstofgas laten plaats hebben.

§ 4.

Wij vullen daarvoor eenige flesschen met zuurstofgas; in deze verbranden wij achtereenvolgens zwavel, phosphorus, houtskool (koolstof) en ijzer.

Deze stoffen worden op metalen lepeltjes na voorafgaande verwarming in de flesch gebracht, het ijzer wordt voldoende verwarmd door een klein stukje zwam, dat daaraan bevestigd wordt, aan te steken; al deze stoffen verbranden zeer hevig en met een fel licht, vooral ook bij het ijzer, zie fig. 9.

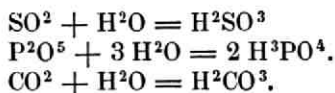


fig. 9.

Dat er bij deze verbranding eene verbinding van het verbrandende lichaam met zuurstof gevormd wordt, kan gemakkelijk worden aangetoond. De met droog zuurstofgas gevulde flesch, waarin zwavel gebrand heeft, brengen wij onmiddellijk met de opening onder water, wij zien het water met kracht in de flesch opstijgen en deze geheel en al daarmede vullen, een bewijs dus, dat de zuurstof niet meer vrij voorkomt (want deze lost in water niet zoo sterk op), maar met de zwavel verbonden is.

De gevormde verbinding is gasvormig en heeft, zooals wij reeds bemerkt hebben, de eigenschap om in water gemakkelijk op te kunnen lossen; bovendien is het een zeer prikkelend gas, het is namelijk dat zelfde gas dat ook ontstaat wanneer zwavel aan de lucht verbrandt (aansteken van zwavelstokken of ouderwetsche lucifers). Bij de verbranding van phosphorus ontstaat een dikke witte nevel, die ook in water gemakkelijk oplost.

Van de koolstof wordt bij verbranding een kleurloos zwak prikkelend gas gevormd, dat eveneens in water oplosbaar is. De drie gevormde verbindingen bestaan dus uit zwavel en zuurstof, phosphorus en zuurstof, en koolstof en zuurstof; de verbindingen zijn samengesteld SO^2 , P^2O^5 en CO^2 . Deze verbrandingsprodukten vormen met water eene scheikundige verbinding en deze zijn het die in het water oplossen, deze zijn samengesteld H^2SO^3 , H^3PO^4 en H^2CO^3 ; de vorming daarvan wordt door de volgende formules voorgesteld:



De verbindingen, die op elkaar inwerken, worden door het teeken + gescheiden en achter het gelijkheidsteeken worden dan de nieuwe verbindingen geplaatst; het aantal der verschillende atomen moet dus aan beide zijden van het gelijkheidsteeken hetzelfde zijn. Deze vergelijkingen drukken niet alleen uit welke stof gevormd wordt wanneer verschillende verbindingen een nieuw lichaam vormen, maar bovendien in welke gewichtsverhouding dit plaats

heeft. In het vroeger opgegeven lijstje der atoomgewichten, kunnen wij de gewichten der atomen vinden en hebben deze dus in de moleculairformule voor de atoomteekens in de plaats te stellen. Nu vinden wij voor het gewicht van 1 at. zwavel 32, voor dat van één atoom zuurstof 16; het gewicht van een molecuul SO^2 zal dus gelijk zijn aan $32 + 2 \times 16 = 64$, op dezelfde wijze vinden wij voor het gewicht van een molecuul water $2 \times 1 + 16 = 18$, en voor het gewicht van een molecuul $\text{H}^2\text{SO}^3 = 2 \times 1 + 32 + 3 \times 16 = 82$.

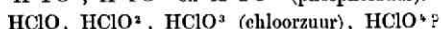
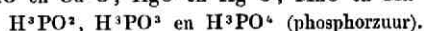
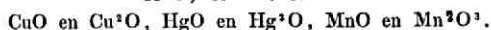
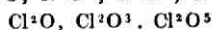
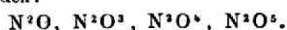
De vergelijking $\text{SO}^2 + \text{H}^2\text{O} = \text{H}^2\text{SO}^3$ drukt dus tevens uit dat er 82 gewichtsdeelen H^2SO^3 ontstaan uit 64 gew.dl. SO^2 en 18 gew.dl. H^2O .

Deze oplossingen zijn allen zuur van smaak en dragen de namen zwavelig-zuur (H^2SO^3), phosphorzuur (H^3PO^4) en koolzuur (H^2CO^3), met alle andere zuren, zooals azijn, citroenzuur enz., hebben zij eene zelfde werking ten opzichte van eene in water oplosbare plantaardige kleurstof, die met den naam van lakmoes bestempeld wordt; deze blauwe oplossing wordt namelijk door alle in water oplosbare zuren roodgekleurd. De verbindingen SO^2 , P^2O^5 , CO^2 heeft men namen gegeven, waarin het aantal zuurstof-atomen in het molecuul wordt aangegeven, zoo SO^2 zwavel*di* (twee) oxid, CO^2 koolstof of kooldioxid, P^2O^5 phosphor*pent* (vijf) oxid, eigenlijk zou men nog beter kunnen zeggen diphosphor*pent*oxid.

Op deze wijze kunnen ook gemakkelijk de verschillende zuurstofverbindingen van een zelfde element onderscheiden worden; zoo bestaat er tusschen zwavel en zuurstof nog eene verbinding, samengesteld SO^3 , deze draagt den naam zwaveltri(drie)oxid, eveneens hebben wij nog eene koolstofverbinding van zuurstof, samengesteld CO , deze wordt genoemd koolstofmon(één)oxid. Wij verkrijgen op deze wijze voor de zuurstofverbindingen van de elementen, al naarmate het aantal der daarin voorkomende zuurstofatomen 1, 2, 3, 4 of 5 bedraagt: monoxid, dioxid, trioxid, tetroxid, pentoxid.

Voor de zuurstofverbindingen van metalen wordt deze benoemingswijze niet gebruikt; indien er van een metaal slechts ééne verbinding met zuurstof voorkomt, zoo wordt dit met den naam van oxid bestempeld, zoo bijv. kennen wij van het zink slechts ééne verbinding met zuurstof, men noemt die *zinkoxid*, komen er van een metaal twee zuurstofverbindingen voor, wat zeer dikwijls het geval is, dan wordt de zuurstofrijkste *oxid*, de zuurstof-armere *oxidul* genoemd; zoo zijn er twee verbindingen van ijzer met zuurstof, samengesteld FeO en Fe^2O^3 , de eerste bevat op 1 at. ijzer 1 at. zuurstof, de tweede op 2 at. ijzer 3 at. zuurstof, de laatste is dus de zuurstofrijkste en wordt daarom ijzeroxid, de andere ijzeroxidul genoemd. Indien er van een zelfde element verschillende zuren worden afgeleid, zooals bijv. van de zwavel H^2SO^4 en H^2SO^3 , dan worden deze op de volgende wijze onderscheiden: het eerste wordt zwavelzuur, het tweede, dat op dezelfde hoeveelheid zwavel minder zuurstof bevat, zwavelig zuur genoemd. Indien er nu nog een zuur voorkomt, waarin de hoeveelheid zuurstof nog geringer is, dan noemt men dit *onder-zwavelig* zuur; een zoodanig zuur is bekend en is samengesteld $\text{H}^2\text{S}^2\text{O}^3$, hier komen op 2 at. zwavel maar 3 at. zuurstof voor en het is dus weer zuurstofarmer dan zwavelig zuur; zoo er nu nog een zuur bekend was, dat meer zuurstof dan H^2SO^4 bevatte, dan zouden wij dit *over-zwavelzuur* noemen, een zoodanig is echter niet bekend.

Met welke namen zou men nu volgens de boven beschreven benoemingswijze de volgende verbindingen moeten aanduiden:



§ 5.

Wij zullen nu eenige andere elementen in zuurstof verbranden en wel een paar metalen: ijzer en kalium.

Zoodra ijzer, zwak verwarmd, in een flesch met zuurstofgas wordt gebracht, heeft er onder een hevig gloeiverschijnsel vorming van een roodbruin poeder plaats, dat natuurlijk weder eene verbinding van ijzer met zuurstof moet wezen; bij onderzoek blijkt de samenstelling daarvan te zijn Fe^2O^3 (ijzeroxid); dit is in water onoplosbaar. Ook kalium kan in zuurstof worden verbrand, wanneer het in een stroom van, door zwavelzuur gedroogde, zuurstof aan temperatuurs-verhooging wordt blootgesteld; deze verbranding wordt het best uitgevoerd in eene zoogenaamde bolbuis, zie fig. 10. Het witte poeder, dat

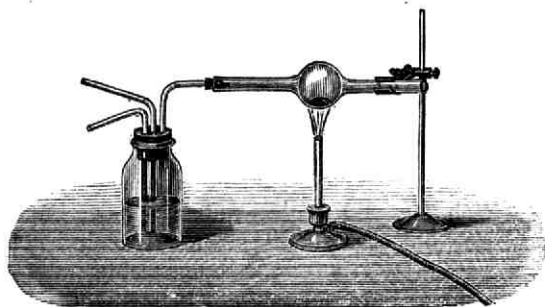
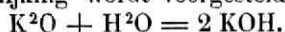


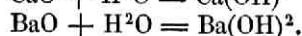
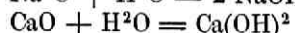
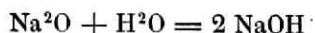
Fig. 10.

bij deze verbranding ontstaan is, lost gemakkelijk in water op, het gevormde poeder moet samengesteld zijn uit kalium en zuurstof, en wordt kaliumoxid genoemd, samengesteld K^2O ; hieruit ontstaat door toevoeging van water de verbinding KOH , welke door de volgende vergelijking wordt voorgesteld:



Voegen wij bij deze oplossing lakmoes, dan wordt de blauwe kleur niet veranderd, maar het door zuren rood geworden lakmoes wordt door deze oplossing weder tot de oorspronkelijke blauwe kleur teruggebracht.

Er zijn nog andere metalen, zooals natrium, calcium, baryum enz., die op dezelfde wijze als kalium behandeld, verbindingen vormen, die deze zelfde werking vertoonen op door zuren rood gekleurd lakmoes; de zuurstof-verbindingen die eerst ontstaan zijn samengesteld Na^2O , CaO en BaO en deze vormen met water:



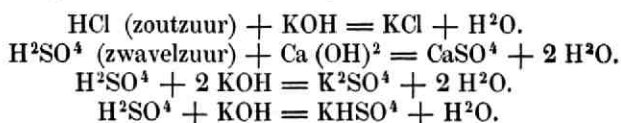
Al deze oplossingen hebben, evenals die van KOH , een loogachtigen smaak (smaak van een sodaoplossing of van sigarenasch): het is daarom, dat al die

verbindingen wel *loogen* genoemd worden, ook dragen zij nog een anderen naam, namelijk dien van basen of ook wel van hydroxiden.

Van verreweg de meeste metalen zijn dergelijke hydroxiden bekend, die evenwel grootendeels in water onoplosbaar zijn; zoo kennen wij bijv. koperhydroxid $\text{Cu}(\text{OH})^2$, loodhydroxid $\text{Pb}(\text{OH})^2$, zinkhydroxid $\text{Zn}(\text{OH})^2$ enz.

§ 6.

Eene andere, hoogst belangrijke groep van lichamen is die der *zouten*; deze ontstaan door de werking van een zuur op een loog, de hierbij plaats hebbende werking bestaat altijd in eene verplaatsing van de waterstof van het zuur (een bestanddeel dat in alle zuren voorkomt) door het metaal van de loog, terwijl de verplaatste waterstof van het zuur zich met de groep OH van den loog verbindt tot water bijv.:



Uit deze formules leeren wij, dat één atoom kalium, één atoom waterstof en 1 at. calcium, 2 at. waterstof vangt; dit aantal H atomen, dat door een metaalatom wordt vervangen, hangt af van zijne z. g. *valentie* (scheikundige waarde). Wat moeten wij hieronder verstaan?

De scheikundige waarde der verschillende elementen wordt vergeleken met die van waterstofgas; stellen wij de scheikundige waarde van 1 at. waterstofgas = 1, dan verkrijgen wij de hoeveelheid der andere elementen, die daarmede in scheikundige waarde overeenkomt door te bepalen, hoeveel gew.deelen van die elementen of zich met 1 gew.deel waterstofgas verbinden; zoo verbinden zich bijv. 35.5 gew.dl. chloor, 80 gew.dl. Bromium, 127 gew.dl. Iodium, met 1 gew.dl. waterstof, en de atoomgewichten van die elementen zijn ook 35.5 — 80 en 127; de atomen dezer elementen zijn dus in scheikundige waarde aan die van 1 gew.dl. of 1 at. waterstof gelijk (aequivalent); met 1 gew.dl. H verbinden zich 8 gew.dl. zuurstof — 16 gew.dl. zwavel — 4.666 gew.dl. stikstof — 10.333 gew.dl. phosphorus, de atoomgewichten dier zelfde elementen zijn van zuurstof $16 = 2 \times 8$, van zwavel $32 = 2 \times 16$, van stikstof $14 = 3 \times 4.666$, van phosphorus $31 = 3 \times 10.333$, één atoom zuurstof en zwavel zijn dus tweewaardig, één atoom stikstof en phosphorus driewaardig.

Van de metalen zijn geen verbindingen met waterstof bekend en wij kunnen dus voor deze niet op dezelfde wijze de hoeveelheid bepalen, die met 1 gew.deel waterstof aequivalent is; in dat geval bepalen wij, hoeveel gew.deelen van dat element zich verbinden met 8 gew.deelen O of met 35.5 gew.dl. chloor, hoeveelheden dus, die met 1 at. H aequivalent zijn; zoo bijv. vindt men dat 35.5 gew.dl. chloor zich verbinden met 20 gew.dl. calcium, het atoomgewicht van Ca bedraagt 40, dus is de valentie $\frac{40}{20} = 2$, calcium is daarom tweewaardig of bivalent.

Al naarmate in het molecuul van een zuur nu één of meer atomen

waterstof door metaalatomen verplaatst kunnen worden, onderscheidt men één- en meer-basische zuren, zoo is zoutzuur HCl éénbasisch, zwavelzuur H_2SO_4 tweebasisch, phosphorzuur H_3PO_4 driebasisch enz.; zijn in een zuur alle waterstofatomen door metaalatomen vervangen, dan noemt men die zouten normale; is de waterstof slechts gedeeltelijk vervangen, dan spreekt men van zure zouten. De namen voor de zouten worden verkregen, door den naam van het metaal, dat de waterstof in het zuur heeft verplaatst, achter dien van het zuur te plaatsen, bijv. KCl — zoutzuur kalium — CaSO_4 — zwavelzuur calcium — NaNO_3 salpeterzuur natrium.

Na deze inleiding zullen wij nu achtereenvolgens de meest belangrijke elementen en hunne voornaamste verbindingen bespreken.

§ 7. ZUURSTOF.

Dit element komt in de natuur in zeer groote hoeveelheid voor, het vormt een bestanddeel van de dampkringslucht, in het water komt het als hoofdbestanddeel voor, het $\frac{8}{9}$ van het gewicht bestaat uit zuurstofgas en verder vormt het een bestanddeel van de meeste, in het ons bekende gedeelte der aardkorst voorkomende, delfstoffen; ook in iedere plant en in elk dier komt de zuurstof in verschillende daarin aanwezige stoffen voor.

In de lucht komt de zuurstof in onverbonden toestand voor, voornamelijk gemengd met stikstof: men zou dus denken, dat daaruit gemakkelijk zuurstof moest te verkrijgen zijn; toch is dat niet het geval, omdat stikstof hoogst moeielijk met andere elementen verbindingen vormt.

In den laatsten tijd heeft men evenwel eene bereidingswijze in het groot toegepast om zuurstof uit de lucht te verkrijgen. Men verhit daarvoor bariumoxid BaO in vochtige lucht, waardoor dit zuurstof opneemt en in eene

zuurstofrijkere verbinding BaO^2 (bariumsuperoxid) overgaat, terwijl de stikstof zich daarmede niet verbindt; het bariumperoxid wordt dan in een retort, zie fig. 11, verhit, waardoor het ontleed wordt in zuurstof en bariumoxid



Uit dit bariumoxid kan opnieuw bariumsuperoxid worden gemaakt enz.

Uit het water kan zuurstof gemaakt worden door ontleding door den galvanischen stroom, zooals wij reeds vroeger gezien hebben.

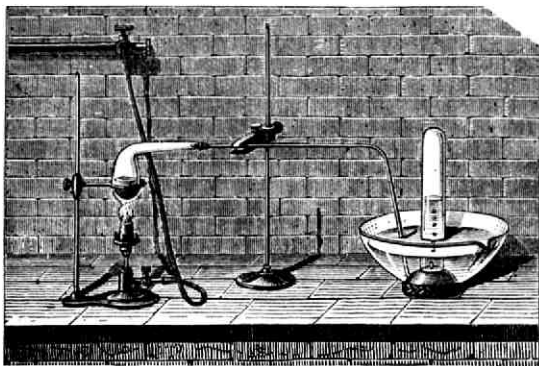


Fig. 11.

Een in de natuur voorkomend mineraal, de bruinsteen, dat samengesteld is uit het metaal mangaan en zuurstof, MnO^2 , geeft bij sterke verhitting,

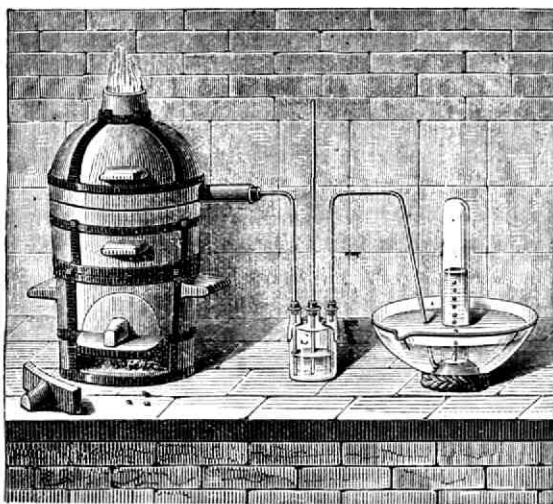
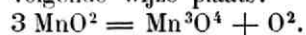


Fig. 12.

zie fig. 12, een gedeelte van de daarin voorkomende zuurstof vrij, het gas wordt eerst door water gewassen, om onzuiverheden terug te houden; de ontleding heeft op de volgende wijze plaats:



Men verkrijgt dus op deze wijze het $\frac{1}{3}$ gedeelte van de in den bruinsteen aanwezige zuurstof.

Eene grootere hoeveelheid zuurstof verkrijgt men, indien bruinsteen met sterk zwavelzuur, zie fig. 13, verwarmd wordt, de kolf is voorzien van een

z. g. trechterbuis of veiligheidsbuis, welke beletten moet, dat het water uit den bak, waarin de zuurstof wordt opgevangen, in de kolf dringt; dit toch zou gebeuren, zoodra de

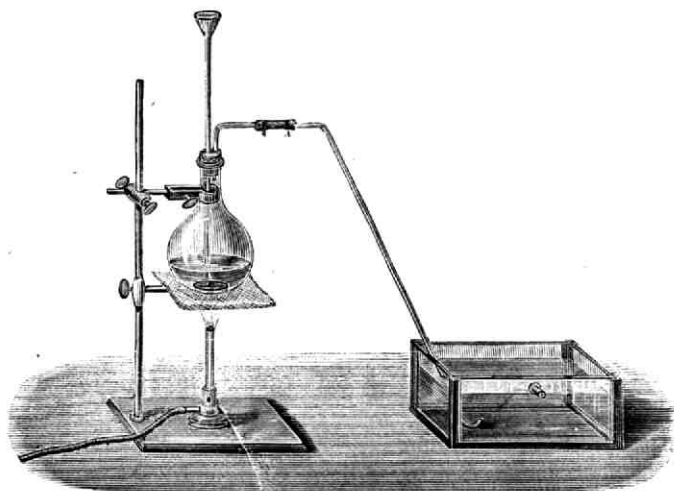
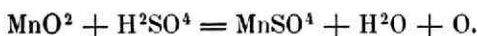


Fig. 13.

drukking in de kolf vermindert, tengevolge van tocht of verlaging van temperatuur; de veiligheidsbuis mag daarom slechts even onder de oppervlakte van de vloeistof staan, er zal dan lucht door die buis naar binnen treden en geen water uit den bak in de kolf kunnen komen, waardoor deze zou

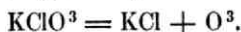
kunnen springen. De ontleding kan door de volgende formule worden voorgesteld:



Hierbij ontstaat dus zwavelzuur mangaan, MnSO^4 , en de helft van de in den bruinsteen aanwezige zuurstof ontwijkt.

Ook zouden wij zuurstof kunnen maken door in een retortje, zie fig. 11, kwikoxid HgO , zilveroxid Ag^2O , goudoxid Au^2O^3 of platinumoxid PtO^2 te verhitten, alle zuurstof ontwijkt en het metaal blijft in onverbonden toestand terug.

Voor de bereiding van groote hoeveelheden zuurstof wordt gebruikt z. g. chloorzure kali of chloorzure potasch, die in een retort verhit wordt: al de in de chloorzure potasch voorkomende zuurstof ontwijkt dan. De chloorzure kali is samengesteld KClO^3 en geeft bij verhitting:



KCl , zoutzure kali of kaliumchlorid, blijft in de retort terug. De eigenschappen van de zuurstof zijn reeds gedeeltelijk van vroeger bekend: het is reuk-, kleur- en smaakloos en onderhoudt in sterke mate de verbranding, zoodat een houtje, dat nog een enkel gloeiend puntje bezit, in dit gas opnieuw met vlam verder brandt. Alle stoffen, die in de lucht verbranden kunnen, doen dit in zuurstof veel gemakkelijker en veel heviger.

§ 8.

Onder bepaalde omstandigheden vertoont de zuurstof geheel andere eigenschappen, zoodat het schijnt alsof wij met een ander element te maken hebben;

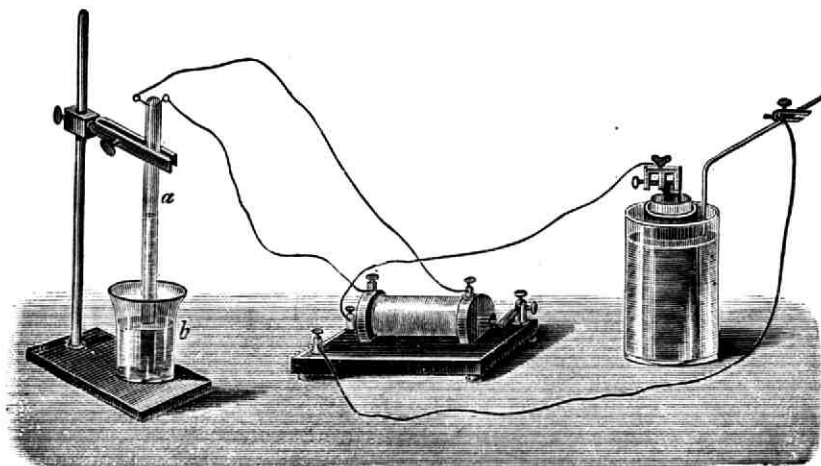


Fig. 14.

men noemt de zuurstof in dien nieuwen vorm ozone en zij wordt in geringe hoeveelheid verkregen, wanneer men electrische vonken door lucht of zuiver zuurstofgas laat slaan, zie fig. 14. De ozone werkt veel sterker oxideerend

dan gewone zuurstof en heeft een eigenaardigen reuk, het oxideert zilver in zilver-superoxid, ammonia in salpeterzuur, het ontleedt jodkalium, waarbij jodium vrij wordt, het oxideert de kleurstof van guajactinctuur waardoor deze blauw wordt, enz. De beide laatste reacties worden gewoonlijk gebruikt om ozone aan te toonen, bij de boven beschreven bereiding toont men het gemakkelijk aan, door in het buisje *a*, dat voor een gedeelte met zuurstof gevuld is, in het water wat jodkalium op te lossen en daaraan wat stijfsel toe te voegen, deze wordt door *vrij* jodium blauw. Ozone komt in geringe hoeveelheid in de lucht voor, vooral na onweder; in groote hoeveelheid werkt het nadeelig op de ademhalingswerktuigen; organische stoffen, die in de lucht voorkomen, worden door ozone vernietigd (geoxideerd) en werkt daardoor als zuiveringsmiddel voor de lucht.

Hoeveel chloorzure kali, hoeveel kwikoxid, hoeveel bruinsteen, die enkel gegloeid wordt en hoeveel bruinsteen, die met zwavelzuur gekookt wordt, zoude respectievelijk noodig zijn om een gashouder van 50 L. inhoud met zuurstof te vullen? (Gew. van 1 L. waterstof = 0.0896 gr. S. G. van zuurstof ten opzichte van waterstof = 16).

§ 9. WATERSTOFGAS.

Dit element komt in vrijen toestand in de natuur niet voor; met zuurstof vormt het de bestanddeelen van het water, waaruit het op verschillende wijzen kan verkregen worden. Ook vormt waterstof een bestanddeel van

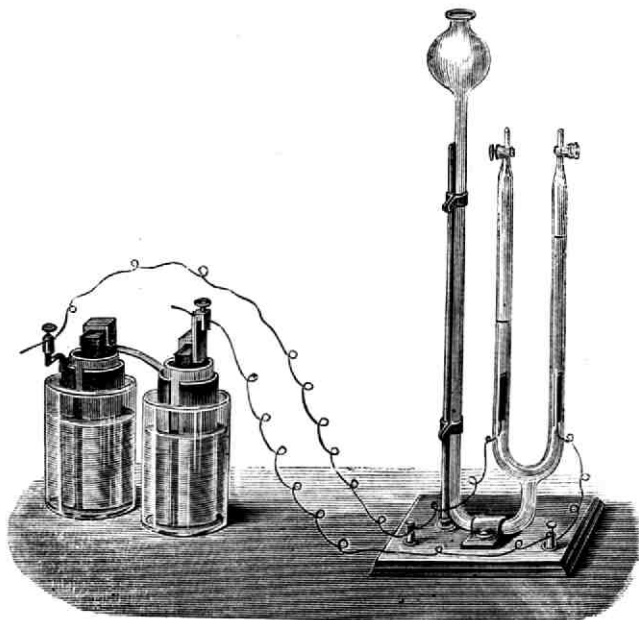
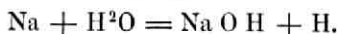


Fig. 15.

vele organische stoffen, zooals papier, zetmeel, suiker, gom, eiwitstoffen enz. Uit het water kan waterstof bereid worden, door ontleding door den gal-

vanischen stroom, zie fig. 15; in de eene buis verzamelt zich de waterstof, in de andere zuurstofgas. Gemakkelijk wordt het water ontleed door natrium en kalium, metalen, die voorkomen, het eerste in keukenzout, het tweede o. a. in salpeter.

Men doet de proef het best door een stukje natrium, met een fijnmazig koperen lepeltje, onder een met water gevulden cilinder te brengen, zooals in fig. 16. Het water wordt dan door het lichtere waterstofgas verdrongen, de waterstof komt maar gedeeltelijk uit het water vrij, terwijl de overige waterstof en de zuurstof met het natrium eene verbinding vormen, z. g. natronloog of natriumhydroxid, eene sterke basis; de ontleding kan door de volgende formule worden duidelijk gemaakt:



Van de meer bekende metalen ontleen ook ijzer, zink en tin het water, maar alleen bij zeer hooge tempera-

tuur; deze ontleding heeft het best plaats, zooals uit nevenstaande fig. 17 blijkt; een porseleinen buis, met het metaal gevuld, wordt op een oven verhit, en door de buis waterdamp geleid; men vangt dan het waterstofgas op, terwijl de zuurstof met het metaal een oxid vormt.

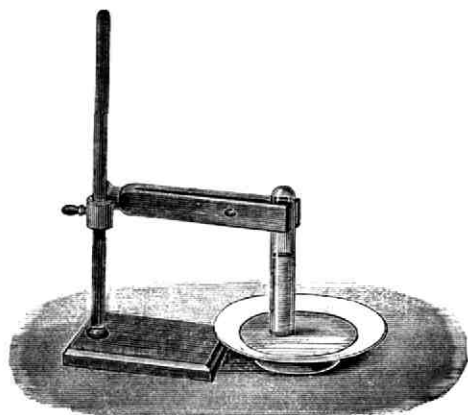


Fig. 16.

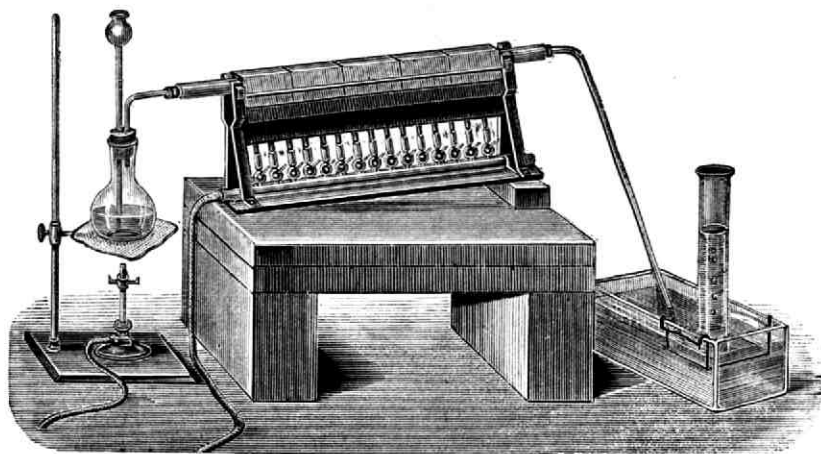
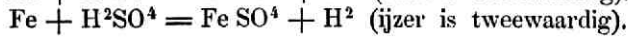
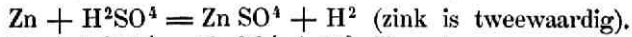


Fig. 17.

Bovenstaande bereidingen worden niet gebruikt om waterstof in groote hoeveelheid te bereiden, deze bereidt men uit sommige zuren, voornamelijk uit zwavelzuur H^2SO^4 , uit zoutzuur HCl . Uit deze zuren wordt

de waterstof gemakkelijk verkregen door een dezer zuren met zink of ijzer in aanraking te brengen; de waterstof wordt dan door een dezer metalen verplaatst; de volgende formule maakt dit duidelijk:



In de vloeistof blijft zwavelzuur zink Zn SO^4 of Fe SO^4 opgelost, dat door verdamping der vloeistof in den vorm van kristallen wordt verkregen; sommige zwavelzure zouten worden wel vitriolen genoemd en naar de kleur der zouten onderscheiden: zoo wordt zwavelzuur zink, witte vitriool; zwavelzuur ijzer, groene vitriool genoemd.

De bereiding van waterstof heeft het best plaats in een zoogenaamd Kipp's toestel, zie fig. 18; dit bestaat uit een glazen vat $d a b$, dat bij a vernauwd is, in de bovenste opening c is luchtdicht de steel van een ballon ingeslepen, die van boven vernauwd is; het onderste uiteinde van dien hollen steel reikt tot op den bodem van het onderste vat en deze sluit het vernauwde gedeelte a niet geheel af; de ballon b wordt nu door de zijdelingsche opening e met stukjes zink gevuld en door een kurk, die een glazen buisje bevat, met een

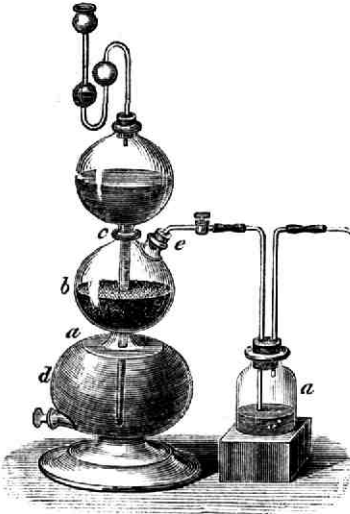


Fig. 18.

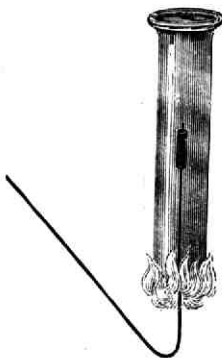


Fig. 19.

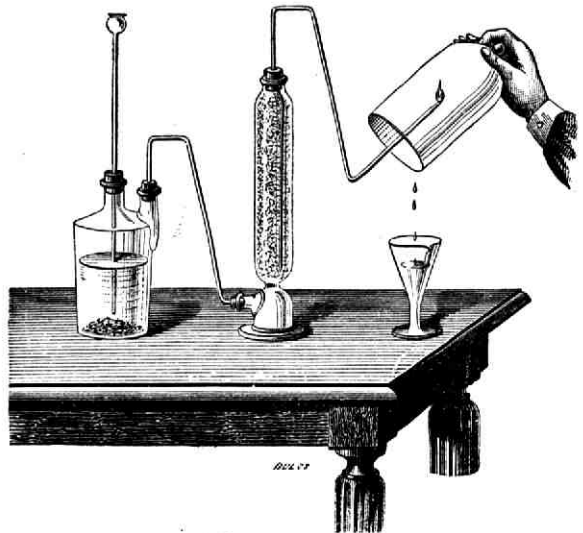


Fig. 20.

kraan voorzien, luchtdicht gesloten. Men vult het toestel nu zoo ver met verdund

zwavelzuur, (1 zwavelzuur op 10 water) tot het zink er geheel mede is bedekt; indien nu de kraan bij *e* gesloten is, vindt het waterstofgas geen uitweg, drukt de vloeistof door den steel in den bovensten ballon en de gasontwikkeling houdt op. Bij het openen van de kraan wordt het gas en de lucht door de drukking der hooge vloeistofzuil verwijderd en door ditzelfde nog een paar malen te herhalen is de lucht geheel verwijderd en kan het zuivere gas telkens naar behoefte ontwikkeld worden; wanneer het zuur in zwavelzuur-zink veranderd is, laat men het vocht door de onderste opening in *d* wegvloeiën en vult het apparaat opnieuw met verdund zwavelzuur. Het



Fig. 21.

kleine fleschje *a* is een zoogenaamd waschfleschje, met zwavelzuur gevuld,

waardoor het gas gezuiverd en gedroogd wordt: het sterke zwavelzuur verbindt zich met den waterdamp, die met het waterstofgas is vrijgekomen.

Eigenschappen van waterstofgas. In zuiveren toestand is het kleur-, reuk- en smakeloos, met een brandend voorwerp in aanraking verbrandt het met eene kleurloze vlam; het onderhoudt de verbranding niet, want wanneer men een brandende kaars, zie fig. 19, in een cylinder, met waterstof gevuld, brengt, gaat de kaars uit en het gas brandt daar waar het met de lucht in aanraking is, dus aan de opening. Bij de verbranding van waterstof ontstaat water H^2O , men toont dit gemakkelijk aan door droog waterstofgas, zie fig. 20, aan te steken en boven het vlammetje een glazen klok te houden:

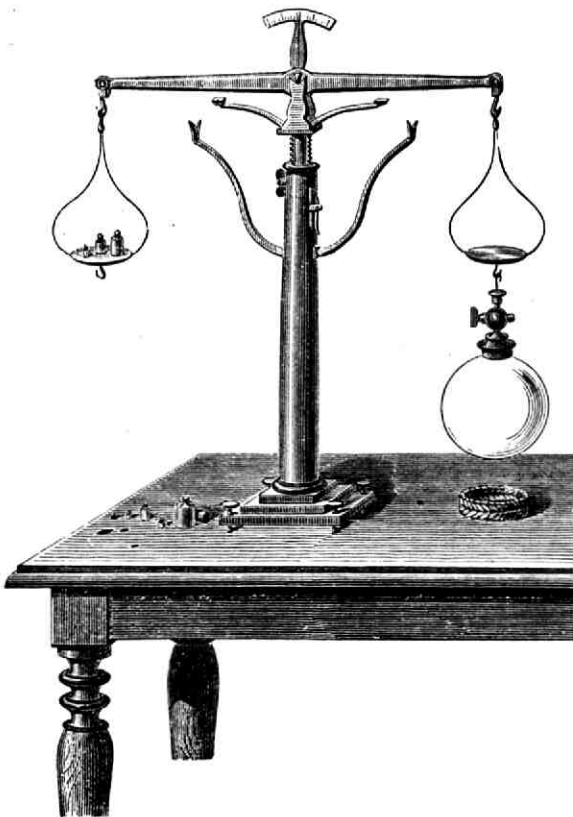


Fig. 22.

men ziet dan het water naar beneden droppelen, het gas wordt gedroogd door een toren, die gevuld is met chloorcalcium $CaCl^2$, een zout dat zich met water zeer gemakkelijk verbindt.

De groote lichtheid van waterstof kan op verschillende wijzen worden aangetoond; wanneer men een cilinder met waterstof gevuld, met de opening, zie fig. 21, onder die van een' anderen cilinder brengt, dan wordt de waterstof geheel overgeschonken, men kan nu in dezen de waterstof aansteken, terwijl de andere met lucht gevuld is.



Fig. 23.

Wanneer men aan eene balans, zie fig. 22, een ballon, met kraan voorzien en met lucht gevuld, in evenwicht brengt en daarna de ballon, met waterstof gevuld, opnieuw aan de schaal hangt, dan blijkt het gewicht veel geringer te zijn. Het gewicht van 1 d M³ waterstof bij 0° C en 760 m^m drukking weegt 0.0896 gram, terwijl diezelfde hoeveelheid lucht bij gelijke temperatuur en drukking 1.293 gram weegt, dus ruim 14 malen zooveel. Kleine ballonnetjes, van eene lichte stof vervaardigd, stijgen omhoog, wanneer zij met waterstofgas zijn gevuld; ook zeepbellen met waterstof gevuld, zie fig. 23, stijgen snel omhoog en kunnen aangestoken worden.

Waterstof verbindt zich zeer gemakkelijk met zuurstof, niet alleen met vrije zuurstof, zooals die in de lucht voorkomt, maar ook met zuurstof, die scheikundig met andere elementen verbonden is: zoo onttrekt waterstof aan zeer veel metaaloxiden de zuurstof.

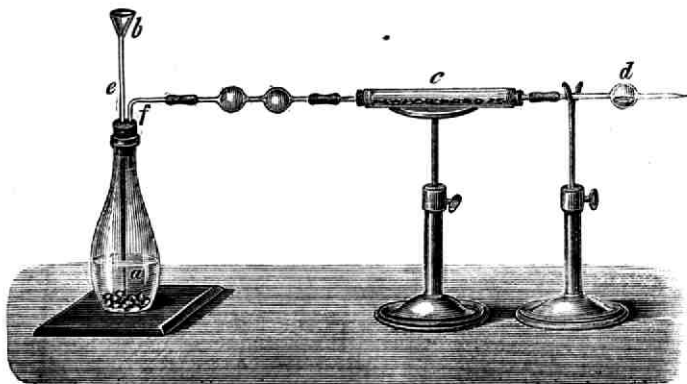


Fig. 24.

Men noemt deze bewerking reductie of reduceeren; het best kan men deze werking zien, wanneer droog waterstofgas, zie fig. 24, over koperoxid CuO

geleid wordt, dat zich in de bolbuis *d* bevindt; zoodra de lucht uit het toestel verwijderd is, verhit men het zwarte koperoxid, onder een sterk gloei-verschijnsel heeft de reductie plaats, het zwarte koperoxid verandert in rood koper en waterdamp ontwijkt.

§ 10. STIKSTOF GAS.

De stikstof komt vrij voor in de dampkringslucht; zij is daarin met andere gasen vermengd, verder wordt zij scheikundig gebonden aan andere elementen in eenige in de natuur voorkomende verbindingen aangetroffen, bijv. in salpeter KNO^3 , salpeterzure natron NaNO^3 , in steenkolen en in de zoogenaamde eiwitstoffen; bestanddeelen van alle planten en dieren. Uit de lucht kan stikstof worden verkregen door er de andere bestanddeelen aan te ontnemen, deze zijn: zuurstof, waterdamp, koolzuur en vaste deeltjes, z.g. luchtstof. Men leidt daarvoor de lucht door een buisje, dat met bijtende kali is gevuld en daarna door een buisje, dat met stukjes puimsteen, die met sterk zwavelzuur gedrenkt zijn, gevuld is; de eerste verbindt zich met het koolzuur CO^2 en het zwavelzuur met de waterdamp, terwijl beide de vaste stofdeeltjes terughouden; het gas, dat ontwijkt, bestaat enkel uit zuurstof en stikstof, dit wordt door een buis, met koper gevuld, zie fig. 25,

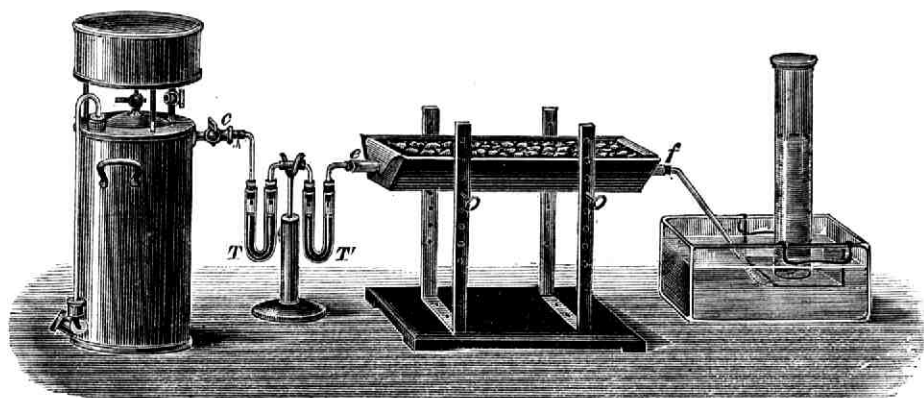


Fig. 25.

geleid, welke sterk wordt verhit; het Cu verbindt zich met de zuurstof tot CuO , eene niet vluchtige stof, terwijl de stikstof in een met water gevulden cilinder wordt opgevangen. De stikstof is kleur-, reuk- en smakeloos, is niet in staat om de ademhaling van menschen of van dieren te kunnen onderhouden, brandende voorwerpen worden er onmiddellijk in uitgedoofd; het verbindt zich hoogst moeielijk *direct* met andere elementen.

§ 11. DE DAMPKRINGSLUCHT.

Het gasvormige omhulsel, dat onze planeet omgeeft, strekt zich uit tot eene nog niet nauwkeurig bekende hoogte; volgens sommigen zoude deze

bedragen 8 geografische mijlen, volgens anderen ruim 20. De hoofdbestanddeelen der lucht zijn stikstof en zuurstof, terwijl in geringere hoeveelheid daarin voorkomen: koolzuur, waterdamp en vaste deeltjes, die men met den naam van luchtstof bestempelt. In de van CO^2 , H^2O en luchtstof bevrijde lucht vinden wij de volgende verhouding tusschen zuurstof en stikstof:

Ruimtedeele.		Gewichtsdeelen.
Stikstof	79.1	76.9
Zuurstof	20.9	23.1
	100.0	100.0.

De hoeveelheid waterdamp varieert tusschen 0.6 — 3.8%; het koolzuur komt ook in geringe hoeveelheid voor: 0.02 — 0.04%.

De samenstelling van de lucht kan men gemakkelijk bepalen, wat ten minste betreft de hoeveelheid zuurstof, die daarin voorkomt.

Men kan daarvoor zeer goed het toestel, in fig. 26 afgebeeld, gebruiken. De hooge, van boven iets verwijde, cylinder wordt met water gevuld en

hierin eene aan het eene uiteinde gesloten en verdeelde glazen buis geplaatst, die voor een gering gedeelte met water is gevuld; men leest nu het volume in de buis af, nadat men door indompeling van de buis, de vloeistof in de buis en in den cylinder even hoog heeft gemaakt: de ingesloten lucht staat dan onder de drukking van de dampkringslucht.

In de buis wordt nu door middel van een stevigen platindraad een pijp phosphorus gebracht, de zuurstof verbindt zich dan met den phosphorus tot eene in water gemakkelijk oplosbare verbinding, het volumen van de lucht wordt dus geringer en het water stijgt in de buis omhoog; na ongeveer 24 uren wordt er geen vermindering meer waargenomen, en om nu het volume van het terugblijvende gas te bepalen, drukken wij de buis zoo ver naar beneden, totdat de vloeistof in beide wederom even hoog staat. Een gemakkelijk middel om te zien of de zuurstof zich geheel met den phosphorus

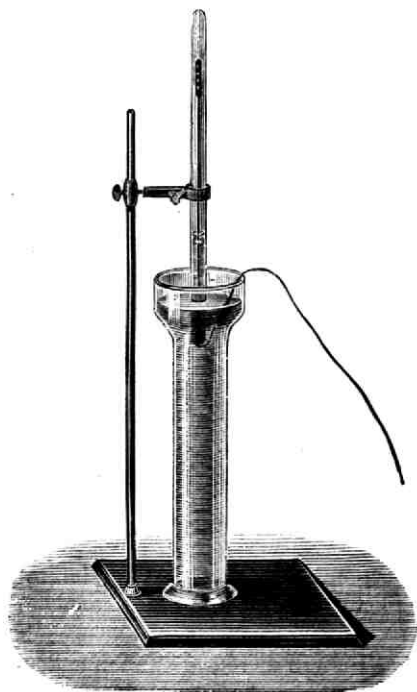


Fig. 26.

verbonden heeft, bestaat hierin, dat men het toestel in eene donkere ruimte plaatst, men zal dan om den phosphorus een zwak groen licht zien, zoolang er nog zuurstofgas in de buis aanwezig is.

Eene tweede snellere bepaling geschiedt door een z. g. eudiometer, zie fig. 27. Een eudiometer is een aan het eene uiteinde gesloten glazen buis,

waarin luchtdicht twee platinumdraden ingesmolten zijn, die op een geringen afstand van elkander geplaatst zijn. Voor ons doel nemen wij nu een omgebogen in cubieke centimeters verdeelden eudiometer, boven en beneden van

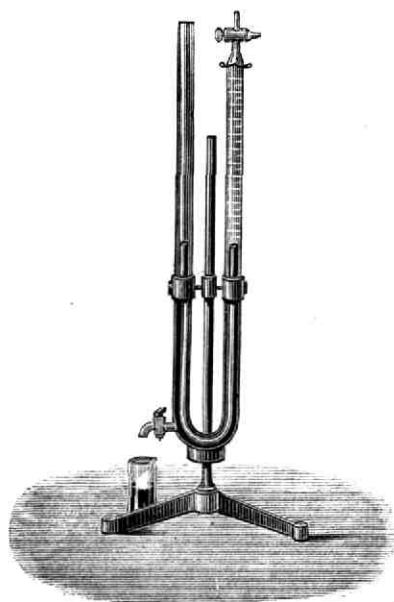


Fig. 27.

een kraan voorzien, en deze wordt geheel met kwik gevuld. Wil men nu dampkringslucht onderzoeken, dan laat men in de buitenlucht uit het toestel kwik afloopen door middel van de onderste kraan. Gesteld, dat dit zijn 100 cm^3 , wanneer het kwik in beide buizen even hoog staat; het bovenste kraantje wordt nu in verbinding met een waterstofoestel gebracht en van dit gas wordt, door weder kwik weg te laten vloeien, een zeker volume toegevoegd; laat het geheele volume nu, nadat het kwik weder in beide buizen even hoog is gemaakt, 180 cm^3 bedragen. Men laat nu tusschen de beide platinumdraden een electrischen vonk overspringen: het gevolg daarvan is, dat al de zuurstof met een gedeelte van de waterstof in water overgaat (er moet dus een overmaat van waterstof aanwezig zijn). Het volume van het gevormde water is zoo gering, dat men dit wel buiten rekening kan laten, zonder eene groote fout te maken; er

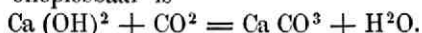
zal dus door de vorming van water eene volumevermindering hebben plaats gehad.

Om deze te bepalen schenken wij, nadat de buis weder de vorige temperatuur heeft verkregen (door de verbinding van waterstof met zuurstof was deze natuurlijk verhoogd), zoo lang kwik bij, totdat het weder in beide buizen even hoog staat; gesteld dat dit volume nu nog bedraagt 120 cm^3 , dan heeft er dus eene volumevermindering plaats gehad van $180 - 120 = 60 \text{ cm}^3$. Deze 60 cm^3 waren, vóór de verandering in water, aanwezig als zuurstof- en waterstofgas en wel in die verhouding, zooals zij in water voorkomen. Van vroeger weten wij, dat het water bestaat uit 2 ruimtedeeelen waterstof op 1 ruimtedeel zuurstofgas. De 60 cm^3 moeten dus voor één derde gedeelte uit zuurstof bestaan hebben: dus zijn 20 cm^3 zuurstof in de 100 cm^3 lucht aanwezig geweest. Het terugblijvende gasmengsel bestaat dus uit stikstof en waterstof. (Aan den leerling wordt overgelaten te berekenen hoeveel stikstof en waterstof daarin voorkomt).

De samenstelling der dampkringslucht vindt men nu altijd en overal gelijk, niettegenstaande de groote veranderingen, die zij voortdurend ondergaat. Zoo wordt door één mensch, dagelijks, voor de ademhaling gebruikt 0.889 M^3 zuurstof, dus per jaar $324,485 \text{ M}^3$; nemen wij nu aan dat er 1000 miljoen menschen zijn, dan bedraagt de voor de ademhaling noodige zuurstof 324485 miljoen M^3 . Zonder overdrijving mag men nu verder wel

aannemen, dat voor de ademhaling van dieren en voor de verbrandingen tweemaal zoo veel zuurstof wordt gebruikt, wij verkrijgen dan in een rond getal een jaarlijksch verbruik van 1 biljoen $M^3 = 2.4$ cub. Mijl. Nu bedraagt het geheele gewicht der lucht $5\frac{1}{2}$ trillioen kilogram. Hieruit kan men berekenen, dat in 800,000 jaren de dampkring geen zuurstof meer zou bevatten; lang vóór dien tijd zou er evenwel reeds geen dierlijk leven meer mogelijk zijn, daar eene vermindering tot 8 pCt. reeds doodelijk is voor een dier; evenmin zouden hierin brandende lichamen kunnen voortbranden. Waaraan moet het nu worden toegeschreven, dat de samenstelling der lucht, niettegenstaande die groote veranderingen, toch onveranderd blijft?

Bij de ademhaling van menschen en dieren wordt de zuurstof in verbinding met koolstof (een element dat in onze meeste voedingsstoffen voorkomt) als koolzuur CO_2 aan de lucht teruggegeven, hetgeen wij gemakkelijk kunnen aantoonen door de uitgedemde lucht door kalkwater (eene oplossing van gebluschte kalk $Ca(OH)_2$ in water) te laten borrelen, het koolzuur maakt dan die oplossing troebel, omdat er koolzure kalk $CaCO_3$ wordt gevormd, die in water onoplosbaar is



Wanneer men nu een klok, met koolzuurhoudend water gevuld, in een bak met water plaatst en in deze klok eenige groene blaasjes dragende takjes brengt, dan zal, nadat het eenigen tijd aan het zonlicht is blootgesteld geweest, in het bovenste van de klok zich een gas ontwikkeld hebben, dat

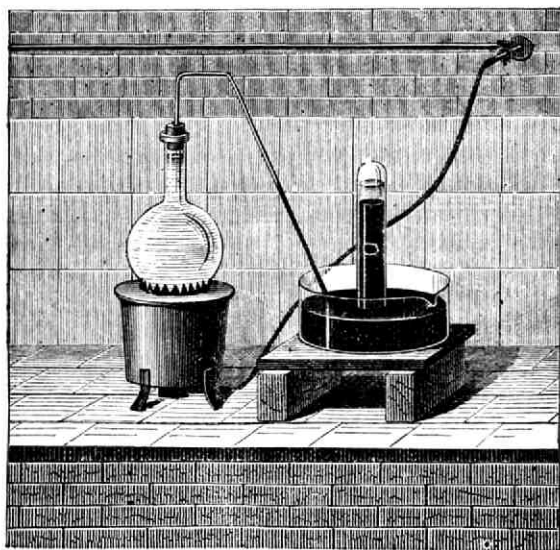


Fig. 28.

bij onderzoek zuurstof blijkt te zijn. Uit deze proef blijkt dus, dat er uit het koolzuur door de planten voortdurend weder zuurstof aan de lucht wordt teruggegeven en bovendien, dat dierlijk leven zonder plantaardig leven niet mogelijk is.

Wanneer het koolzuur-gehalte der lucht $\frac{1}{10}$ volumepercent bereikt, dan werkt zoodanige lucht reeds belemmerend op de ademhaling; wanneer men bedenkt, dat dit gehalte op plaatsen, waar veel menschen te samen zijn, soms eenige percenten bereiken kan, dan blijkt hieruit wel de dringende

behoefte om steeds voor eene goede ventilatie zorg te dragen.

De bestanddeelen der lucht zijn in water oplosbaar; deze oplossing wordt het best verkregen door eene flesch, voor de helft met koud water gevuld,

eenigen tijd te schudden. Met dit water vullen wij nu eene kolf geheel aan, zie fig. 28, alsmede het door middel van een kurk daaraan verbonden buisje en drijven nu door verhitting het opgeloste gas in een met kwik gevulden cilinder. Indien nu het bovenste gedeelte van de buis van een kraan voorzien was, dan zouden wij dit gas gemakkelijk in den eudiometer kunnen brengen en op dezelfde wijze onderzoeken als wij dit met de lucht hebben gedaan. Wij vinden dan eene geheel andere verhouding tusschen zuurstof en stikstof dan in de lucht, en wel veel meer zuurstof dan stikstof; zuurstof is dus in water gemakkelijker oplosbaar; tevens volgt uit die proef, dat de lucht slechts een mengsel is van zuurstof en stikstof, en geen scheikundige verbinding, in dit geval toch zou dezelfde verhouding tusschen zuurstof en stikstof moeten blijven bestaan, als in de lucht.

§ 12. HET WATER.

Het water, dat in de natuur voorkomt is nooit zuiver, maar bevat altijd in meerdere of mindere mate verschillende verontreinigingen. Het zuiverste water, dat wij zonder verdere bewerking kunnen verkrijgen is regenwater, niet dat hetwelk door middel van looden goten wordt verzameld, omdat dit veelal loo- oplossing bevat, maar het onmiddellijk bijv. in een glazen vat opgevangen regenwater en dan bij voorkeur nadat het reeds eenigen tijd achtereen geregend heeft, omdat de vele stofdeeltjes, die in de lucht aanwezig zijn, grootendeels door het eerst vallende hemelwater naar de oppervlakte van den grond worden gevoerd. In een dm^3 regenwater komt gemiddeld 0.03 gram vaste stof voor, d. w. z. die hoeveelheid blijft terug, indien 1 dm^3 water tot droog toe wordt verdampt.

Zoodra het water met den bodem in aanraking komt, zakt het naar beneden, terwijl tevens die stoffen, welke in den bodem voorkomen en in water oplosbaar zijn daaraan voor een gedeelte zullen ontnomen worden en in het water oplossen. Een bestanddeel van nagenoeg alle grondsoorten is het keukenzout (Na Cl); deze in water gemakkelijk oplosbare stof wordt daarom in bijna alle soorten van water aangetroffen; ook vinden wij dikwijls in den bodem zwavelzure kalk of gips (Ca SO_4), dat in water eveneens oplosbaar is; ook dit zullen wij dus in vele watersoorten aantreffen.

In het regenwater komen behalve vaste stoffen ook nog enkele gassen opgelost voor, zoo bijv. zuurstof, stikstof en koolzuur, dit laatste gas komt ook in de tusschenruimten van de vaste bestanddeelen des bodems voor, dat hier door ontleding van plantaardige en dierlijke stoffen gevormd wordt. Daar nu het koolzuur in water gemakkelijk oplosbaar is, zal dit laatste eene ruime hoeveelheid daarvan kunnen opnemen, dit van koolzuur voorziene water werkt oplossend op sommige bestanddeelen van de aardkorst, waartoe het koolzuurvrije water niet in staat zoude zijn; dit is o. a. het geval met koolzure kalk (krijt of marmer) CaCO_3 , een zout dat in koolzuurhoudend water oplosbaar is en zeer algemeen verspreid voorkomt, het is daarom dat wij dat zout in meerdere of mindere mate steeds in ons drinkwater vinden. Gemakkelijk is het, dit bestanddeel in het water aan te toonen: koken wij namelijk zulk water, dan wordt het opgeloste koolzuur weder uitgedreven (gassen zijn in

kokend water onoplosbaar) en het water wordt troebel, omdat de koolzure kalk nu niet meer opgelost kan blijven. Ditzelfde verschijnsel nemen wij somtijds waar, wanneer welwater gedurende eenige dagen in eene karaf blijft staan, tegen den binnenwand scheidt zich een huidje van koolzure kalk af, omdat ook door het staan aan de lucht, voornamelijk aan warme lucht, het water langzamerhand zijn koolzuur aan de lucht afstaat.

Verder komen in het water dikwijls nog stoffen voor, die gevormd worden bij de verschillende ontleding van plantaardige en dierlijke zelfstandigheden, die in den grond voorkomen; onder deze komen voornamelijk voor: ammonia (vliegende geest) NH^3 , salpeterigzuren zouten, bijv. KNO^2 , salpeterzuren zouten, zooals KNO^3 of salpeterzure kali en eindelijk verschillende koolstof bevattende stoffen, die met den gemeenschappelijken naam van *organische* stoffen worden bestempeld.

Al zulk water nu, dat in den bodem dringt en dat daarin zoo ver zakt tot dat het eene aardlaag ontmoet, die het water niet of moeielijk doorlaat, bijv. eene kleilaag, noemt men zakwater.

Dit water vloeit voor een groot gedeelte telkens weder af naar kanalen, beken, rivieren enz., om ten slotte naar zee gevoerd te worden; door deze watercirculatie wordt dus voortdurend eene groote quantiteit aan vaste stoffen naar zee gevoerd; het water verdampt opnieuw, valt in den vorm van regen, sneeuw of hagel op de oppervlakte der aarde, en na daaruit weder verschillende stoffen opgenomen te hebben, vloeit het naar den oceaan terug. Dat deze hoeveelheden nog al aanzienlijk zijn blijkt o. a. hieruit, dat de Rijn jaarlijks zooveel koolzure kalk naar zee toevoert, dat daarmede 333 millioen oesters hunne schalen kunnen bouwen.

Het zeewater heeft ook een veel hooger gehalte aan vaste stoffen, dit bedraagt per dm^3 van 6—38 gram, waarvan het keukenzout 5—30 gr. bedraagt.

De zouten, die in de zee voorkomen, nemen ongeveer een ruimte in gelijk aan zesmaal het volumen van de Alpen. De min of meer bittere smaak van zeewater is toe te schrijven aan de magnesiumzouten (Mg Cl^2 en Mg SO^4), die er in voorkomen.

Water dat veel kalk bevat wordt met den naam van *hard* water bestempeld. Indien het water gebruikt moet worden om te wasschen is hard water af te keuren, omdat de kalkzouten met de zeep eene onoplosbare verbinding vormen. Zeep bestaat grootendeels uit een zout, oliezure natron of oliezure kali, beide in water oplosbaar; wordt aan deze oplossing eene kalk- of ook magnesiumzoutoplossing toegevoegd, dan ontstaat in water onoplosbare oliezure kalk of oliezure magnesia, beide ongeschikt om vuil van de huid of van eenig weefsel te verwijderen; komt er dus veel kalk in het water voor, dan zal er ook veel zeep in onoplosbare kalkzeep veranderd worden en eerst nadat al de kalk in die onoplosbare verbinding veranderd is, zal de nieuw toegevoegde zeep in het water opgelost kunnen blijven, en het is alléén deze opgeloste zeep, welke eene reinigende werking bezit. Water waarin slechts eene zeer geringe hoeveelheid zeep opgelost is, heeft de eigenschap om bij schudding met lucht deze gedurende eenigen tijd in zijn verdeelden toestand in de vloeistof verdeeld te houden, welke men, zooals bekend is, schuim noemt.

Een eenvoudig middel om de hardheid van verschillende soorten van water onderling te vergelijken, berust nu op eene bepaling van de hoeveelheid eener zeepoplossing, die noodig is om met het water bij omschudding een blijvend, ten minste gedurende eenigen tijd blijvend, schuim te weeg te brengen.

Gesteld, wij hebben 5 soorten van water, waarvan wij van ieder 100 cm^3 in een fleschje brengen, dat met een stop kan gesloten worden en zoo groot is, dat het fleschje maar half gevuld is, dan laten wij bij ieder zoolang van eene zeepoplossing vloeien, totdat de vloeistof na schudding flink schuimt; indien wij dan van eene zelfde zeepoplossing respectievelijk 20—25—35—40 en 50 cm^3 hebben noodig gehad, dan zal het water n^o. 5 het hardste zijn.

Hard water is ook onbruikbaar voor het gaarkoken van groenten; de koolzure kalk zet zich dan op de groente af en belet het zacht worden daarvan.

Kalkzouten zijn het ook voornamelijk die den zoogenaamden ketelsteen in stoomketels vormen.

Water waarin weinig kalk en magnesiumzouten voorkomen, wordt zacht water genoemd.

Om het water van de in oplossing voorkomende vaste stoffen te bevrijden, moet het gedestilleerd worden. Onder eene destillatie van een vloeistof verstaat men, het door verwarming daarvan veranderen in damp, en dezen door afkoeling weder vloeibaar te maken. Wanneer wij nu water gaan koken,

wordt dit veranderd in waterdamp, terwijl de in oplossing voorkomende vaste stoffen niet vervluchtigen; koelt men dus dien damp af, dan zal dat water, z.g. gedestilleerd water, geen zouten meer opgelost kunnen bevatten. In het groot gebruikt men daartoe een destilleertoestel, zooals uit nevenstaande fig. 29 blijkt. Een groote met water gevulde metalen ketel, waaronder gestookt wordt, is van boven voorzien van een' zoogenaamden helm, die naar beneden is omgebogen en in verbinding staat met een gekronkelde metalen buis

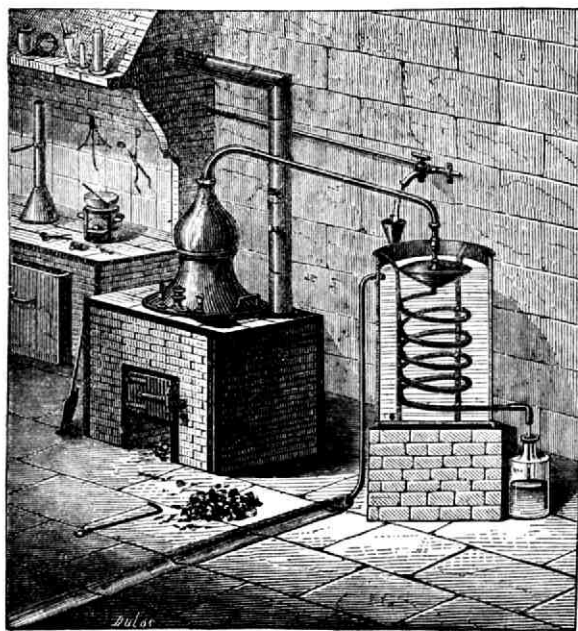


Fig. 29.

(slang), die zich bevindt in een vat, waardoor voortdurend koud water vloeit; uit deze slang droppelt dan de tot water verdichte damp.

§ 13. DE HALOGENEN.

Wij zullen nu eene groep van elementen behandelen, die onderling in eigenschappen zeer veel overeenkomst vertoonen, namelijk chloor, bromium, jodium en fluorium. De naam halogenen wil zeggen zoutvormers; deze elementen zijn namelijk in staat direct met metalen zouten te vormen, terwijl voor het ontstaan van andere zouten altijd een zuur noodig is, dat op een metaal of metaaloxid inwerkt. Het element fluorium is nog zeer weinig bekend, omdat het zoo gemakkelijk op andere stoffen inwerkt, dat er bijna geen toestellen te vervaardigen zijn, waarop het niet onmiddellijk inwerkt. Wij zullen met het meest in de natuur voorkomende beginnen.

Het Chloor. Cl. A.G. 35.5.

Dit element is onder gewone omstandigheden gasvormig, en komt in de natuur niet vrij, maar scheikundig gebonden aan enkele metalen voor, bijv.: NaCl, KCl en $MgCl^2$. In de grootste hoeveelheid komt het chloornatrium voor, dat in het dagelijksch leven meestal met den naam van zout of keukenzout wordt bestempeld. Om uit deze chloormetalen het chloor af te scheiden, maken wij eerst uit deze, chloorwaterstofzuur of zoutzuur, ook wel geest van zout genoemd. Dit zuur wordt gevormd wanneer wij een der bovengenoemde chloorverbindingen met zwavelzuur verwarmen; er heeft dan eene ontleding plaats, die door de volgende formule kan worden voorgesteld:



Het zoutzuurgas ontwijkt, en kan in water worden opgelost; de nevenstaande fig. 30 is voor de bereiding het best geschikt. In de kolf *A* wordt

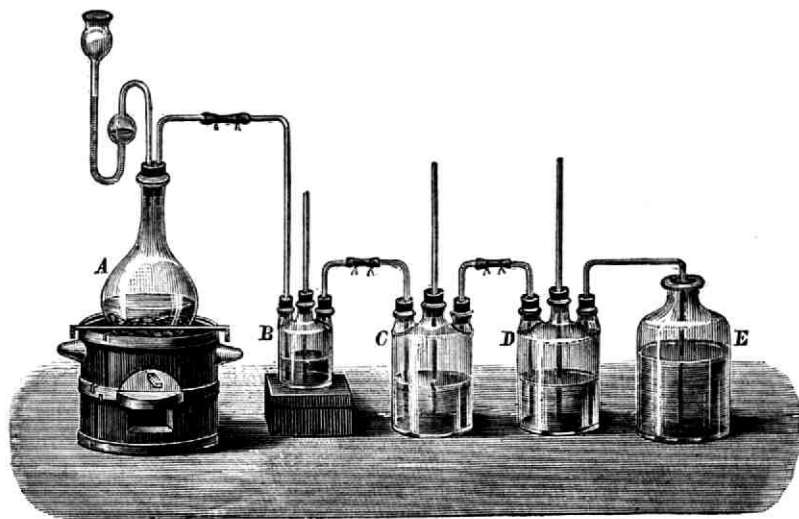


Fig. 30.

keukenzout met H^2SO^4 verwarmd, de omgebogen buis op de kolf dient als

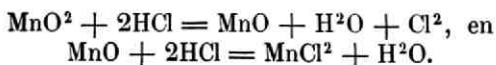
veiligheidsbuis; deze is noodig, omdat door de groote oplosbaarheid van zoutzuurgas in water bij eene vermindering van drukking in de kolf het water uit *B* in de kolf zou kunnen dringen, hetgeen nu onmogelijk is omdat dan door die buis lucht naar binnen kan dringen; het gas wordt in verschillende met elkaar verbonden flesschen geleid, waardoor eerst het water in *B*, dan in *C* en zoo vervolgens met zoutzuurgas wordt verzadigd. De oplossing van HCl in water is geheel kleurloos, het in den handel voorkomende zoutzuur is meestal geel gekleurd door sommige onzuiverheden, voornamelijk zijn dit ijzerzouten, die daaraan de gele kleur mededeelen.

Wanneer een cylinder, met zoutzuurgas gevuld, onder water geopend wordt, stijgt het water in dezen cylinder op alsof deze luchtledig was: zoodra het gas namelijk met water in aanraking komt lost het daarin gemakkelijk op en door de drukking van de dampkringslucht wordt dan het water omhoog gedreven. Men vult dien cylinder het gemakkelijkst door de aanvoerbuis van het zoutzuurgas tot op den bodem van den cylinder te brengen; het zoutzuurgas, dat zwaarder is dan lucht, verdringt dan langzamerhand deze laatste.

Het zoutzuur ontstaat voornamelijk als bijproduct bij de sodabereiding: het keukenzout, waaruit men de soda bereidt, wordt daarvoor eerst door zwavelzuur in zwavelzure natron veranderd en het vrijkomende zoutzuurgas in water opgelost.

Uit zoutzuur kan nu op verschillende wijzen chloor worden verkregen, bijv. door zoutzuur te ontleden door den galvanischen stroom, zie fig. 31; aan den eenen pool komt waterstof, aan den anderen chloor vrij en wel van beide gassen een even groot volumen; hieruit blijkt dus tevens, dat zoutzuur uit gelijke volumina chloor en waterstof is samengesteld.

Gemakkelijker kunnen wij chloor uit zoutzuur bereiden door dit met bruinsteen MnO_2 te verwarmen: een gedeelte van de zuurstof verbindt zich met de waterstof van het zoutzuur tot water, en het chloor ontwijkt, de terugblijvendemangaanzuurstofverbinding MnO werkt op eene nieuwe hoeveelheid zoutzuur in en vormt daarmede MnCl_2 en H_2O .



Het chloor is een zwaar, groengeel gas, dat nagenoeg alle kleurstoffen ontleedt, voornamelijk bij aanwezigheid van water; dit blijkt o. a. uit de volgende proef, zie fig. 32. Men leidt droog chloor (door zwavelzuur en chloorcalcium gedroogd) dat in *A* ontwikkeld

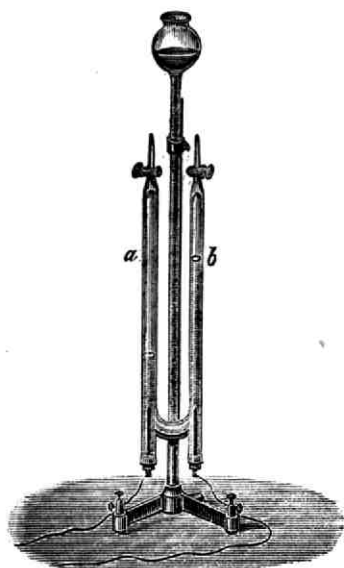


Fig. 31.

wordt in een cylinder, waarin verschillend gekleurde lapjes zijn opgehangen, de kleuren blijven dan bestaan; leidt men nu evenwel waterdamp door de

kolf B in dien cylinder, dan volgt de geheele ontkleuring zeer spoedig; de reden hiervan is deze: het chloor verbindt zich met de waterstof van den waterdamp tot HCl en de daardoor vrij wordende zuurstof oxideert de kleurstof.

Voor deze ontkleuringen wordt meestal gebruik gemaakt van chloorkalk of bleekpoeder; de bereiding hiervan is hoogst eenvoudig: men leidt namelijk chloorgas over gebluschte kalk, het chloor wordt dan met de kalk verbonden en is hieruit gemakkelijk weder vrij te maken, bijv. door overgieting met het een of andere zuur; men heeft de chloorkalk daarom wel met den naam van portatief chloor bestempeld. In de papierindustrie maakt men van chloorkalk gebruik om gekleurde linnen te ontkleuren, ook wordt chloorkalk wel gebruikt voor het bleeken van linnen, beter is het evenwel dit door lucht en water te bewerkstelligen, het is dan de ozone van de lucht, die de ontkleuring veroorzaakt; wordt echter chloorkalk daarvoor aan-

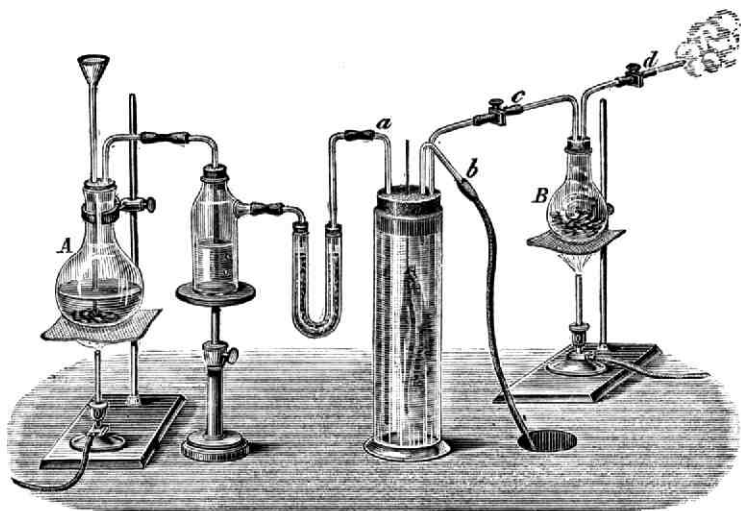


Fig. 32.

gewend, dan moet eene verdunde oplossing worden gebruikt en na de ontkleuring moet de chloorkalk zoo volkomen mogelijk uit het linnen verwijderd worden, door het met veel water te spoelen of door eene oplossing van in den handel voorkomend *antichloor*, meestal eene oplossing van zwaveligzure natron ¹⁾; de terugblijvende chloorkalk tast namelijk langzamerhand ook de vezel aan.

Het chloorgas verbindt zich direct met een groot aantal stoffen, zoo bijv. verbrandt natrium, antimonium, zwavel, phosphorus enz. met een sterk lichtverschijnsel in met chloor gevulde cylinders; ook zijn bladkoper verbrandt in chloor. Zink, tin of ijzer bij temperatuursverhooging met chloor te zamen komende, geeft ook verbinding van beide. Een waterstofvlam in een cylinder met chloorgas gebracht, blijft doorbranden, er ontstaat dan zoutzuurgas en de

¹⁾ De werking van dit antichloor zal later verklaard worden.

kleur van de vlam wordt min of meer groen. Organische wezens worden ook door chloor aangetast; bij inademing werkt het ontledend op het longweefsel; ook wordt het veel tot ontsmetting gebruikt. Vele besmettelijke ziekten toch kunnen voortgeplant worden door kiemen van laag ontwikkelde organismen, z.g. bacteriën, die door chloor onschadelijk kunnen gemaakt worden.

Een mengsel van chloor en waterstof draagt den naam van zoutzuurknaalgas, omdat de verbinding van beide met ontploffing gepaard gaat, evenals bij knaalgas uit waterstof en zuurstof.

Wanneer chloor in eene warme oplossing van sterke kaliloog geleid wordt, dan scheiden zich na eenigen tijd kleine kristalletjes van chloorzure kali KClO^3 af, een zout, dat wij vroeger gebruikt hebben voor de bereiding van zuurstof. Door chloorzure kali met sterk zoutzuur te verwarmen ontstaat chloorgas, de zuurstof van de chloorzure potasch verbindt zich met de waterstof van het zoutzuur tot water en het chloor komt vrij.



§ 14.

Bromium komt, met natrium en magnesium verbonden, in geringe hoeveelheid in het zeewater voor; men bereidt het uit de moederloog van het zeewater; men verstaat hieronder de vloeistof die terug blijft wanneer door eene ver voortgezette verdamping het grootste gedeelte van het keukenzout zich in den vorm van kristallen heeft afgezet. Uit deze moederloog waarin o. a. NaBr en MgBr^2 voorkomen, wordt door zwavelzuur en bruinsteen het bromium vrij gemaakt; eerst ontstaat uit het NaBr met H^2SO^4 broomwaterstofzuur, dat door de zuurstof van de bruinsteen geoxideerd wordt op dezelfde wijze als bij de bereiding van chloor; bruinroode dampen ontwijken, die door afkoeling in eene donkerbruine vloeistof overgaan.

Het bromium wordt gebruikt als desinfectiemiddel en ook voor de bereiding van broomkalium KBr , een geneesmiddel, dat eene uitgebreide toepassing vindt.

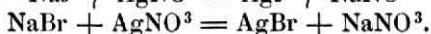
§ 15.

Jodium wordt verkregen uit de asch van zee- en strandplanten; deze nemen uit het zeewater de jodiumverbindingen op, die daarin in zeer geringe hoeveelheid voorkomen. De bereiding is geheel overeenkomstig aan die van bromium en chloor, de violette dampen, die bij de bereiding ontwijken, vormen bij bekoeling zwarte metaalglanzende plaatjes. Jodium is weinig oplosbaar in water, gemakkelijk lost het op in alcohol; de bruine oplossing is in de apotheek bekend onder den naam van tinctuur van jodium, in chloroform en zwavelkoolstof lost het met een violette kleur op. Gekookte stijfsel wordt, mits koud, door jodium blauw gekleurd, een middel dat veel gebruikt wordt om vrij jodium aan te toonen. Eene verbinding van jodium met kalium, het jodkalium KJ wordt in de geneeskunde veel gebruikt; om hierin het jodium aan te toonen, door stijfsel of door chloroform, moet daaruit eerst het jodium worden afgescheiden, wat het best geschiedt door toevoeging van een

weinig chloorwater, eene oplossing van chloor in water; het chloor verbindt zich dan met kalium, en jodium wordt vrij.



In water oplosbare verbindingen van Cl, Br en Jd, bijv. de natriumverbindingen NaCl, NaBr en NaJ geven met eene oplossing van salpeterzuur-zilver $AgNO^3$ eene in water en in zuren onoplosbare verbinding van zilver met het halogeen, bijv.:



Het AgCl lost gemakkelijk op in ammonia, AgBr moeilijker, en AgJ is nagenoeg onoplosbaar en ziet geel van kleur, terwijl de beide anderen wit zijn.

Het Fluorium komt in de natuur voornamelijk aan calcium verbonden voor als $CaFl^2$. De eigenschappen van het fluorium zijn zeer slecht bekend, omdat er nagenoeg geen toestellen vervaardigd kunnen worden waarop het fluorium niet inwerkt. De verbinding van Fluorium met waterstof HFl is echter zeer goed bekend en wordt veel gebruikt om op glas te etsen. Men doet dit het best op de volgende wijze (zie fig. 33): eene glazen plaat is

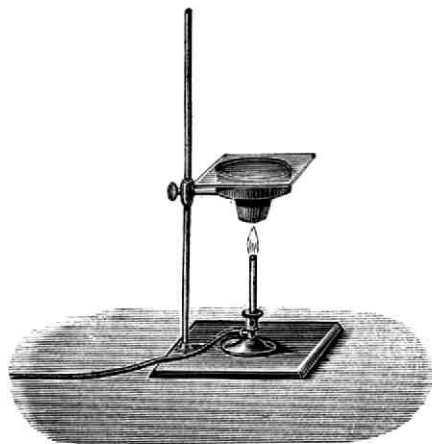


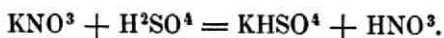
Fig. 33.

aan de eene zijde geheel met was bestreken en in dit was wordt de eene of andere teekening aangebracht, waardoor het was plaatselijk verwijderd wordt en dus het glas onbedekt is; dit glas stelt men nu bloot aan de dampen van HFl, die ontwikkeld worden in het daaronder geplaatst looden bakje, waarin vloeispath $CaFl^2$ met zwavelzuur zwak verwarmd wordt; het fluorium verbindt zich dan met het kiezel (een der bestanddeelen van het glas), welke verbinding gasvormig ontwijkt en dus op het glas eene blijvende verandering teweeg brengt. Neemt men nu het was weg dan is de teekening in het glas geëtsd. Men maakt hiervan veel gebruik om verdeelingen op glazen buizen enz. aan te brengen.

§ 16. SALPETERZUUR. HNO^3 .

Dit zuur komt niet in vrijen toestand in de natuur voor, maar wel vindt men op sommige plaatsen aanzienlijke hoeveelheden salpeterzure zouten; zoo komt in Chili eene groote hoeveelheid salpeterzure natron $NaNO^3$, in Bengalen salpeterzure kali KNO^3 voor. Uit deze zouten kan het salpeterzuur, ook wel sterkwater genoemd, bereid worden door verwarming met zwavelzuur, zie fig. 34; het salpeterzuur destilleert over en de zwavelzure natron,

die gevormd wordt, blijft in de retort terug. De volgende formule zal dit nog duidelijker maken.



Het zuivere salpeterzuur is eene sterk zure kleurlooze vloeistof, die bij sterkere verhitting gemakkelijk ontleedt in zuurstof, water en een bruinrooden damp NO^2 , stikstofdioxid genoemd. Deze ontleding geeft eene verklaring van eene der voornaamste werkingen van het salpeterzuur, en wel van zijn oxideerend vermogen; een tal van stoffen, bijv. bijna alle metalen, worden door dit zuur geoxideerd; zoo wordt tin in tinoxid, koper in koperoxid, kwik in kwikoxid, zilver in zilveroxid enz. enz. veranderd. De meeste metaaloxiden nu behooren tot de basen of loogen: vandaar dat zij met de overmaat van salpeterzuur een salpeterzuur zout vormen. Bij de oxideerende werking

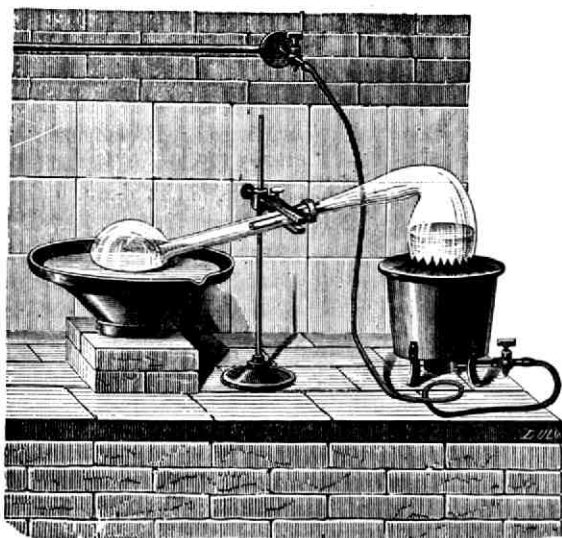
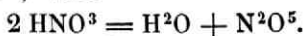
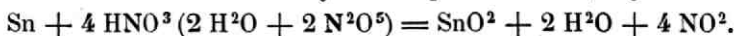


Fig. 34.

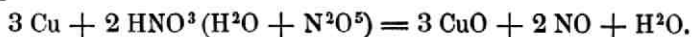
van het salpeterzuur wordt meestal de waterstof met een deel van de zuurstof tot water verbonden en de terugblijvende verbinding staat voor een gedeelte zuurstof af. Wij beschouwen daarom het salpeterzuur als eene verbinding van H^2O en N^2O^5 , want



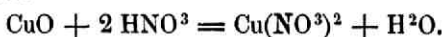
De verbinding, die van een zuur overblijft wanneer daaraan al de waterstof met de noodige zuurstof om water te vormen ontnomen wordt, noemt men zijn anhydrid; N^2O^5 is dus het anhydrid van salpeterzuur. Het hangt nu voornamelijk van de stof af die op het salpeterzuur inwerkt, hoeveel zuurstof die groep N^2O^5 afstaat; bij inwerking op tin bijv., staat deze slechts 1 atoom O af en er ontwijken dampen van NO^2 , bijv.:



Op koper inwerkende staat het 3 at. O af.



Het koperoxid CuO is eene basisch oxid en vormt met nog onontleed salpeterzuur een zout:



Alleen goud en platinum worden door salpeterzuur niet aangetast. Eene

oplossing van indigo wordt door salpeterzuur ontkleurd; zijde en ook de dierlijke huid wordt daardoor geel gekleurd.

Het stikstofoxid wordt het best verkregen door inwerking van verdund salpeterzuur (gelijke deelen salpeterzuur en water) op koper, zie fig. 35; het is een kleurloos gas, dat met de lucht in aanraking gebracht onmiddellijk bruin wordt, omdat het stikstofoxid dan met zuurstof eene hoogere zuurstofver-

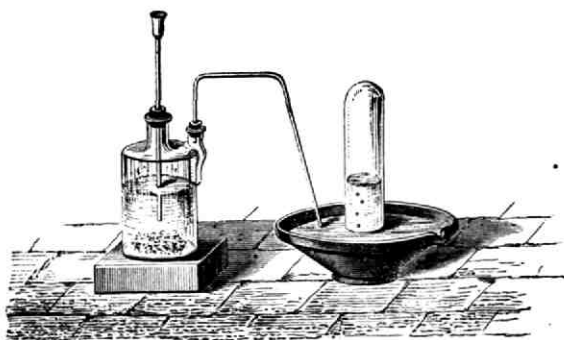


Fig. 35.

binding vormt: het stikstofdioxid NO^2 . Het stikstofoxid onderhoudt de verbranding van een lucifer of kaars niet, sterk verwarmde phosphorus brandt daarin evenwel met een sterk licht door, ook de damp van zwavelkoolstof met stikstofoxid gemengd, verbrandt gemakkelijk met een verblindend licht, zoo- dra het met een brandend voorwerp in aanraking komt (dit licht kan zon-

licht vervangen bij het maken van photographieën).

Eene nog lagere zuurstofverbinding van stikstof dan stikstofoxid is stikstof-oxidul N^2O , een gas, dat om zijn eigenaardige werking op het menschelijk lichaam ook wel vroolijkmakend of dronkenmakend gas wordt genoemd; bij kleine operaties wordt het wel als bedwelgings- of verdoovings-middel aangewend. Het wordt verkregen door het ammoniumzout van salpeterzuur te

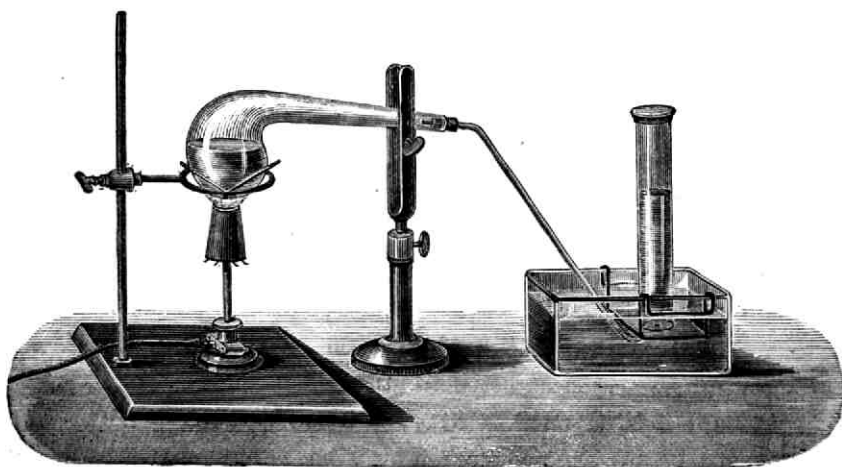


Fig. 36.

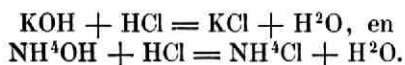
verhitten; dit is samengesteld NH^4NO^3 en geeft bij verhitting N^2O en water $\text{NH}^4\text{NO}^3 = \text{N}^2\text{O} + 2\text{H}^2\text{O}$.

Dit gas onderhoudt de verbranding zoo sterk, dat zelfs een gloeiende zwavelstok te midden van dit gas onmiddellijk met vlam verder brandt; ook zwavel en phosphorus verbranden gemakkelijk, wanneer zij aangestoken in dit gas worden gebracht. De bereiding heeft het best plaats in eene retort, zie fig. 36.

§ 17. AMMONIA. NH^3 .

Eene oplossing van dit gas in water is in het dagelijksch leven meer bekend onder den naam van »vliegende geest" of »geest van salmiak"; het ammoniagas ontstaat bij rotting van stikstofhoudende organische stoffen. In groote hoeveelheid wordt het als nevenprodukt verkregen bij de bereiding van steenkolengas; de door verhitting der steenkolen, bij afsluiting van lucht, ontwikkende gassen worden, na van het teer (waarover later) door afkoeling bevrijd te zijn, door water geleid; hierin lost het ammoniagas op, terwijl het eigenlijke lichtgas daarin onoplosbaar is. Deze oplossing wordt meestal gaswater genoemd. Om uit het gaswater, waarin behalve ammonia o. a. ook koolzuur, zwavelwaterstof en teerachtige stoffen voorkomen, eene zuivere ammoniaoplossing te bereiden, wordt het gaswater met gebluschte kalk verhit, de ammonia ontwijkt dan gasvormig en de overige bestanddeelen blijven met de kalk terug; het ontwikkende gas wordt dan in koud water geleid.

De ammonia behoort even als KOH en NaOH tot de loogen; het is evenwel niet eene verbinding van een metaal met de groep OH, maar eene verbinding van de groep NH^4 met OH. Deze verbinding NH^4OH ontleeft zeer gemakkelijk in NH^3 en H_2O ; bij verhitting ontwijkt bijv. NH^3 . De ammonia vormt, even als andere loogen, met zuren, zouten en tegelijkertijd water, bijv.:



De waterstof in het zuur wordt dus vervangen door het metaal of bij ammonia door NH^4 van de loog, terwijl de verplaatste waterstof met de OH groep water vormt; ook met zwavelzuur, salpeterzuur enz. vormt ammonia op eene dergelijke wijze als met zoutzuur zouten. De zoutzure ammoniak wordt gewoonlijk salmiak of chloorammonium genoemd en ontstaat door eene ammoniaoplossing met zoutzuur te vermengen en daarna tot droog toe te verdampen; op eene dergelijke wijze worden ook de overige ammoniumzouten verkregen. Uit salmiak en ook uit de overige ammoniumzouten kan nu gemakkelijk de ammonia weder worden vrijgemaakt, door bijv. eene oplossing van KOH met eene salmiakoplossing (of eene oplossing van een ander ammoniumzout) te verwarmen.



Het gas dat ontwijkt is evenwel NH^3 ; de bereiding heeft het best plaats zooals blijkt uit fig. 37. De salmiak wordt dan niet met kaliloog maar met gebluschte kalk (kalkloog) verwarmd; het eerste fleschje dient om het gas

te wasschen, terwijl de volgende flesschen met water gevuld en achtereenvolgens verzadigd worden; alle flesschen zijn van veiligheidsbuizen voorzien.

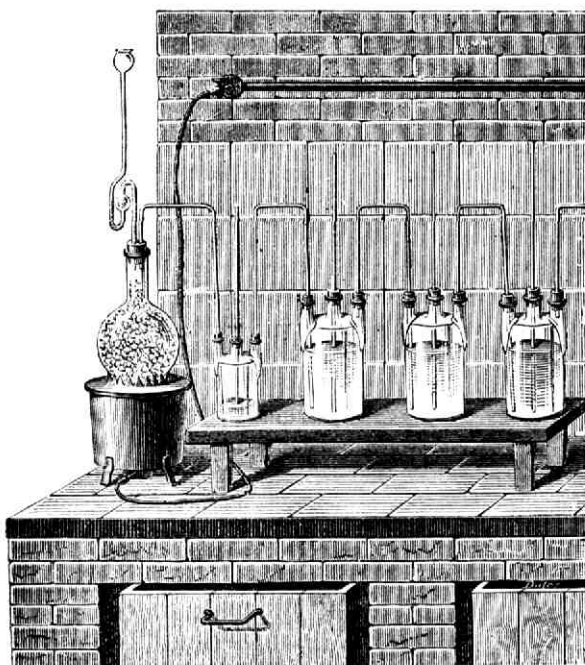


Fig. 37.

Ammonia is een kleurloos, sterk prikkelend en in water hoogst gemakkelijk oplosbaar gas; van deze laatste eigenschap overtuigt men zich gemakkelijk door eene flesch, met ammoniagas gevuld, onder water te openen, zie fig. 38; het water dringt dan in de flesch alsof zij luchtledig ware gemaakt.

Eene ammonia-oplossing in water wordt door den galvanischen stroom ontleed in waterstof en stikstof; wanneer

deze ontleding in nevenstaand toestel, fig. 39, plaats heeft, dan komt in de eene buis waterstof en in de andere stikstof en wel op 3 ruimte-deelen waterstof 1 ruimte-deel stikstof.

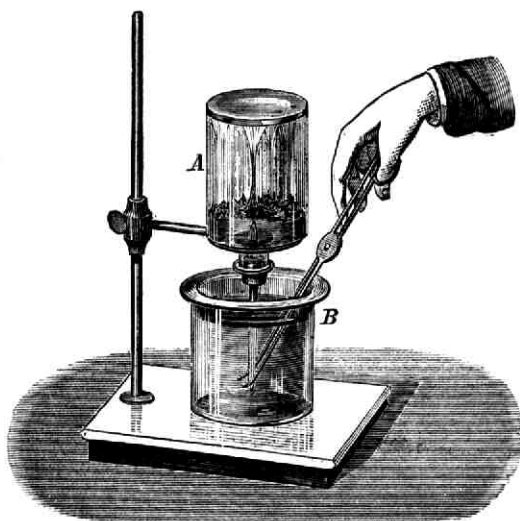


Fig. 38.

Stikstof vormt met chloor en ook met jodium gemakkelijk voor ontleding vatbare verbindingen; de laatste is zonder gevaar te bereiden door fijn gewreven jodium met ammonia te overgieten; de waterstof verbindt zich met jodium en de vrij wordende stikstof vormt met nog onveranderd jodium de verbinding NJ^3 ; door fil-

treeren wordt de joodstikstof van de vloeistof gescheiden. Laat men nu kleine hoeveelheden hiervan op stukjes papier drogen, dan is later eenvoudige aanraking voldoende om de verbinding onder ontploffing te ontleden.

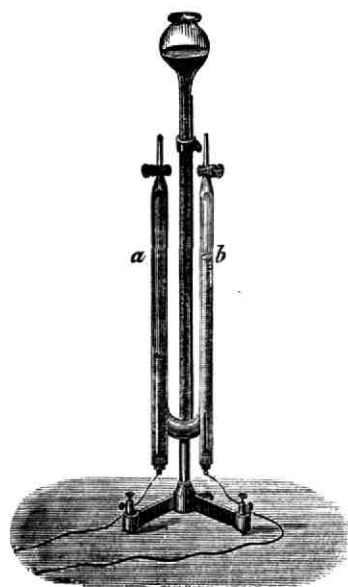


Fig. 39.

§ 18. ZWAVEL. (S.)

De zwavel komt in groote hoeveelheid onverbonden in de natuur voor, voornamelijk in vulcanische streken; zoo levert bijv. Sicilië jaarlijks eene aanzienlijke hoeveelheid. De zwavel wordt uit het omringende gesteente uitgesmolten en voor verdere zuivering aan eene destillatie onderworpen.

Ook vinden wij de zwavel scheikundig gebonden met vele metalen; van de meeste zware metalen komen zwavelverbindingen voor, bijv. eene verbinding van zwavel met ijzer FeS^2 (Pyriet), zwavel en lood PbS (loodglans), zwavel en zilver Ag^2S , zwavel en kwikzilver HgS (Cinnaber), zwavel en koper Cu^2S , enz. Behalve pyriet wordt geen

dezer verbindingen voor de bereiding van zwavel in de industrie gebruikt. Uit pyriet kan men een deel van de zwavel afscheiden door deze aan eene hooge temperatuur bloot te stellen bij afsluiting van lucht.

Zwavel komt verder voor in de in zeewater voorkomende zwavelzure natron Na^2SO^4 en in enkele mineralen, zoo bijv. in gips CaSO^4 en zwaarspath BaSO^4 . Eindelijk vormt zij een bestanddeel van alle eiwitstoffen, zoowel zij die van het dierenrijk alsook die, welke van het plantenrijk afkomstig zijn. De zwavel is bros, gemakkelijk oplosbaar in zwavelkoolstof en in terpentijn; uit deze oplossing scheidt zich bij verdamping de zwavel in kristallen af. De zwavel smelt bij 111°C . tot eene geel gekleurde, gemakkelijk bewegelijke vloeistof; bij verdere verhitting (het gemakkelijkst uit te voeren in een droog reageerbuisje) wordt de vloeistof zeer dikvloeibaar en bij 420°C . kookt zij. Wordt deze sterk verhitte zwavel nu plotseling afgekoeld, door deze bijv. in koud water te gieten, dan verkrijgt men plastische, kneedbare zwavel. Na eenigen tijd gaat zij weder in gewone gekristalliseerde zwavel over.

Bij verbranding van zwavel ontstaat een kleurloos, prikkelend gas, zwaveligzuur SO^2 genoemd, dat op vele kleurstoffen bleekend werkt, voornamelijk op de gele kleurstof in stroo, zijde en wol; de bleeking ontstaat, doordat de kleurstof zich met het zwaveligzuur verbindt en deze verbinding kleurloos is; verliest de verbinding het zwaveligzuur weër, bijv. door eene langdurige aanraking met de lucht, dan komt de oorspronkelijke kleur weder te voorschijn. Aan vruchtensappen, die gedurende langen tijd bewaard moeten worden, wordt ook dikwijls eene geringe hoeveelheid zwaveligzuur toegevoegd, die daarin oplost en de gisting van het sap tegengaat. Men

brengt voor dat doel brandende zwavel in de flesch; de hierin voorkomende zuurstof verbindt zich met een gedeelte der zwavel en wordt daardoor gedeeltelijk met zwaveligzuur gevuld; zoodra nu het sap hierin wordt geschonken, lost het zwaveligzuur daarin op. (In den laatsten tijd wordt voor ditzelfde doel ook salicylzuur gebruikt.)

De bereiding van zwaveligzuur heeft gewoonlijk op eene andere wijze plaats; men gebruikt daarvoor zwavelzuur of vitriool H^2SO^4 ; indien hieraan een gedeelte der zuurstof ontnomen wordt, kan het overgaan in H^2SO^3 , dat gemakkelijk ontleedt in H^2O en SO^2 . Deze onttrekking van zuurstof kan op verschillende wijze plaats hebben, bijv. door verwarming met koper, zie fig. 40; dit wordt bij koking door de zuurstof van het zwavelzuur tot CuO

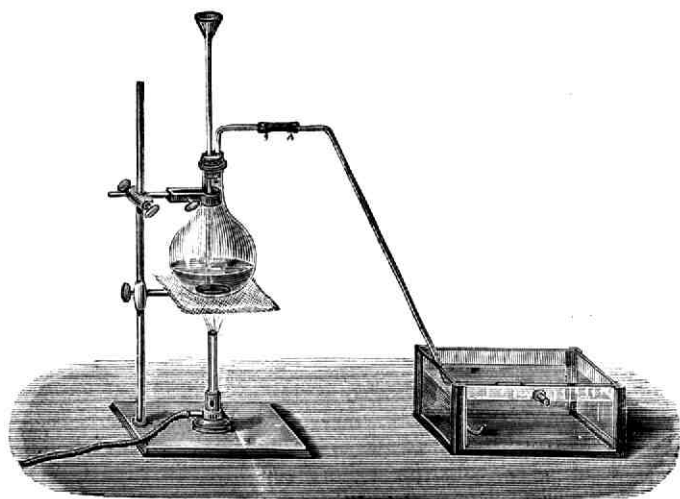


Fig. 40.

geoxideerd, terwijl het zwavelzuur overgaat in H^2SO^3 ; dat in H^2O ontleedt en SO^2 volgens onderstaande formule:

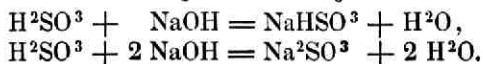


Het gevormde CuO werkt op nog onontleed zwavelzuur en vormt zwavelzuurkoper en water.

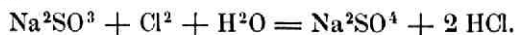


In plaats van koper kan men ook zwavel, houtskool, lood, kwikzilver of zilver gebruiken; het gas moet boven kwik opgevangen worden, omdat het in water sterk oplosbaar is. Het onderhoudt de verbranding niet, vandaar het gebruik van zwavel bij het blusschen van een schoorsteenbrand; op het vuur worden eenige stukjes zwavel verbrand, het gevormde zwaveligzuur stijgt omhoog en vult den geheelen schoorsteen; het brandende roet wordt dan door gebrek aan *vrije* zuurstof langzamerhand uitgedoofd.

Het zwaveligzuur vormt met loogen zouten bijv.:



Zwaveligzure zouten worden in waterige oplossing door chloor of door chloorkalk geoxideerd tot zwavelzure zouten, terwijl het chloor daarbij in zoutzuur overgaat.



Deze werking verklaart het gebruik van zwaveligzure zouten als z.g. *antichloor*, zie bldz. 36.

Eene andere zuurstofverbinding van zwavel is samengesteld SO^3 , zwaveltrioxid genaamd. Deze verbinding kan gemaakt worden door droog SO^2 (door zwavelzuur gedroogd) en zuurstof door eene verwarmde buis te leiden, die gevuld is met fijn verdeeld platinum, zie fig. 41; door *b* wordt zuurstof in het fleschje met H^2SO^4 geleid, *e* is gevuld met puimsteen, die met H^2SO^4

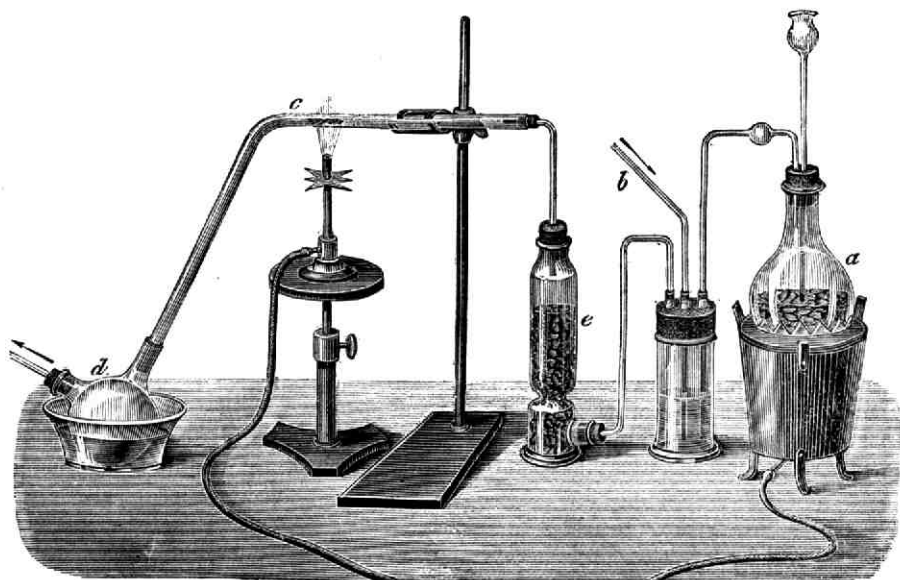
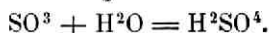


Fig. 41.

bevochtigd is, het platinum is na de bereiding van SO^3 onveranderd gebleven, het zwaveltrioxid is bij de gewone temperatuur eene witte vaste stof. Het verbindt zich hoogst gemakkelijk met water tot H^2SO^4 zwavelzuur, in het dagelijksch leven meer vitriool genoemd.



De bereiding van dit zuur heeft in het groot op de volgende wijze plaats. Op een vuurhaard wordt zwavel of ook wel pyriet verbrand; het hierbij gevormde SO^2 wordt geleid in groote ruimten, kamers genoemd, die geheel uit lood vervaardigd zijn en gewoonlijk ten getale van 4—5 met elkaar door looden buizen in gemeenschap staan; in de tweede kamer laat men op schalen van gebakken klei voortdurend salpeterzuur droppelen, terwijl tevens in iedere kamer aanvoerpijpen voor stoom zijn aangebracht.

Het SO^2 wordt nu door het salpeterzuur geoxideerd tot SO^3 , dat met den

ingevoerden stoom zwavelzuur H^2SO^4 vormt. De oxidatie heeft op de volgende wijze plaats:



Het gevormde NO^2 geeft met het aanwezige water op nieuw salpeterzuur en stikstofoxid.



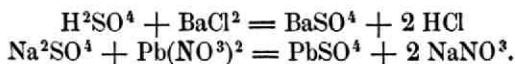
Dit salpeterzuur kan weder eene nieuwe hoeveelheid SO^2 tot SO^3 oxideeren en het NO neemt zuurstof uit de in de kamers aanwezige lucht op en verbindt zich daarmede tot NO^2 , dat door water op dezelfde wijze als boven ontleed wordt; hieruit blijkt dus, dat wanneer er maar voortdurend zuurstof in de looden kamers aanwezig is, er geen nieuwe hoeveelheid salpeterzuur behoeft toegevoegd te worden; in de werkelijkheid is dit echter niet het geval, want na eenigen tijd zal de zuurstof verbruikt en de stikstof alleen maar zijn overgebleven; de stikstof moet dan uit de kamers verwijderd en door nieuwe lucht vervangen worden. Bij deze vernieuwing worden behalve stikstof natuurlijk ook de aanwezige stikstof-zuurstofverbindingen (NO en NO^2) verwijderd.

Het op deze wijze verkregen zwavelzuur wordt uit de kamers afgetapt en eerst in looden pannen ingedampt om het aanwezige water te verwijderen, terwijl de laatste hoeveelheid water uitgedreven wordt door verwarming in retorten van platinum, omdat dit sterkere zuur het lood te veel zou aantasten.

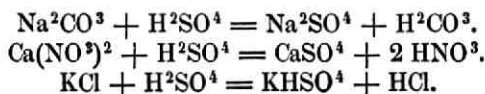
Zwavelzuur verbindt zich gemakkelijk met water, vandaar het gebruik van die vloeistof bij het drogen van gassen; niet alleen verbindt het zich met water, maar ook onttrekt het aan verbindingen, waarin waterstof en zuurstof voorkomen, deze elementen in de verhouding waarin zij in water voorkomen, zoo bijv. wordt zetmeel, suiker, papier enz. zwart, wanneer het met sterk H^2SO^4 in aanraking komt; alle drie bestaan uit koolstof, waterstof en zuurstof. Nu worden de beide laatste elementen in meerdere of mindere mate aan de verbinding onttrokken en de terugblijvende koolstofrijkere stof kleurt het zwavelzuur zwart.

Het zwavelzuur werkt op vele andere stoffen ontledend, bijv. op de eiwitstoffen en het slijm, die o. a. in raapolie voorkomen, terwijl de olie zelve daardoor niet wordt aangetast: vandaar dat raapolie meestal door zwavelzuur gezuiverd wordt; de gezuiverde olie wordt patentolie genoemd.

Zwavelzuur of in water oplosbare zwavelzure zouten vormen met een opgelost baryum- of lood-zout een in water en in zuren onoplosbaar zwavelzuurzout.



Van deze eigenschap kan gebruik worden gemaakt om zwavelzuur of oplosbare zwavelzure zouten op te sporen. Het zwavelzuur is een zeer sterk zuur en ontleedt daarom de meeste zouten die van andere zuren zijn afgeleid, bijv.:



§ 19. ZWAVELWATERSTOF. H^2S .

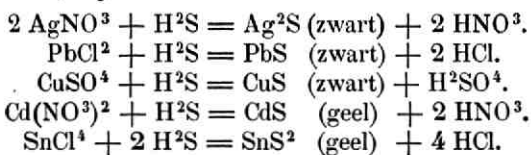
Deze verbinding kan gemaakt worden door waterstof over verhitte zwavel te leiden; eene betere bereidingswijze is evenwel, zwavelijzer FeS met verdund zwavelzuur of zoutzuur te overgieten; men gebruikt daarvoor het best hetzelfde toestel, dat wij gebruikt hebben voor de bereiding van waterstofgas, zie fig. 18.

Zwavelijzer wordt verkregen door sterk verhitte ijzeren platen met stukjes zwavel in aanraking te brengen. De ontleding van FeS door verdund H^2SO^4 heeft op de volgende wijze plaats:



Dit gas is kleurloos, bezit een hoogst onaangename reuk en is tevens min of meer vergiftig. Het ontstaat o. a. ook bij de rotting van (bedorven eieren) eiwitstoffen.

Het H^2S bezit eene eigenaardige werking op de meeste zware metaalzouten; hierbij wordt meestal eene onoplosbare verbinding gevormd van het metaal met zwavel; deze zijn meest zwart van kleur, ofschoon ook anders gekleurde voorkomen, bijv.:



Al deze zwavelmetalen zijn in verdunde zuren onoplosbaar; andere zijn in verdunde zuren oplosbaar, bijv. FeS , MnS en ZnS .

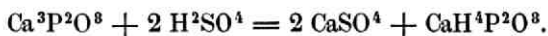
§ 20. PHOSPHORUS. P.

Phosphorus komt niet in vrijen toestand in de natuur voor, maar wel in verbinding met calcium en zuurstof, samengesteld $\text{Ca}^3\text{P}^2\text{O}^8$: phosphorzure kalk; het is in de Mineralogie bekend onder de namen phosphoriet en apatiet. Diezelfde verbinding vormt ook het voornaamste bestanddeel van de beenderen der gewervelde dieren; behalve phosphorzure kalk komt daarin ook voor koolzure kalk en verder een eigenaardig koolstofbevattend weefsel, dat bij verbranding geheel in vluchtige verbindingen overgaat en bij koking met water lijm vormt, vandaar de naam van lijmgevend weefsel, die daarvoor gebezigd wordt. Uit beenderen wordt gewoonlijk de phosphorus bereid; deze worden eerst gebrand onder toetreding van lucht, waardoor het lijmgevend weefsel in gasvormige verbindingen verandert en alleen phosphorzure en koolzure kalk overblijft. Het terugblijvende wordt eerst behandeld met zwavelzuur en water; de koolzure kalk verandert daardoor onder ontwikkeling van koolzuur in zwavelzure kalk, die als onoplosbare stof op den bodem bezinkt.

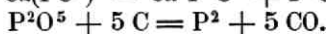
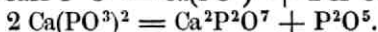
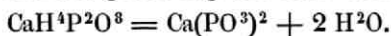


Aan de phosphorzure kalk wordt door het zwavelzuur een gedeelte van

het calcium onttrokken, dat door de waterstof van het zwavelzuur wordt verplaatst.



Het CaSO^4 scheidt zich als onoplosbare stof af en de bovenstaande vloeistof bevat $\text{CaH}^4\text{P}^2\text{O}^8$. Deze oplossing wordt, na toevoeging van eene voldoende hoeveelheid houtskool uitgedampt, tot ze droog is; deze gedroogde massa wordt nu sterk verhit in retorten van gebakken klei; de hierbij ontwikkende phosphorusdampen worden opgevangen in gedeeltelijk met water gevulde potten. De volgende formules geven nog een beter denkbeeld van de bereiding:



De op deze wijze verkregen phosphorus wordt, na gezuiverd te zijn, gewoonlijk in den vorm van pijpen in den handel gebracht. Men moet den phosphorus altijd van de lucht afgesloten bewaren, omdat hij zich reeds bij de gewone temperatuur met de zuurstof der lucht verbindt; men bewaart daarom den phosphorus meestal onder water, waarin hij onoplosbaar is.

De phosphorus behoort tot de hevigste vergiften, hij is gemakkelijk oplosbaar in zwavelkoolstof; indien met deze oplossing een stuk filtreerpapier gedrenkt wordt, verdampt de zwavelkoolstof en de phosphorus blijft in zeer fijn verdeelden toestand terug; na eenige oogenblikken zien wij phosphorus

en papier verbranden; een gewoon stuk phosphorus verbindt zich ook direct met de zuurstof van de lucht; deze verbinding gaat altijd gepaard met een zacht groen lichtverschijnsel, dat in het donker zeer goed is waar te nemen. Het lichten heeft alleen plaats wanneer de phosphorus zich met zuurstof verbindt; in eene zuurstofvrije ruimte licht de phosphorus niet. De ontbrandingstemperatuur in lucht ligt bij ongeveer 60°C ., vandaar dat men phosphorus onder water kan verbranden; men brengt daarvoor in een reageerbuisje, zie fig. 42, dat gedeeltelijk met water gevuld is, eenige stukjes phosphorus en plaatst het in

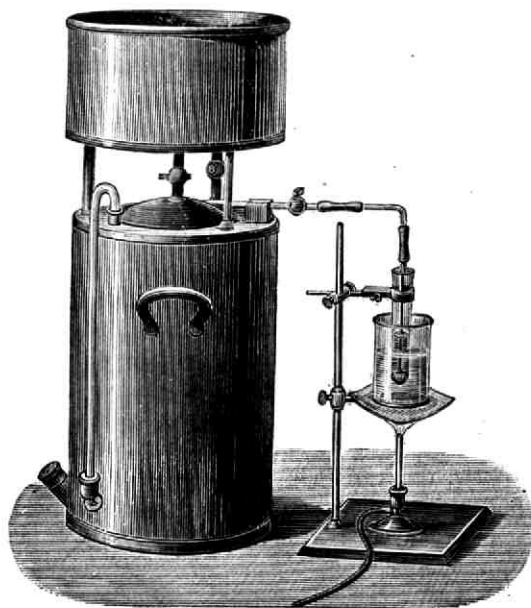


Fig. 42.

een met water gevuld bekerglaasje, dat verwarmd wordt (het bekerglas dient om, indien het glazen buisje springt, den brandenden phosphorus op te

vangen); zoodra het water voldoende verwarmd is wordt uit een gashouder zuurstof met den phosphorus in aanraking gebracht; de verbranding heeft dan even goed plaats als in de lucht.

Wanneer de phosphorus, van de lucht afgesloten, gedurende eenigen tijd tot ongeveer 226° verhit wordt, zoo bijv. als door fig. 43 wordt duidelijk gemaakt, dan verandert de gele in rood gekleurden phosphorus. De retort *A*, waarin de gele phosphorus voorkomt, wordt door middel van een omgebogen glazen buis, die in kwik uitmondt, van de lucht afgesloten en om de lucht uit de retort te verwijderen wordt daardoor eerst een flinke stroom van koolzuur geleid, daarna wordt de retort in een z.g. oliebad (een metalen bakje, dat met olie of met paraffine gevuld is) verhit. Na eenigen tijd is de gele grootendeels in rooden phosphorus veranderd, de gele die nog in geringe hoeveelheid onveranderd aanwezig is, wordt daaraan onttrokken door na bekoeling de massa met zwavelkoolstof te overgieten, waarin de gele alléén oplost. Roode phosphorus is niet vergiftig en verbrandt veel moeilijker aan de lucht dan gele phosphorus; toch is de

roode zeer goed te gebruiken voor het maken van lucifers, zooals tegenwoordig ook bijna uitsluitend het geval is; indien toch roode phosphorus met chloorzure potasch zelfs aan eene zeer zachte wrijving wordt blootgesteld, dan volgt onmiddellijk verbranding. (Voor deze proef slechts *zeer weinig* phosphorus te nemen).

Phosphorus vormt met zuurstof twee verschillende verbindingen; bij beperkten luchttoevoer en zachte verwarming ont-

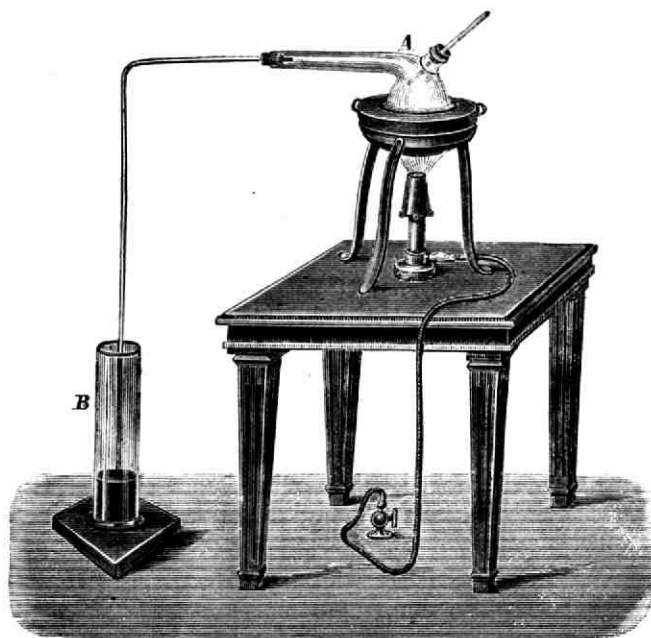
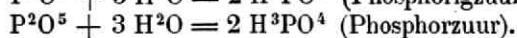
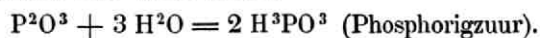
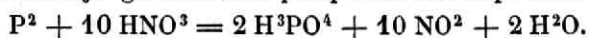


Fig. 43.

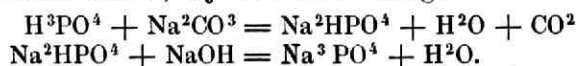
staat P^2O^3 (phosphortrioxyd), bij hoogere temperatuur P^2O^5 (phosphorpentoxid); beide oxiden vormen met water zuren:



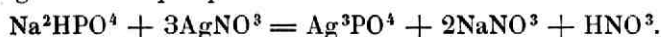
Van beide zuren worden op de gewone wijze zouten gevormd. Het phosphorzuur wordt gewoonlijk gemaakt door phosphorus met salpeterzuur te oxideeren.



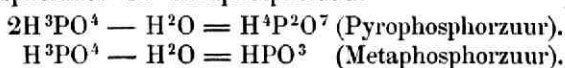
Wanneer phosphorzuur en soda op elkaar inwerken, ontstaat natriumphosphaat of phosphorzure natron Na^2HPO^4 ; het derde H-atoom wordt door Na niet verplaatst, al wordt er ook eene groote overmaat van soda gebruikt; het derde H-at. kan wel door natrium vervangen worden, indien men in plaats van koolzure natron, bijtende natron bezigt.



De in water oplosbare phosphorzure zouten geven met zilvernitraat een gele neerslag van zilverphosphaat



Wanneer het phosphorzuur aan eene sterke temperatuursverhooging wordt blootgesteld, verliest het de elementen van water en er ontstaan twee nieuwe zuren: pyrophosphorzuur en metaphosphorzuur



Van phosphorus is ook eene verbinding met waterstof bekend, samengesteld H^3P ; deze verbinding ontstaat wanneer gele phosphorus gekookt wordt met eene in water oplosbare loog, bijv. kaliloog, natronloog, gebluschte kalk enz. De bereiding heeft gemakkelijk plaats zooals door fig. 44 wordt duidelij

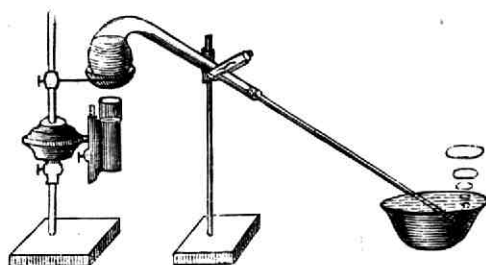
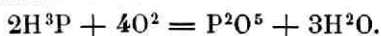


Fig. 44.

lijk gemaakt. Zoodra het gas met de lucht in aanraking komt, verbrandt het onmiddellijk, deze eigenschap bezit het H^3P in zuiveren toestand niet, maar bij de boven beschreven bereidingswijze ontstaat tevens eene geringe hoeveelheid eener andere verbinding van phosphorus met waterstof, samengesteld H^4P^2 en het is deze, die zich bij de gewone temperatuur zoo gemakkelijk met zuurstof verbindt en daardoor verbrandt ook het H^3P . Bij de verbranding ontstaan ringen van P^2O^5 en tevens wordt er H^2O gevormd volgens onderstaande formule



Ook met chloor en met zwavel verbindt zich de phosphorus hoogst gemakkelijk.

§ 20. ARSENICUM As.

Het arsenicum komt zoowel vrij (gedegen) als scheikundig verbonden in de natuur voor. Men vindt het voornamelijk in verbinding met metalen, zooals ijzer, nikkel en kobalt en met zwavel. Bij roosting dezer verschillende mineralen vervluchtigt eene verbinding van arsenicum met zuurstof, het zogenaaemde rattekruid, samengesteld As^2O^3 . Uit dit arsenicumtrioxid kan men gemakkelijk door verhitting met houtskool het arsenicum verkrijgen, deze

reductie wordt wel als middel aangewend om het rattekruid op te sporen; men verhit dan in een nauw glazen buisje, zie fig. 45, eene geringe hoeveelheid van het poeder *a*, nadat men even daarboven een klein stukje houtskool *b* heeft gloeiend gemaakt; de dampen van As^2O^3 staan dan aan de houtskool hun zuurstof af en bij *c*, waar het glas koud is, scheidt zich het As in den vorm van een spiegel af.

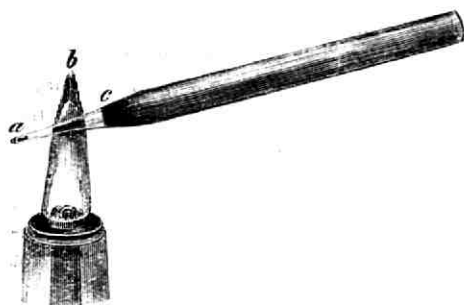


Fig. 45.

Het in de natuur voorkomende vrije Arsenicum komt in den handel onder den naam van vliegensteen, scherfkobalt of zwart rattekruid; het wordt wel gebruikt voor het doden van insecten; eene kleine hoeveelheid wordt daarvan met wat suiker

op nat gemaakt papier gestrooid, het fijn verdeelde arsenicum verbindt zich dan met de zuurstof van de lucht tot As^2O^3 , en dit werkt in zeer geringe hoeveelheid reeds dodelijk voor insecten.

Eene hoogst vergiftige verbinding vormt het arsenicum met waterstof, samengesteld AsH^3 . Deze verbinding ontstaat wanneer rattekruid met zink en zwavelzuur in aanraking komt; het waterstofgas werkt dan op het oog-

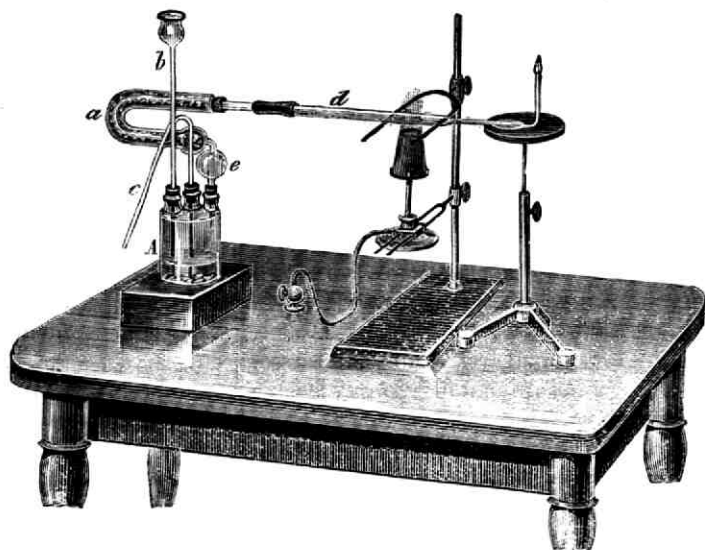
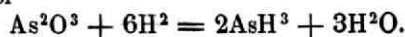


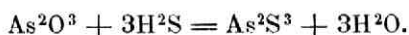
Fig. 46.

blik van vrijwording op het As^2O^3 in, onttrekt daaraan de zuurstof en eene andere hoeveelheid waterstof verbindt zich met het vrij geworden arsenicum tot arsenicumwaterstof

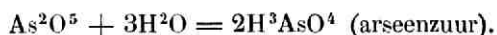


De bereiding van dit gas heeft het best plaats in een toestelletje zooals uit fig. 46 duidelijk wordt. In A wordt uit zink en H^2SO^4 waterstof ontwikkeld, door de trechterbuis *b* giet men een weinig van de arsenicum bevattende vloeistof, het gas, dat ontwijkt, wordt door een buisje *a*, dat met CaCl^2 is gevuld, gedroogd en dan geleid in eene omgebogen glazen buis van moeilijk smeltbaar glas, die hier en daar is uitgetrokken; zoodra de lucht uit het toestel is verdreven steekt men het uitstroomende gas aan; bij aanwezigheid van arsenikwaterstof wordt de waterstofvlam vaal van kleur, het arsenicum verbrandt tot As^2O^3 en de waterstof tot water; op een koud voorwerp, in de vlam gehouden, bijv. een porseleinen dekseltje, worden vlekken van arsenicum gevormd; gloeit men de glazen buis vóór het uitgetrokken gedeelte, dan ontleedt het arsenikwaterstof en er zet zich een z.g. arseen-spiegel af. De arsenicumvlekken worden zeer gemakkelijk geoxideerd tot As^2O^3 , bijv. door een druppel chloorkalkoplossing waardoor dus de zwarte vlek verdwijnt; deze kenmerken worden meestal voor het aantoonen van arsenicumverbindingen aangewend.

Het rattekruid lost in water zeer weinig op, door toevoeging van zoutzuur gebeurt dit gemakkelijker; eene dergelijke oplossing wordt gebruikt voor het zoogenaamde staalbrons, het blanke geel-koperen voorwerp wordt in deze oplossing gedompeld, waardoor arsenicum uit de oplossing wordt afgescheiden, dat zich met het koper verbindt. (Voor het maken van staalkleurige gasornamenten wordt dit veel aangewend). Door zwavelwaterstof wordt het As^2O^3 in zoutzure oplossing ontleed, er ontstaat eene gele onoplosbare verbinding As^2S^3 .



Eene andere zuurstofverbinding van arsenicum is samengesteld As^2O^5 en kan uit het As^2O^3 door oxidatie met salpeterzuur of met chloor worden verkregen; met water vormt het een zuur, dat arsenikzuur of arseenzuur wordt genoemd.



Dit zuur wordt veel gebruikt bij de bereiding van sommige aniline kleurstoffen.

Eene prachtig groene arsenicum-bevattende kleurstof is het z.g. Schweinfürter groen, bestaande uit arsenigzuur- en azijnzuur-koper; behangsels, gordijnen of andere stoffen, die met deze kleurstof geverfd zijn kunnen dikwijls zeer noodlottige vergiftigingsverschijnselen teweegbrengen; de kleurstof wordt langzamerhand afgeschuurd en in fijn verdeelden toestand ingeademd, vooral van deze kleurstof laten zoo gemakkelijk kleine deeltjes los omdat zij niet, zooals met andere verfstoffen het geval is, eene innige verbinding met de vezels van het weefsel gevormd heeft. Als tegengift voor arsenicum-verbindingen wordt versch bereid ijzerhydroxid gebruikt, dat met het rattekruid eene onoplosbare verbinding vormt en dus veel moeilijker door het bloed kan worden opgenomen.

§ 21. ANTIMONIUM OF STIBIUM Sb.

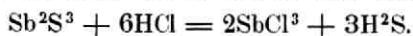
Dit element komt in de natuur voornamelijk met zwavel verbonden voor en heeft tot samenstelling Sb^2S^3 , in de mineralogie bekend onder den naam

van grauww spieglanserts. Uit dit Sb^2S^3 kan door verhitting met ijzer het antimonium worden verkregen, de zwavel verbindt zich dan met het ijzer tot FeS .



Ook kan men Sb^2S^3 vooraf roosten, waardoor Sb^2O^3 en SO^2 ontstaan: $\text{Sb}^2\text{S}^3 + \text{O}^9 = \text{Sb}^2\text{O}^3 + 3\text{SO}^2$ en dan het Sb^2O^3 door koolstof reduceeren. Het antimonium heeft metaalglans, is zeer hard en tevens zoo bros, dat het met een hamer gepoederd kan worden; het wordt veel gebruikt voor de vervaardiging van drukletters, die uit antimonium en lood bestaan; ook het metaalmengsel, dat met den naam van Britanniametaal wordt bestempeld, bestaat uit antimonium en tin; hieruit worden o. a. theepotten en andere huishoudelijke voorwerpen gemaakt. ¹⁾

Het zwavelantimonium wordt door zoutzuur ontleed, het antimonium verbindt zich met chloor tot SbCl^3 en de zwavel met waterstof tot H^2S .

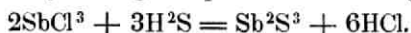


Deze inwerking wordt wel voor de bereiding van zuiver zwavelwaterstofgas gebruikt.

Het SbCl^3 wordt bij verhitting vluchtig en geeft bij afkoeling kleurloose kristallen; in water is het niet oplosbaar, want dadelijk ontstaat eene onoplosbare verbinding, het z.g. Algarothpoeder.



Door toevoeging van meer zoutzuur blijft het in oplossing. Door zwavelwaterstof ontstaat uit deze oplossing, indien geen groote overmaat van zoutzuur aanwezig is, een oranjekeurige onoplosbare verbinding, samengesteld Sb^2S^3 .



Deze verbinding heeft dus dezelfde samenstelling als het in de natuur voorkomende grauww spieglanserts; dit laatste is echter gekristalliseerd, het eerste amorph. Eene hoogere zwavelverbinding van antimonium is het Sb^2S^5 , antimoniumpentasulfid, meer bekend onder den naam van goudzwavel, eene verbinding, die in de geneeskunde gebruikt wordt.

Wanneer in de oplossing van antimoniumtrichlorid in verdund zoutzuur een stukje zink gebracht wordt, dan scheidt het antimonium zich als een zwart poeder af; de waterstof, die uit het zoutzuur door zink wordt vrij gemaakt, verbindt zich met het chloor van SbCl^3 tot zoutzuur, ook vormt zich hierbij eene verbinding van antimonium met waterstof SbH^3 , eene verbinding die veel overeenkomt in eigenschappen met AsH^3 en ook op overeenkomstige wijze verkregen wordt; hetzelfde toestelletje kan daarvoor gebruikt worden, door verhitting van de buis waar het antimoniumwaterstofgas doorheen stroomt vormt zich een spiegel van antimonium; deze spiegel is in de buis niet te verplaatsen zooals dit met de arsenicumspiegel wel het geval is. Het antimonium is namelijk niet vluchtig, bij verbranding van het gas ontstaat eene vaalkleurige vlam, die op een koud porseleinen voorwerp vlekken van anti-

¹⁾ Door salpeterzuur wordt het geoxideerd tot Sb^2O^5 , dat met water antimoniumzuur vormt, eene in water onoplosbare stof. Zoutzuur werkt op het antimonium niet in.

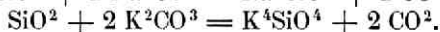
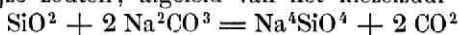
monium vormt, deze worden veel moeilijker dan arsenicumvlekken geoxideerd; door een druppel chloorkalkoplossing verdwijnen zij daarom ook niet. Deze onderscheiding is van veel belang, omdat bij het opsporen van arsenicum tegelijkertijd antimoniumverbindingen kunnen voorkomen; deze laatste toch worden dikwijls gebruikt om door braking het vergift uit de maag te verwijderen; hiervoor dient veelal de z.g. braakwijnsteen, eene antimoniumverbinding van wijnsteenzuur en kalium. Zij wordt bereid door cremortart (zure wijnsteenzure kali) met Sb^2O^3 te koken. Eene oplossing van braakwijnsteen in wijn is de in de geneeskunde gebruikt wordende braakwijn.

Zwavelantimonium wordt door chloorzure kali gemakkelijk geoxideerd; indien de *afzonderlijk* fijn gewreven stoffen met een penneveer onder elkaar worden geroerd, kan men dit mengsel door een slag met een hamer doen ontbranden. (Dit mengsel wordt o. a. gebruikt bij de Zündnadel geweren).

Eene prachtige roode kleurstof wordt nog verkregen door eene oplossing van SbCl^3 in zeer verdund zoutzuur met eene oplossing van onderzwaveligzure soda tot ongeveer 60°C . te verwarmen; om haar roode kleur wordt zij wel antimooncinnaber genoemd. Zij bestaat uit Sb, S en O.

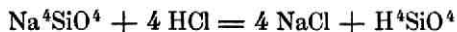
§ 22. SILICIUM (KIESEL) Si.

Dit element komt niet vrij in de natuur voor, maar voornamelijk verbonden met zuurstof; deze verbinding is samengesteld SiO^2 en komt onder zeer verschillende vormen voor; het zuivere zand is niets anders dan SiO^2 , eveneens komt het in gekristalliseerden vorm voor en draagt dan den naam van quartz en bergkristal; ook opaal, amethyst, onyx, vuursteen, jaspis en ahaat bestaan uit dezelfde bestanddeelen. In nog grooter hoeveelheid vinden wij silicium als bestanddeel van verschillende kiezelzure zouten, die het grootste gedeelte van de aardkorst vormen; zoo o. a. bestaat graniet uit veldspath, glimmer (mica) en quartz, de beide eersten bestaan uit kiezelzure aluinaarde en kiezelzure kali. Met uitzondering van kiezelzure kali en natron zijn alle kiezelzure zouten in water onoplosbaar, de oplossing van het natrium en kaliumzout komt in den handel onder den naam van waterglas. Men kan dit bereiden door zand met potasch en soda te smelten, er vormen zich dan op de volgende wijze zouten, afgeleid van het kiezelzuur H^4SiO^4 .



Indien zand bij kleine hoeveelheden in gesmolten potasch en soda gebracht wordt, ziet men het koolzuur voortdurend onder opbruising ontwijken. Waterglas wordt o. a. gebruikt voor het onbrandbaar maken van tooneelschermen enz.; deze worden met een laagje waterglas bedekt, het water verdampt en het hout is met eene onbrandbare stof bekleed, die de verbranding van het daaronder zich bevindend hout belet, omdat de zuurstof van de lucht is afgesloten.

Door verdund zoutzuur wordt uit waterglas het kiezelzuur als eene gelei afgescheiden



voegt men op eens eene groote overmaat toe, dan blijft het kiezelzuur opgelost.

Kiezelzure aluinaarde, die door verweering van verschillende gesteenten ontstaat, is de voornaamste grondstof voor de bereiding van porselein en aardewerk. Ook het glas bestaat uit kiezelzure zouten van kalk en kali of natron, de massa waaruit door blazen of gieten de voorwerpen vervaardigd worden, verkrijgt men door krijt, zand en potasch of soda te smelten.

In zeer geringe hoeveelheid komt het kiezelzuur opgelost voor in het water, vele planten nemen het daaruit op; voornamelijk komt het voor in het stroo van granen, de grassen enz. Soms vindt men het in grootere hoeveelheid in water opgelost en het zet zich dan dikwijls als een fijn poeder daaruit af; bevindt zich in zulk water bijv. een stuk hout of iets dergelijks, dan kan het gebeuren, dat naar mate het hout vergaat, daarvoor kiezelzuur in de plaats komt; op die wijze zijn ook verschillende versteeningen van voorwereldlijke planten en dieren ontstaan (Petrefacten).

§ 23. KOOLSTOF, CARBONIUM C.

Dit element komt in zeer groote hoeveelheid in de natuur voor, wanneer men toch bedenkt, dat het geheele planten- en dierenrijk voor het grootste gedeelte uit koolstofhoudende verbindingen is opgebouwd, dan kan men van die hoeveelheid eenigszins een denkbeeld maken.

Zuivere koolstof vinden wij in de natuur in gekristalliseerden toestand als diamant en potlood of graphiet. Van de koolstofverbindingen hebben wij in de eerste plaats te noemen het koolzuur, eene zuurstofverbinding samengesteld CO_2 ; dit gas komt voor in de dampkringslucht. Door de planten wordt uit dit gas onder invloed van het bladgroen en zonlicht een groot aantal verbindingen gevormd, die zuurstofarmer zijn dan CO_2 . Aan de vorming van vele dier verbindingen neemt tevens het water deel; zoo vindt men in de plant o. a. celstof of cellulose en zetmeel of amyllum, welk laatste in den handel komt, al naarmate van de plant waaruit het vervaardigd is, onder de namen: aardappelmeel, maizena (uit Turksche weit of mais), Arrow-root, sago, enz. De samenstelling dezer verbindingen is $\text{C}^6\text{H}^{10}\text{O}^5$, de hoeveelheid zuurstof is, zooals uit de samenstelling blijkt, ten opzichte van het aantal koolstofatomen, veel geringer dan in CO_2 ; er heeft dus in de plant reductie van het koolzuur plaats; bij het ontstaan van elke koolstofverbinding in de plant kunnen wij eene zoodanige reductie opmerken; de zuurstof die aan het CO_2 door de plant gedeeltelijk wordt onttrokken, wordt aan de lucht in onverbonden toestand teruggegeven. De verschillende in de plant bereide stoffen dienen mensch en dier tot voedsel, de voedingsstoffen worden in het lichaam gedeeltelijk verbrand door de ingeademde zuurstof voor de onderhouding der dierlijke warmte en hierdoor wordt de daarin voorkomende koolstof weder voor een groot gedeelte als CO_2 uitgeademd en voor een ander gedeelte worden zij onder verschillende vormen in het lichaam vastgelegd, waardoor de groei daarvan plaats heeft. Na den dood wordt al de koolstof weder in CO_2 veranderd, hieruit blijkt dus, dat de koolstof zich in een voortdurenden kringloop bevindt, nu eens vormt zij een bestanddeel van het plantaardig, dan van het dierlijk lichaam om ten slotte weder als koolzuur in de lucht voor te komen.

Onder bijzondere omstandigheden kan het zeer lang duren vóór dat de koolstof van afgestorven planten in den vorm van CO^2 aan de lucht wordt teruggegeven, indien bijv. uitgestrekte wouden onder het water bedolven worden, zooals dat in vroegere tijdperken van de aarde dikwijls het geval geweest is, dan heeft door den beperkten zuurstoftoevoer eene andere ontleding plaats; de waterstof en zuurstof, die met de koolstof de voornaamste bestanddeelen van iedere plant vormen, verbinden zich voor een gedeelte onderling tot water en voor een gedeelte met koolstof tot zoogenaamde koolwaterstoffen (uit koolstof en waterstof bestaande verbindingen) en tot koolstofzuurstofverbindingen (CO en CO^2), terwijl de koolstof grootendeels terugblijft met eene geringe hoeveelheid van de andere in de plant oorspronkelijk voorkomende elementen verbonden; de hoeveelheid dezer laatste wordt geringer naarmate die ontleding langer geduurd heeft. Op die wijze zijn gevormd turf, bruinkool, steenkolen en anthraciet, de laatste is de koolstofrijkste. Door verhitting, bij afsluiting van lucht, kunnen plantaardige stoffen eene dergelijke ontleding ondergaan, zoo kan o. a. gemaakt worden houtskool en ook de z.g. dierlijke kool of beenderenkool, welke laatste uit beenderen verkregen wordt. De beenderen bestaan voor ongeveer de helft uit phosphorzure kalk en verder uit eene koolstofhoudende verbinding, die bij langdurig koken met water in lijm overgaat en daarom lijmgevend weefsel genoemd wordt. Dit lijmgevend weefsel wordt bij verhitting, onder afsluiting van lucht, ontleed en wel weder zoodanig, dat de koolstof daarvan grootendeels terugblijft. Deze beenderenkool onttrekt aan vele gekleurde oplossingen de kleurstof, bijv. aan wijn, koffie, thee enz. In de industrie wordt daarvan veel gebruik gemaakt voor dergelijke ontkleuringen van vloeistoffen, zoo bijv. bij de bereiding van suiker.

Houtskool heeft geen sterk ontkleurende werking maar neemt in meerdere of mindere mate verschillende gassen op, van welke eigenschap wel gebruik gemaakt wordt om rottende stoffen, zonder stank te verspreiden, te transporteren.

Steenkolen worden, behalve voor brandstof, veel voor de bereiding van lichtgas gebruikt. Om het ontstaan daarvan uit de steenkolen goed te begripen zullen wij vooraf de samenstelling van de steenkolen vergelijken met die van het daaruit te bereiden gas. De steenkolen bestaan hoofdzakelijk uit koolstof, waterstof, zuurstof, stikstof, zwavel en minerale bestanddeelen. Het lichtgas bestaat uit verbindingen van koolstof met waterstof (z. g. koolwaterstoffen), koolstof met zuurstof CO en vrij waterstofgas. Deze verbindingen ontstaan uit de steenkolen door verhitting bij afsluiting van lucht; deze verhitting heeft in de gasfabrieken meestal plaats in retorten, die uit vuurvaste klei vervaardigd worden en aan de voorzijde, waar de vulling plaats heeft, luchtdicht gesloten kunnen worden; door eene hiermede verbonden afvoerpijp worden de gevormde gassen verwijderd. Niet al deze gassen kunnen als lichtgas gebruikt worden, zij moeten dus daarvoor gezuiverd worden. Zoodra de gassen, die uit de retort ontweken zijn, eene lagere temperatuur verkrijgen, worden vele vloeibaar, de zwarte dikke vloeistof, die zich hieruit vormt draagt den naam van koolteer en dient voor de bereiding van verschillende verfstoffen (Anilineverfstoffen en andere), carbolzuur en andere stoffen. Uit de nog bij de gewone temperatuur gasvormige verbin-

dingen moet in de eerste plaats verwijderd worden het ammoniakgas NH^3 , hetgeen gemakkelijk geschiedt door het door water te leiden, waarin NH^3

oplost, deze oplossing wordt gaswater genoemd en dient voor de bereiding van ammonia, verder moet nog verwijderd worden koolzuur CO^2 , een onbrandbaar gas en zwavelwaterstof

H^2S , welk laatste bij de verbranding een prikkelend gas, zwaveligzuur SO^2 vormt; beide worden teruggehouden door gebluschte kalk, die zich daarmee tot eene niet vluchtige verbinding vereenigt.

Het nu nog overblijvende gas wordt in een gashouder verzameld, van waar het door ijzeren buizen naar de stad wordt geperst.

Nevensstaande figuur 47 kan de bereidingswijze nader toelichten. Op den oven worden in een ijzeren buis steenkolen verhit, de ontwijkende gassen worden door U-vormige buizen, die in koud water geplaatst zijn, van de teer bevrijd, daarna komen de gassen in een toren met coaks ¹⁾ gevuld, waar voortdurend

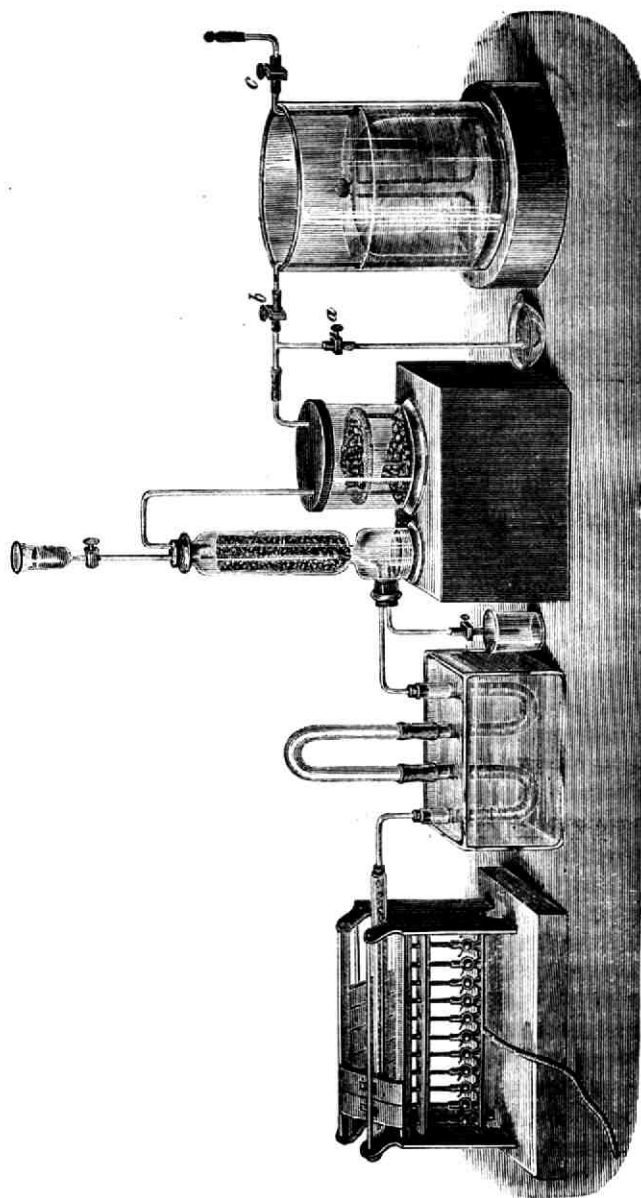


Fig. 47.

¹⁾ Coaks is datgene, wat in de retorten na verhitting van de steenkolen terugblijft.

water over droppelt, die de ammonia oplost om ten slotte door een bak, met gebluschte kalk gevuld, te worden geleid waar CO^2 en H^2S worden teruggehouden; het aldus gezuiverde gas wordt dan in den gashouder opgevangen, deze bestaat uit eenen van boven open cylinder, die met water gevuld is, en een aan de beneden zijde open bak, die in het water is ondergedompeld, boven de oppervlakte van het water komen in dien binnenbak twee buizen voor, de eene dient voor het vullen van den gashouder, de andere staat met de straatleiding in gemeenschap.

In de retort blijft de coaks terug, een stof die grootendeels uit koolstof bestaat en aan de bovenzijde van de retort zet zich eene andere harde soort van kool af, de z. g. retorten- of gas-kool, die in de Bunsensche elementen gebruikt wordt. Deze kool ontstaat door ontleding van verschillende gevormde koolstofrijke koolwaterstoffen, die met den gloeienden bovenwand in aanraking komende, gedeeltelijk hun koolstof daartegen afzetten, terwijl koolstofarmere verbindingen ontwijken.

§ 24.

Bij verbranding van het lichtgas ontstaat uit de in de verbindingen aanwezige koolstof, koolzuur CO^2 en uit de waterstof H^2O . De verbranding heeft natuurlijk uitsluitend aan den rand van de kolom gas plaats, omdat

alléén dáár de lucht met gas in aanraking kan komen, in het binnenste gedeelte van de vlam is ook daarom de temperatuur laag, wanneer men zooals uit fig. 48 duidelijk wordt, op het middelste gedeelte van een gaasje, op een lampenglas, waar gas uitstroomt buskruit brengt kan men het gas laten branden zonder dat het kruit ontbrandt. Vóór dat het gas aan den rand door de zuurstof verbrandt, verkrijgt het eene hooge temperatuur (dus even binnen den buitenrand) waardoor sommige koolwaterstoffen ontleden in koolstof en koolstofarmere koolwaterstoffen en het is de vrije koolstof in gloeienden toestand, die de vlam lichtgevend maakt.

Wordt het gas vóór dat het wordt aangestoken met lucht vermengd, zooals dat bij den z. g. Bunsenschen brander en ook bij de meeste gas-

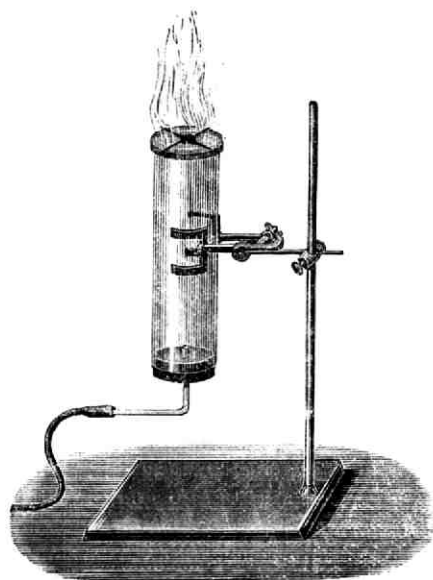


Fig. 48.

komfooren het geval is, dan verkrijgt men eene nietlichtgevende vlam: de reden hiervan is, dat dan de door de hitte afgescheiden koolstof niet alleen aan den rand, maar ook daarbinnen onmiddellijk verbrandt en dus niet gedurende eenige oogenblikken gloeiend in de vlam aanwezig kan zijn.

Wanneer men lichtgas in eene *bepaalde* verhouding met lucht vermengt en dan aansteekt zal eene hevige ontplofing daarvan het gevolg zijn; men

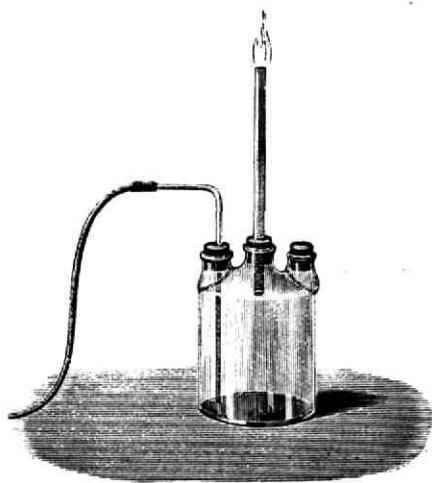


Fig. 49.

toont dit gemakkelijk aan door fig. 49: door de eerste opening wordt gas in de flesch geleid, dat door de middelste opening, die van eene aan beide zijden opene en 1 cM. wijde buis is voorzien, uitstroomt. Zoodra de lucht verdreven is steekt men het gas aan, sluit de gaskraan en verwijderd de stop uit de derde opening, het lichtere gas blijft dan omhoog stijgen en naarmate dit verbrandt komt lucht daarvoor in de plaats, eerst na eenigen tijd, wanneer de voor ontplofing vereischte verhouding ontstaan is, ontploft op eenmaal de geheele inhoud van de flesch. (De flesch moet dikwandig zijn en ongeveer 1 liter inhoud hebben.)

Zulke voor ontplofing vatbare gasmengsels komen dikwijls in steenkolenmijnen voor en ieder jaar nagenoeg leest men in de dagbladen van groote ongelukken, die daardoor ontstaan zijn. Om het gevaar bij het betreden van zulke ruimten met lampen zoo gering mogelijk te maken, heeft Davy de zoogenaamde veiligheidslamp, zie fig. 50, uitgedacht. De inrichting dier lamp berust op het volgende beginsel. Voor alle verbranding is eene voor iedere stof bepaalde temperatuur noodig, de z. g. aanstekings-temperatuur; wordt het brandende lichaam daaronder afgekoeld dan houdt de verbranding op. De volgende proef kan dit duidelijk maken, wanneer wij uit eene Bunsensche lamp, zie fig. 51, gas laten stroomen en dan eenige centimeters daarboven een metaalgaas houden dan brandt, wanneer wij het gas boven dat gaas aansteken tot aan dat gaas, terwijl het gas tusschen de opening van den brander en het gaas niet brandt, de reden hiervan is deze: het metaalgaas is een zeer goede warmtegeleider waardoor het gas onder het gaas niet op zijn aanstekings-temperatuur verhit wordt.

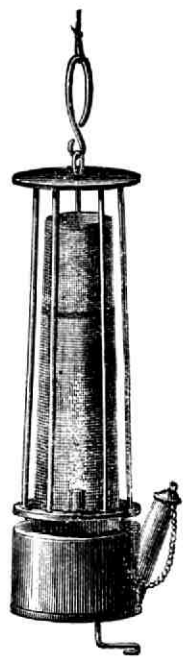


Fig. 50.

Men kan de proef ook nog op de volgende wijze nemen: op den top van eene brandende gasvlam wordt een metaalgaas gehouden, dat men langzamerhand ongeveer tot op de helft van de hoogte der vlam naar



Fig. 51.

beneden beweegt, het gaas onttrekt dan weder zooveel warmte, dat een gedeelte van het gas onverbrand door het gaas ontwijkt, hetgeen blijkt door boven het gaas een brandend voorwerp te houden; men ziet dan op nieuw eene vlam ontstaan.

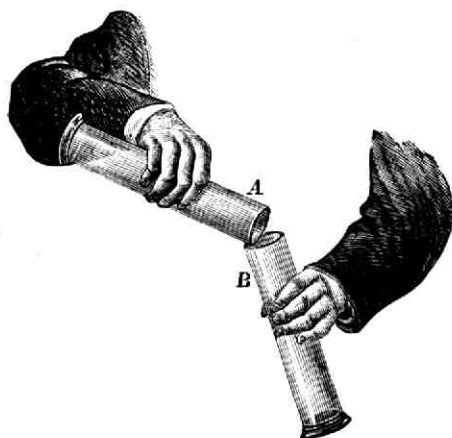


Fig. 52.

De lamp van Davy nu is eene olielamp, die door een koker van metaalgaas omgeven is, komt men met die lamp in eene ruimte, waar zich een voor ontplofing vatbaar gasmengsel bevindt, dan zal dat gas door de mazen van het gaas naar binnen dringen en daar ontploffen, het gaas onttrekt dan zooveel warmte, dat het voor ontplofing vatbare gasmengsel, dat zich daarbuiten bevindt, niet voldoende verhit wordt om te kunnen ontploffen.

§ 25.

Men kent van koolstof twee verbindingen met zuurstof, de eene is samengesteld CO^2 en wordt kooldioxid of koolzuur, de tweede CO kooloxid of koolstofmonoxid genoemd. Het CO^2 ontstaat op verschillende wijzen, zoo bijv. bij verbranding van koolstofhoudende stoffen, zooals suiker, meel, papier, alcohol enz., ook kan men het verkrijgen door verbranding van diamant in zuiver zuurstofgas, het diamant moet daarin tot eene zeer hooge temperatuur verhit worden.

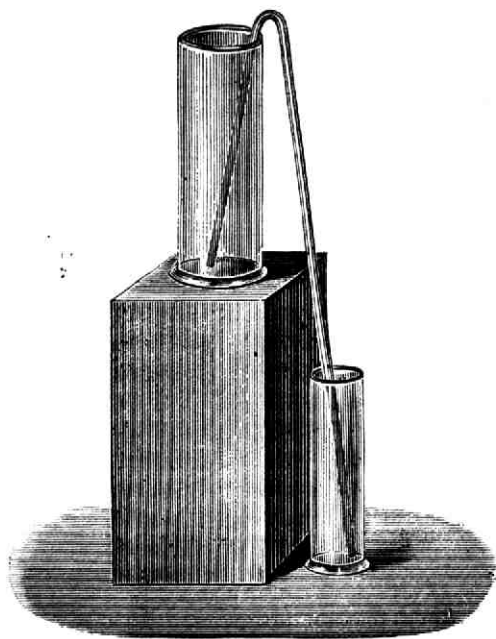
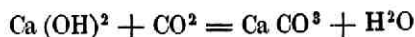


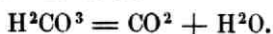
Fig. 53.

Om het koolzuurgas aan te toonen maakt men gebruik van z. g. kalkwater, eene oplossing van gebuschte kalk $\text{Ca}(\text{OH})^2$ in water, het CO^2 vormt hiermede eene in water onoplosbare verbinding, koolzure kalk

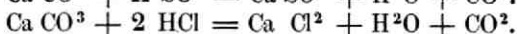
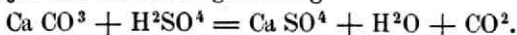


waardoor het water troebel wordt.

Het eigenlijke koolzuur is niet CO^2 , maar H^2CO^3 ; dit zuur ontleedt echter, zoodra het vrij komt in CO^2 en H^2O .



Het best bereid men koolzuur uit een koolzuurzout, bijv. uit koolzure kalk, een in de natuur onder verschillende namen voorkomende delfstof: krijt, marmer, kalkspath enz.; door dit met een zuur, zoutzuur of zwavelzuur, te overgieten, ontwijkt het koolzuur gasvormig



Men gebruikt daarvoor het best een Kipp's toestel zie pag. 24. Het is ongeveer 1.5 maal zwaarder dan lucht, het vullen van een cylinder met dat gas heeft daarom eenvoudig zoo plaats, dat men de aanvoerbuiss van het gas op den bodem van den drogen cylinder brengt, de lucht wordt dan door het koolzuur verdrongen. Door het hooge soortelijk gewicht kan men het gas van den eenen in den anderencylinder overschenken zie fig. 52. Ook kan men het daarom overhevelen, fig. 53 maakt dit voldoende duidelijk. Het onderhoudt de verbranding niet, eene brandende kaars wordt daarin onmiddellijk uitgedoofd. Van deze eigenschap maakt men gebruik om een begin van brand te doen ophouden, de daarvoor in gebruik zijnde toestellen noemt men Extingueurs en bestaan uit een metalen bus, waarin eene oplossing van koolzure soda voorkomt; in het bovenste gedeelte daarvan komt een fleschje met zwavelzuur voor, dat gemakkelijk omgekanteld kan worden, zoodat er koolzuurgas ontwikkelt, dit wordt evenals bij water, op het

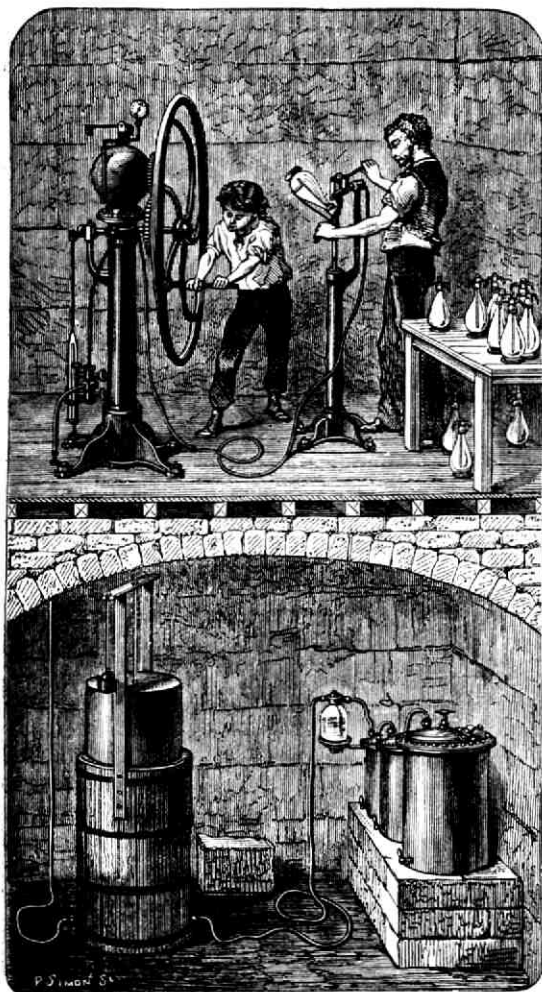


Fig. 54.

door middel van een slang van caoutchouc,

brandende voorwerp gericht. In water, vooral onder groote drukking, lost het sterk op; deze oplossing komt in den handel onder den naam van spuit-water voor. De bereiding daarvan heeft veelal op de volgende wijze plaats, zie fig. 54.

In ijzeren cylinders (in de figuur, beneden rechts) wordt uit krijt en zwavelzuur, koolzuurgas ontwikkeld, dit wordt door een fleschje met water gewasschen en dan opgevangen in een gashouder (in de figuur, beneden links), van hier wordt het in een vertinden koperen bol geperst waarin te gelijker tijd water gepompt wordt (bovenste van de figuur, links), zoodra de drukking een vijf- tot achtal atmosferen bereikt heeft, hetgeen aan den met dien bol verbonden manometer te zien is, wordt het in de bekende siphons getapt. Dikwijls komt het voor dat zulk koolzuurhoudend water geringe hoeveelheden van het een of ander metaal bevat, vandaar dat de tegenwoordig meer in gebruik komende wijze van bereiding, het z. g. systeem Beins, verre te verkiezen is, hier toch worden de *vooraf met water gevulde* glazen flesschen met koolzuur verzadigd, waarbij natuurlijk van metaalverbindingen geen sprake kan zijn, omdat deze niet vluchtig zijn, ook de sluiting heeft, zooals bekend is, zonder metaal maar door een glazen kogel plaats, die tegen een randje van caoutchouc wordt geperst.

Het koolzuur ontstaat verder in groote hoeveelheid bij de ademhaling van menschen en dieren, bij de gisting van suikerhoudende vloeistoffen, bij verbranding van hout, turf, steenkolen enz., en stroomt op verschillende plaatsen uit spleten in de aardkorst.

§ 26.

De tweede verbinding van koolstof met zuurstof: het kooloxid CO, ontstaat op verschillende wijzen. De blauwe vlammetjes, die men dikwijls boven een haardvuur kan waarnemen, hebben hun ontstaan aan het CO te danken;

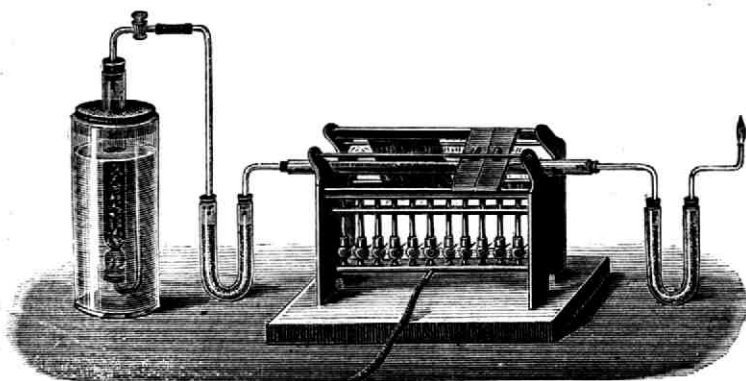
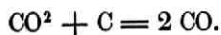


Fig. 55.

bij de verbranding ontstaat namelijk eerst koolzuur dat aan de gloeiende kool, die zich daarboven bevindt, zuurstof afstaat en daardoor in CO overgaat.

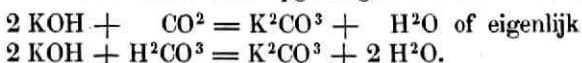


Door de volgende proef, zie fig. 55, kan dit worden aangetoond. Gedroogd koolzuurgas wordt door een buis van moeilijk smeltbaar glas geleid, die met stukjes houtskool gevuld is en zeer hoog wordt verhit, het hier uitstroomende gas wordt door een U-vormig buisje geleid, dat met stukjes bijtende kali gevuld is en dienen moet om het nog onontlede koolzuur terug te houden; het gas dat ontwijkt kan aangestoken worden en brandt met eene blauwe vlam, waarbij wederom koolzuur ontstaat $\text{CO} + \text{O} = \text{CO}^2$.

In een houtskolenvuur of door een gloeiende kool kan dus dit gas ontstaan en ontwijkt dit bijv. in eene kamer, waar zich menschen bevinden, dan kan dit de noodlottigste gevolgen hebben; het is namelijk een vergiftig gas, het verbindt zich met de bloedlichaampjes waardoor zij niet meer in staat zijn om zich met zuurstof te verbinden en dus ook het leven niet meer kunnen onderhouden; het beste is in zulk geval zoo mogelijk frissche lucht in te ademen. Het kooloxid wordt ten onrechte dikwijls kolendamp genoemd. Het gemakkelijkst wordt kooloxid uit zuringzuur verkregen; dit moet daartoe met sterk zwavelzuur worden verhit, waardoor aan het zuringzuur $\text{H}^2\text{C}^2\text{O}^4$ water wordt onttrokken en er C^2O^3 terugblijft dat ontleedt in CO en CO^2 .



Wanneer dit gasmengsel door eene oplossing van bijtende kali wordt geleid, dan verbindt zich het CO^2 daarmede tot een zout, terwijl het CO daarop niet inwerkt en dus zuiver kan opgevangen worden.



Koolstofoxid onderhoudt de verbranding niet, een brandende kaars wordt daarin uitgedoofd, kalkwater maakt het niet troebel.

§ 27. BORIUM Bo.

De voornaamste in de natuur voorkomende boriumverbinding is het boorzuur H^3BoO^3 . Op verschillende plaatsen, o. a. in Toscane en Californie, ontwijken uit spleten in de aardkorst groote hoeveelheden waterdamp, die eene geringe hoeveelheid boorzuur medevoeren; deze worden in met water gedeeltelijk gevulde bassins geleid; door verdamping dezer oplossing kunnen kristallen van boorzuur worden verkregen. De boriumverbinding, die het meest gebruikt wordt is de borax, een natriumzout van het boorzuur; dit zout wordt veel gebruikt bij het soldeeren van verschillende metalen om de op de oppervlakte dier metalen voorkomende oxiden te verwijderen; ook bij de bereiding van glazuren, bij het smelten van metalen enz. wordt het veel gebruikt. In verdunde oplossing kan borax ook voor het wasschen van fijn gekleurde weefsels gebruikt worden, ook als bederfwerende stof (als z.g. anti-septicum) vindt het toepassing.

Uit eene sterke boraxoplossing kan door zoutzuur of zwavelzuur het boorzuur worden afgescheiden in den vorm van kleine kristalletjes. Eene oplossing van boorzuur in alcohol brandt met eene smaragdgroen gezoomde vlam. Geel curcuma papier (papier dat met de kleurstof van de curcumawortel be-deeld is) wordt door de oplossing van boorzuur bruin van kleur; loogen

brengen op curcuma dezelfde verkleuring teweeg, men moet dus altijd eene zure oplossing gebruiken wanneer men aan die verkleuring het boorzuur herkennen wil.

Borax smelt bij verhitting aan een oog van een platindraad tot eene doorschijnende glasachtige parel, die door verschillende metaaloxiden gekleurd wordt, bijv. door kobaltoxid blauw, door koperoxid groen, door ijzeroxid geel enz.

§ 28. DE METALLEN.

Over het algemeen zijn de metalen gekenmerkt door het bezit van een eigenaardigen glans, een z.g. metaalglans en zijn het goede geleiders voor warmte en electriciteit; deze eigenschappen worden bij de niet-metalen of metalloïden niet of in veel mindere mate waargenomen. De meeste metalen vormen met zuurstof verbindingen, die grootendeels tot de groep van de loogen behooren en dus met vele zuren zouten vormen, door verplaatsing van de waterstof in het zuur door het metaal van het metaaloxid, terwijl de verplaatste waterstof met de zuurstof van het metaaloxid water vormt.

Verbindingen van metalen met waterstof komen niet voor. Met uitzondering van goud en platium worden alle metalen door salpeterzuur in oxiden veranderd, welke meestal met nog ontleed HNO_3 zouten vormen. Door chloor worden alle metalen zonder uitzondering in chloriden veranderd. Zwavelzuur en zoutzuur werken ook op vele metalen in. In de natuur worden de zware metalen meest gevonden in verbinding met zuurstof of met zwavel; de edele metalen daarentegen, zilver, goud en platium komen in vrijen toestand, z.g. gedegen, voor.

Voor de vervaardiging van verschillende voorwerpen worden twee of meerdere metalen onder elkander gesmolten, een zoodanig metaalmengsel wordt met den naam van alliage of legering bestempeld. Het soortelijk gewicht der metalen is zeer verschillend, sommige zijn zelfs lichter dan water, zooals kalium en natrium, andere veel zwaarder, zoo is bijv. platium 21.5 malen zwaarder.

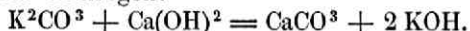
§ 29. KALIUM. K.

Het kalium komt in de natuur zeer verspreid voor, het vormt een bestanddeel van vele delfstoffen, zooals veldspath, glimmer, leucit enz. Deze verschillende mineralen verweeren langzamerhand door de inwerking van water en lucht, waardoor kaliumverbindingen ontstaan, die door de wortels van planten kunnen worden opgenomen; in nagenoeg alle landplanten komen deze in grootere of kleinere hoeveelheid gebonden voor aan z.g. plantenzuren, zoo bijv. in de zuringplant aan zuringzuur, in de wijndruif aan wijnsteen-zuur; in vele planten is de samenstelling van die zuren nog niet voldoende bekend, vandaar de naam van plantenzuren, die daarvoor gebruikt wordt.

Bij verbranding gaan die plantenzure kaliumzouten in koolzure kali over; dit zout blijft dus met de andere minerale bestanddeelen van de plant in de asch terug. Door deze met water uit te loogen blijven verschillende stoffen,

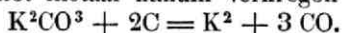
zoals Fe^2O^3 , SiO^2 enz. terug, terwijl voornamelijk de K^2CO^3 oplost; bij verdamping dier oplossing wordt de gewone z.g. potasch verkregen. Verhit men een zuiver plantenzuur kaliumzout bijv. zuringzout (uit de zuringplant) of cremortart (het zout uit het druivensap, ook wel wijnsteen genoemd), dan blijft bij verbranding zuivere potasch terug.

Uit koolzure kali wordt door koking met kalkmelk ($\text{Ca}(\text{OH})^2$ met water) de bijtende kali KOH verkregen:

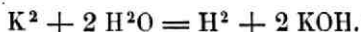


De koolzure kalk scheidt zich als eene onoplosbare stof af en de bovenstaande vloeistof wordt tot droogwordens toe verdampt, het terugblijvende wordt na gesmolten te zijn in ijzeren vormen gegoten, waaruit het na bekoeling in den vorm van stangetjes in den handel wordt gebracht.

In de industrie wordt KOH zeer veel gebruikt, o. a. voor de bereiding van zeep. De kalium-, ook wel potasch-zouten genoemd, deelen aan de vlam eene roodvioletle kleur mede. Uit koolzure kali wordt door zeer sterke verhitte met koolstof het metaal kalium verkregen



Het kalium ontwijkt in den vorm van damp en wordt in ontvangers verdicht, die van de lucht zooveel mogelijk zijn afgesloten. Het kalium, een zilverglaanzend metaal, wordt door zuurstof en ook door waterdamp gemakkelijk aangetast; met droge zuurstof vormt het K^2O , met water geeft het de volgende inwerking:



Eén van de twee H-atomen wordt dus in het water door kalium verplaatst, terwijl het andere gasvormig ontwijkt. Onder petroleum wordt het bewaard. Door zeer sterke verhitte kan men kalium in een glazen buis verdampen; eerst wordt in die buis door H de lucht verdreven, er ontstaat dan een groen gekleurde damp.

Een belangrijk kaliumzout is de chloorzure kali KClO^3 , dat ontstaat wanneer chloorgas geleid wordt in eene warme oplossing van bijtende kali; dit zout dient voor de bereiding van zuurstof, het staat bij verhitte al zijn zuurstof af, ook wordt het in de geneeskunde veel gebruikt.

Voor de bereiding van Bengaalsch vuur wordt chloorzure kali gemengd met zwavel en houtskool, waaraan verschillende metaalzouten worden toegevoegd (de vermenging moet, om ontploffing te voorkomen, hoogst voorzichtig geschieden) om eene eigenaardige kleur aan de vlam mede te deelen.

Salpeter of salpeterzure kali KNO^3 komt in enkele streken, zooals in Bengalen, in groote hoeveelheid in den bodem voor; dit zout wordt hoofdzakelijk gebruikt voor de bereiding van buskruit, dat uit salpeter, houtskool en zwavel bestaat. De salpeter dient bij het kruit voor hetzelfde doel als de chloorzure kali in het Bengaalsch vuur, beide toch staan aan houtskool en zwavel zuurstof af, waardoor deze kunnen verbranden.

§ 30. NATRIUM Na.

Het natrium komt aan kiezelzuur gebonden in sommige mineralen voor, in veel grooter hoeveelheid evenwel in het zeewater met chloor verbonden

NaCl en op verschillende plaatsen komen z.g. zoutmijnen voor, waar het NaCl zeer uitgestrekte lagen in de aardkorst vormt; dit min of meer zuivere keukenzout komt onder den naam van klip-, mijn- of bergzout in den handel voor. Groote zoutmijnen komen o. a. voor in Wieliczka (Galicie), in Norwich (Engeland), te Stassfurt enz. Deze zoutmijnen zijn van vroegere zeeën afkomstig, vandaar ook dat de andere in zeewater voorkomende zouten, zooals magnesiumzouten en gips het keukenzout in den bodem vergezellen.

Uit zeewater kan NaCl door verdamping verkregen worden, in warme klimaten wordt het daartoe in verschillende bassins gepompt, waaruit het water door de warmte van de zon verdampt (zouttuinen); in koude klimaten

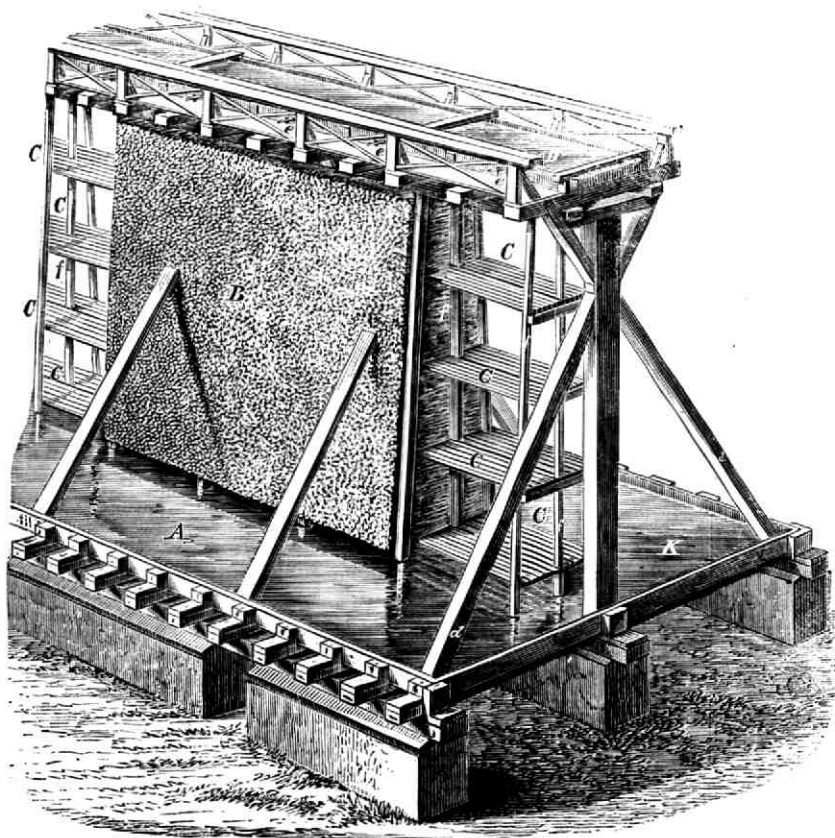


Fig. 57.

laat men het water in dergelijke bakken bevroren, waardoor ijs ontstaat, dat geen keukenzout bevat; na verwijdering dier ijskorst laat men het op nieuw bevroren enz. In de gematigde klimaten kan men voor de verdamping gebruik maken van den wind: men laat het water over takkebossen droppelen, die aan den wind zijn blootgesteld, zie fig. 57, zulke inrichtingen worden wel

gradeerhuizen genoemd; het op de goot *D* gepompte zeewater vloeit droppels-gewijze tusschen de doornen naar beneden en ten gevolge van die sterke verdeling verdampt het water vrij snel, de vloeistof die in *A* verzameld wordt pompt men op nieuw in *D* en herhaalt dezelfde bewerking; op die wijze verkrijgt men eene sterke loog, die verder door kunstmatige warmte tot kristallisatie gebracht wordt. Het meeste zout, dat tegenwoordig in ons land gebruikt wordt, verkrijgt men door raffineering van het steenzout, dat hier grotendeels uit Engeland wordt aangevoerd. Het wordt daarvoor in water bij de gewone temperatuur opgelost (het verschil in oplosbaarheid in warm of koud water is voor keukenzout zeer gering), de door verschillende weefsels gefiltreerde vloeistof laat men dan in de z. g. ziedpan vloeien, een langen, breedten maar ondiepen ijzeren ketel, waaronder gestookt kan worden; werd deze oplossing onmiddellijk ingedampt dan zou het zout, aanvankelijk misschien wit, na eenigen tijd aan lucht en licht te zijn blootgesteld geweest, geel of zelfs rood kunnen worden door in de oplossing voorkomende ijzer-zouten. Op zeer eenvoudige wijze wordt in zoutziederijen deze oplossing van ijzerverbindingen bevrijd, men voegt daarvoor aan de oplossing soda toe waardoor eene onoplosbare ijzerverbinding ontstaat; veronderstellen wij bijv. dat er in oplossing FeSO^4 voorkomt dan wordt door de soda onoplosbaar FeCO^3 gevormd.



Om deze onoplosbare ijzerverbinding te verwijderen zou men op nieuw kunnen filtreren; op eene meer eenvoudige wijze geschiedt zulks door toevoeging van aluin, door nog onveranderde soda ontstaat eene onoplosbare verbinding: aluinaarde, die zeer geleichmatig is en bij verwarming langzamerhand aan de oppervlakte komt en daarbij alle in de vloeistof aanwezige troebele deeltjes medeneemt, deze worden verwijderd en daarna de vloeistof ingedampt. Wanneer de verdamping langzaam plaats heeft, zóó dat het vocht niet kookt, dan worden er groote kristallen gevormd (z.g. kaaszout), is de vloeistof daarentegen in voortdurende beweging, zooals bij het koken bijv., dan ontstaan kleine kristalletjes, het z.g. fijnzout.

De belangrijkste natriumverbinding is de koolzure natron, gewoonlijk enkel soda genoemd. De soda Na^2CO^3 wordt uit het keukenzout vervaardigd, het wordt daarvoor eerst in zwavelzure natron veranderd door NaCl met vitriool te verhitten, het zoutzuurgas dat daarbij vrijkomt wordt in water opgelost en vormt het in den handel voorkomende zoutzuur of geest van zout



De zwavelzure natron wordt dan gegloeid met houtskool, waardoor het in Na^2S overgaat en met krijt, Ca CO^3 ; de koolzure kalk werkt bij hooge temperatuur ontledend op Na^2S in en wel op de volgende wijze:



Het krijt, dat in overmaat aanwezig moet zijn, gaat bij die verhitting in CaO over



dat met CaS eene in water onoplosbare verbinding vormt; wanneer dus de

gegloeide massa met water wordt uitgeloozd, komt de soda in oplossing waaruit door indamping kristallen van soda verkregen worden, die samengesteld zijn $\text{Na}^2\text{CO}^3 \cdot 10 \text{H}^2\text{O}$.

Door verbranding van zeeplanten kan ook uit de asch koolzure natron verkregen worden.

Door koken met kalkmelk wordt uit koolzure soda bijtende soda of natriumhydroxid Na OH gemaakt op dezelfde wijze als bijtende kali uit potasch; bijtende soda wordt veel bij de bereiding van zeep gebruikt. Het metaal natrium wordt op overeenkomstige wijze uit soda verkregen, als kalium uit potasch verkregen wordt, ook de inwerking van natrium op water is geheel overeenkomstig aan die van kalium op water.

Natriumnitraat of salpeterzure natron komt in groote hoeveelheid in Chili voor en wordt o. a. gebruikt voor de bereiding van salpeterzuur.

Zwavelzure natron, ook wel Glauberzout genoemd, kan uit keukenzout door verwarming met zwavelzuur verkregen worden:



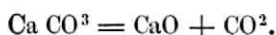
Het gekristalliseerde zout is samengesteld $\text{Na}^2\text{SO}^4 \cdot 10 \text{H}^2\text{O}$.

De natriumzouten deelen aan de vlam in gloeienden toestand eene gele kleur mede.

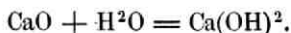
§ 31. CALCIUM Ca, BARIUM Ba EN STRONTIUM Sr.

Deze metalen komen in de natuur als koolzure en zwavelzure zouten voor; vooral belangrijk zijn de kalkzouten. Koolzure kalk Ca CO^3 komt in verschillende vormen voor, 1^e gekristalliseerd als kalkspath, marmer en als druipsteen, 2^e amorph als krijt en als hoofdbestanddeel van de schaal der weekdieren. Zwavelzure kalk komt ook gekristalliseerd voor en draagt den naam van gips en albast.

Koolzure kalk verliest bij sterke verhitting koolzuur en gaat over in gebrande of ongebluschte kalk



De gebrande kalk verbindt zich onder sterke warmteontwikkeling met water en vormt de gebluschte kalk



Gebluschte kalk met zand gemengd wordt tot metselspecie gebruikt; bij ons wordt die gebrande kalk veel gemaakt uit schelpen in de kalkovens en draagt den naam van schelpkalk, in België wordt daarvoor voornamelijk krijt gebruikt en onder den naam van kluitkalk in den handel gebracht.

De innige verbinding van de metselspecie met de steenen berust op de vorming van kiezelzure- en koolzure kalk.

Het in de natuur voorkomende gips $\text{Ca SO}^4 \cdot 2\text{H}^2\text{O}$ verliest bij verhitting zijn kristalwater en gaat over in z.g. gebrand gips, dat de eigenschap bezit om, met water aangemengd wordende, zich daarmede weder te verbinden en alzoo opnieuw in eene vaste stof over te gaan. Het wordt daarom veelvuldig gebruikt voor het vervaardigen van ornamenten, beelden enz.; het

met water tot eene dunne brij aangeroeerde gips wordt in vormen gegoten, waarin het na eenigen tijd vast wordt. Om de beelden van gips beter tegen de inwerking van water en vochtige lucht bestand te maken, worden zij dikwijls gedrenkt met stearinezuur, waardoor de oplosbaarheid van gips in water veel geringer wordt.

Gips komt in den bodem zeer verspreid voor, het is daarom ook dat men in welwater bijna altijd gips in meerdere of mindere mate opgelost vindt.

Koolzure kalk is in zuiver water onoplosbaar; bevat het water evenwel koolzuurgas in oplossing, hetgeen bijna altijd het geval is, dan werkt zulk water oplossend op koolzure kalk: wordt door koken of op eene andere wijze (bijv. door water aan de lucht te laten staan) het koolzuur uitgedreven, dan scheidt zich de koolzure kalk onoplosbaar af. In de natuur vormt zich op die wijze de z.g. druipsteen. Deze druipsteenvormingen, ook wel stalactieten en stalagmieten genoemd, ontstaan in open ruimten in krijtbergen, welke daarin door vulcanische werking of door het water gevormd zijn; het koolzuurhoudende water, regenwater bijv., dat op zulk een krijtberg valt, sijpelt lang-

zamerhand door het krijt heen en lost eene geringe hoeveelheid daarvan op; zoodra deze oplossing tot aan het gewelf van zulk een ruimte is doorgedrongen verliest het water een deel van zijn koolzuur, waardoor niet alle koolzure kalk opgelost kan blijven maar kleine kristalletjes van Ca CO_3 afscheiden, die langzamerhand tot dikwijls zeer grillige figuren aangroeien. (Baumannshöhle i/d Harz, Grot van Hann enz.). Nevenstaande fig. 58 kan daarvan eenigszins eene voorstelling geven.

Phosphorzure kalk is een hoofdbestanddeel van de beenderen van menschen en dieren, ook komt het als mineraal voor.



Fig. 58.

Koolzure kalk geeft met HCl onder opbruising Ca Cl^2



indien deze oplossing tot droog toe verdampt en daarna gesmolten wordt verkrijgt men watervrij chloorcalcium, dat zich zeer gemakkelijk met water verbindt en daarom o. a. tot het drogen van gasen gebruikt wordt.

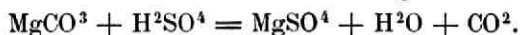
Chloorkalk of bleekpoeder wordt gemaakt door chloor over gebluschte kalk te leiden.

Barium en Strontium komen ook als koolzuur en zwavelzuur zout in de natuur voor; de bereiding der verschillende zouten heeft op overeenkomstige wijze plaats als voor de kalkzouten is opgegeven.

Strontiaanzouten deelen in gloeienden toestand eene carmozijnroode, bariumtoezouten eene groene kleur aan de vlam mede; veel gebruik wordt van die eigenschappen gemaakt bij de bereiding van rood en groen Bengaalsch vuur.

§ 32. MAGNESIUM Mg.

Dit metaal komt met chloor verbonden als chloormagnesium MgCl^2 in het zeewater voor, ook vormt het een bestanddeel van verschillende mineralen, zoo bijv. bestaan serpentijn, speksteen, talk en meerschium uit kiezelzure magnesia; verder vinden wij Magnesiet MgCO^3 en Dolomiet, een mengsel van koolzure kalk en koolzure magnesia. Zwavelzure magnesia is in de geneeskunde onder den naam van Engelsch zout of bitterzout bekend en kan uit koolzure magnesia door zwavelzuur worden verkregen



De in water oplosbare magnesiumzouten smaken bitter. Het metaal magnesium kan verkregen worden door droog MgCl^2 met natrium te smelten: $\text{MgCl}^2 + \text{Na}^2 = \text{Mg} + 2 \text{NaCl}$. Het is een licht, zilverglaanzend metaal, dat met een zeer fel licht verbrandt tot MgO , dit licht kan bij het maken van photographieën het zonlicht vervangen.

§ 33. ALUMINIUM Al.

Het aluminium komt niet vrij in de natuur voor maar in zeer groote hoeveelheid in verschillende verbindingen; zoo komt het met zuurstof verbonden voor, Al^2O^3 samengesteld, als Korund, Robijn en Sapphir. Zeer veel Al^2O^3 , meestal aluinaarde genoemd, komt met kiezelzuur verbonden voor. De veldspath o. a. bestaat uit kiezelzure aluinaarde en kiezelzure kali, uit die zelfde bestanddeelen, maar in eene andere verhouding, bestaat ook glimmer (mica); ook het topaas, tourmalijn, granaat bevatten als hoofdbestanddeel kiezelzure aluinaarde. Deze mineralen vormen bestanddeelen van verschillende gebergten, bijv. graniet bestaat uit veldspath, glimmer en quartz, door de inwerking van lucht en water verbrokkelen en ontleden alle gesteenten, zij verweeren zooals men dat noemt; sommige der bestanddeelen worden dan dikwijls door het water opgelost. Deze verweerde gesteenten worden meestal door de rivieren naar lager gelegen plaatsen medegevoerd, waardoor zulk water meestal troebel ziet; indien de rivier buiten hare oevers treedt, zooals dat voornamelijk in vroegere tijden veelvuldig plaats had, dan bezonken die kleine deeltjes op het overstroomde land en hierdoor vormde zich langzamerhand eene laag van die verschillende stoffen, die bij ons onder den naam van klei bekend is. In enkele gevallen gebeurt het, dat bij verweering van een gesteente de kiezelzure aluinaarde in nagenoeg zuiveren toe-

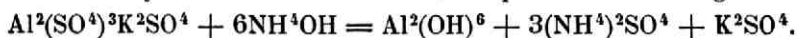
stand terug blijft, zij wordt dan porseleinaarde of Kaolin genoemd, in minder zuiveren vorm draagt zij den naam van pijpaaarde, klei, leem, mergel enz. De klei is als bestanddeel van den bodem zeer belangrijk, ook dient zij voor de bereiding van metselsteen, pannen, aardewerk enz. De zuivere kiezelzure aluinaarde vormt de voornaamste grondstof voor het porselein; Kaolin is evenwel onsmeltbaar, het wordt daarom vermengd met veldspath en quartz, waardoor het min of meer smeltbaar wordt. De uit dit mengsel, meestal door middel van eene draaischijf, gevormde voorwerpen worden eerst zwak gegloeid en daarna met een mengsel bedekt, dat uit diezelfde bestanddeelen bestaat, waarin evenwel meer veldspath en quartz voorkomt, en daardoor iets gemakkelijker smeltbaar is; deze met glazuur z.g. voorziene voorwerpen worden nu aan eene *zeer* hooge temperatuur blootgesteld, waarbij het glazuur en ook de overige massa min of meer in smelting komt. Hoe hooger de temperatuur is geweest, waaraan de voorwerpen bij het bakken zijn blootgesteld geweest, zooveel harder worden zij en zooveel beter zijn zij tegen verandering van temperatuur bestand. Worden de voorwerpen, uit die zelfde grondstoffen vervaardigd, zonder van glazuur voorzien te zijn aan eene zeer hooge temperatuur blootgesteld, dan verkrijgt men het z.g. biscuit, dat een marmerachtig voorkomen bezit.

Voor mindere soorten van aardewerk wordt dikwijls een gemakkelijker smeltbaar glazuur gebruikt, waarin verschillende metaaloxiden, zooals lood- en tin-oxid voorkomen; zulke voorwerpen zijn veel minder hard dan porseleinen.

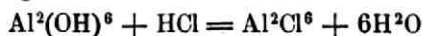
Eene belangrijke aluminiumverbinding is de aluin, een dubbelzout uit zwavelzure aluinaarde en zwavelzure kali bestaande $\text{Al}^2(\text{SO}^4)^3 \text{K}^2\text{SO}^4 24 \text{H}^2\text{O}$.

Dit zout kan o. a. uit kaolin gemaakt worden door koking met zwavelzuur; onder afscheiding van kiezelzuur ontstaat zwavelzure aluinaarde, aan deze oplossing wordt zwavelzure kali toegevoegd waardoor bovengenoemd zout bij indamping zich in den vorm van kristallen afscheidt. Aluin wordt veel gebruikt als bijtmiddel (mordant) in de ververij. Aluinaarde kan zich met in oplossing voorkomende kleurstoffen verbinden en vormt dan de lakken, die met water aangeroerd de z.g. waterverf vormen; men kan deze o. a. bereiden door een aftreksel van Provinciehout in water te vermengen met eene aluinoplossing, waaraan soda wordt toegevoegd; deze laatste slaat aluinaarde uit de aluin neêr, welke met de kleurstof eene onoplosbare verbinding vormt.

Wanneer aan eene oplossing van aluin ammonia wordt toegevoegd, dan slaat aluminiumhydroxid als eene in water onoplosbare verbinding neêr:



Uit dit aluminiumhydroxid kan door overgieting met zoutzuur aluminiumchlorid worden verkregen



dat in gedroogden toestand met Na gegloeid wordende het metaal Aluminium oplevert

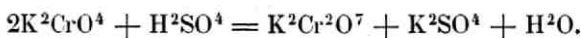


Het aluminium is een zeer licht metaal en wordt aan de lucht nagenoeg

niet veranderd, het wordt daarom wel gebruikt voor het vervaardigen van fijne balansen. Een alliage van koper met 10 pCt. aluminium vormt het aluminiumbrons, dat in kleur veel overeenkomst heeft met goud.

§ 34. CHROMIUM Cr.

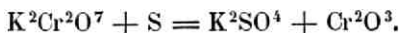
Het chromium komt in de natuur met zuurstof en ijzer verbonden voor, draagt als mineraal den naam van chroomijzersteen en is samengesteld FeO , Cr^2O^3 . Het voornaamste zout dat hieruit bereid wordt is de dubbel-chroomzure kali $\text{K}^2\text{Cr}^2\text{O}^7$. De chroomijzersteen wordt daarvoor met K^2CO^3 en KNO^3 gesmolten, waardoor het Cr^2O^3 in K^2CrO^4 overgaat, dat in water hoogst gemakkelijk met eene gele kleur oplost, terwijl het FeO in Fe^2O^3 overgaat dat onoplosbaar terugblijft. Uit deze gemakkelijk oplosbare chroomzure kali wordt door toevoeging van verdund zwavelzuur dubbelchroomzure kali gevormd.



Bij indamping van deze vloeistof worden gemakkelijk rood gekleurde kristallen van het zuivere zout verkregen. De waterige oplossing van het zout vormt met eene loodzoutoplossing eene geel gekleurde onoplosbare verbinding, die als verfstof in gebruik is en chromaatgeel wordt genoemd, de vorming daarvan kan door de volgende formule worden voorgesteld.



In verdund salpeterzuur is chromaatgeel onoplosbaar, het lost evenwel op in kali- en ook in natron-loog. Het chroomoxid Cr^2O^3 wordt ook als groene verfstof gebruikt, dit kan uit dubbelchroomzure kali door verhitting met zwavel worden bereid.



Door koking met water lost de zwavelzure kali op en blijft het chroomoxid terug.

§ 35. IJZER Fe.

Het ijzer komt met zuurstof verbonden in verschillende mineralen voor, bijv. in de magneetijzersteen Fe^3O^4 , ijzerglans en roodijzersteen Fe^2O^3 , bruinijzersteen $\text{Fe}^2(\text{OH})^6$ en ijzerspath FeCO^3 . Al deze mineralen in min of meer zuiveren toestand worden voor de bereiding van ijzer gebruikt. Men onderscheidt drie verschillende soorten van ijzer: gietijzer, staal- en smeedijzer; alle drie bevatten koolstof, zoo bevat gietijzer 3.5—5.9 pCt., staal 0.75—1.8 pCt. en smeedijzer 0.1—0.5 pCt. koolstof. Hoe hooger het koolstofgehalte is, hoe gemakkelijker smeltbaar het ijzer wordt, zoo smelt gietijzer bij ongeveer 1600—1700° C., staal bij 1800° en smeedijzer bij 2100° C. Op de breukvlakte is gietijzer grofkorrelig, staal fijnkorrelig, en smeedijzer vezelig. Gietijzer is niet smeedbaar, staal en smeedijzer wel; gietijzer is zeer geschikt voor gietwerk, ook van staal worden gegoten voorwerpen vervaardigd.

Uit de van te voren gerooste ertsen wordt eerst gietijzer gemaakt en

hieruit staal en smeedijzer. De bereiding van gietijzer heeft plaats in zoo- genaamde hoogovens, zie fig. 59. Ten einde in den oven de vereischte groote hitte te verkrijgen heeft de luchtaanvoer op eene bijzondere wijze plaats; door middel van metalen pijpen wordt in het benedenste gedeelte van den oven samengeperste en reeds van te voren tot ongeveer 300° C.

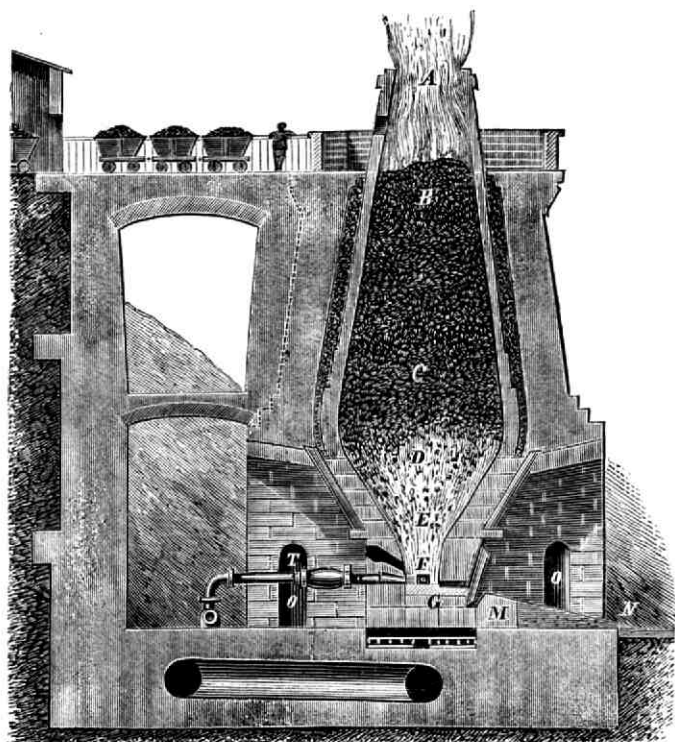
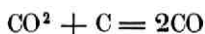
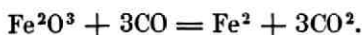


Fig. 41.

verwarmde lucht geblazen, waardoor de temperatuur daarbinnen zeer hoog kan worden. De hoogoven wordt gevuld met afwisselende lagen brandstof (houtskool of cokes) en geroost erts, dat vermengd is met slakvormende stoffen. Onder slak wordt bij de metaalbereiding eene bij verhitting smeltbare minerale stof verstaan; voor de ijzerbereiding wordt daarvoor meestal quarz en kalkbevattende gesteenten genomen. In het benedenste gedeelte van den oven verbrandt de koolstof tot CO^2 , dat in hooger gelegen lagen met gloeiende kool in aanraking komt en daardoor verandert in CO.



dat aan het ijzeroxid de zuurstof onttrekt



Het gevormde CO^2 wordt op nieuw door koolstof in CO veranderd, waar-

door wederom ijzeroxid gereduceerd wordt enz. Het gereduceerde ijzer, dat in zuiveren toestand nagenoeg onsmeltbaar is, neemt in dat gedeelte van den hoogoven, waar de temperatuur 1000—1500° C. bedraagt, koolstof op en iets lager waar de temperatuur 1500—1700° C. is gaat het te gelijker tijd met de slakvormende stoffen in smelting over; deze gesmolten glasachtige stof omgeeft het gesmolten ijzer en beschut dit bij het naar beneden vallen voor de oxideerende werking van de warme lucht. Naarmate het ijzer smelt en de brandstof verbrandt, wordt door de bovenopening op nieuw brandstof en erts toegevoegd. De hoogoven wordt dag en nacht gestookt tot dat hij niet meer gebruikt kan worden. Om de twaalf uren laat men het ijzer, nadat de slak, die lichter is en dus boven drijft is weggenomen, in zandvormen afvloeien.

Om van het gietijzer smeedijzer te maken moet aan het eerste koolstof worden ontnomen, hetgeen verkregen kan worden door gesmolten gietijzer bij toetreding van lucht te verhitten, de koolstof verbrandt daardoor gedeeltelijk; om aan alle deelen gelijkmatig koolstof te onttrekken moet het voortdurend geroerd (gepuddeld) worden, door dat koolstofverlies wordt de massa taaier omdat het moeilijker smeltbaar wordt; deze halfvloeibare stukken (wolven genoemd) worden daarna onder stoomhamers uitgesmeed om het ijzeroxid wat te gelijker tijd gevormd is en andere onzuiverheden uit het ontstane smeedijzer te verwijderen.

Het staal kan gemaakt worden door smeedijzer met eene zekere hoeveelheid gietijzer samen te smelten of door aan gietijzer eene geringere hoeveelheid koolstof te onttrekken dan voor de bereiding van smeedijzer. Ook kunnen smeedijzer en staal gemaakt worden door lucht door gesmolten gietijzer te blazen; bij de bereiding van smeedijzer moet dat invoeren van lucht iets langer plaats hebben dan voor de bereiding van staal. (Methode van Bessemer). Staven smeedijzer kunnen in staal veranderd worden door deze geruimen tijd bij afsluiting van lucht met een koolstofhoudend poeder te verhitten en dan langzaam af te laten koelen.

Wanneer staal plotseling wordt afgekoeld, door het nog gloeiend zijnde bijv. in koud water te dompelen wordt het zeer hard, maar tevens broos. De broosheid kan hieraan ontnomen worden, terwijl het de hardheid gedeeltelijk behoudt, door het geharde staal op nieuw te verhitten tot 220—316° C. en daarna langzaam te laten bekoelen.

Ijzer verbindt zich gemakkelijk met zuurstof; indien het eenigen tijd aan de lucht wordt blootgesteld ontstaat op de oppervlakte een roodbruin poeder Fe_2O_3 , dat zoo weinig samenhangend is dat de lucht voortdurend op het daaronder gelegen ijzer blijft inwerken, en kunnen op die wijze zelfs gaten in het ijzer roesten. Men bedekt daarom het ijzer wel met een metaal, waarvan het gevormde oxidhuidje de lucht belet op het daaronder gelegen metaal in te werken, zoo bijv.: met tin en ook met zink, vooral het laatste wordt tegenwoordig daarvoor veel gebruikt: zulk met zink bekleed ijzer komt onder den naam: gegalvaniseerd ijzer, in den handel en wordt o. a. gebruikt voor telegraafdraad, voor het maken van omheiningen enz. De bereiding daarvan heeft plaats door het van oxid bevrijde metaal in gesmolten zink te dompelen.

§ 36.

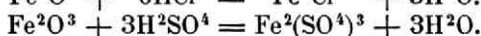
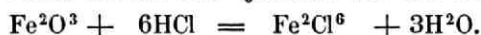
Door zoutzuur en zwavelzuur wordt het ijzer in een zout veranderd onder ontwikkeling van waterstofgas



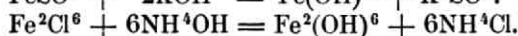
Het ijzersulfaat kristalliseert met 7 mol H^2O en wordt *koperrood* genoemd. Bij sterke verhitting ontleedt het en blijft er ijzeroxid Fe^2O^3 terug, dat met den naam van doodekop of Engelsch rood bestempeld wordt. Bovengenoemde zouten kunnen behalve uit ijzer ook uit FeO , ijzeroxidul, met diezelfde zuren worden verkregen



Er komt nog eene tweede reeks van zouten voor, die afgeleid wordt van het ijzeroxid Fe^2O^3 en ijzeroxidzouten genoemd worden, terwijl voor die van FeO afgeleid de naam van ijzeroxidulzouten gebruikt wordt. Door de ijzeroxidulzouten aan de lucht te laten staan gaan zij langzamerhand in oxidzouten over, beter bereidt men dezelve door ijzeroxid met een zuur te verhitten



Ijzeroxidzouten vormen met eene oplossing van geel bloedloogzout eene onoplosbare blauwe verbinding, het z.g. Berlijnsch blauw. Door in water oplosbare loogen wordt uit de ijzerzouten het onoplosbare hydroxid afgescheiden



Ijzer vormt ook een bestanddeel van de roode kleurstof, die aanwezig is in de roode bloedlichaampjes; de meeste ijzerverbindingen worden daarom in de geneeskunde gebruikt om het somtijds niet voldoende aanwezig zijn van dat bestanddeel te vermeerderen.

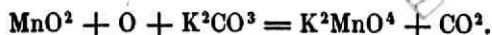
§ 37. MANGAAN Mn.

Verschillende zuurstofverbindingen van dit metaal komen in de natuur voor en worden onder den naam van bruinsteen in den handel gebracht. De belangrijkste dezer ertsen is samengesteld MnO^2 en wordt in zuiveren toestand Pyrolusiet genoemd. Het metaal mangaan kan hieruit door gloeiing met koolstof worden verkregen. Door sterke verhitting levert bruinsteen zooals wij reeds vroeger gezien hebben zuurstof



Voornamelijk wordt bruinsteen voor de bereiding van chloor gebruikt, zooals reeds vroeger bij het chloor is uiteengezet.

Door bruinsteen MnO^2 bij aanwezigheid van potasch aan de lucht te gloeien neemt het zuurstof op en vormt MnO^3 dat op K^2CO^3 op de volgende wijze inwerkt



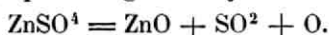
Dit zout, mangaanzure kali genoemd, lost in water met eene groene kleur op, dat door zuren zeer gemakkelijk ontleedt en dan in eene rood gekleurde oplossing van overmangaanzure kali KMnO^4 overgaat; deze oplossing wordt veel gebruikt als oxideerend middel, zij staat namelijk gemakkelijk zuurstof af vooral bij aanwezigheid van verdund zwavelzuur en verandert dan in eene kleurloze oplossing, bijv. met zwaveligzuur, zwavelwaterstof, ijzeroxidulzouten enz.

§ 38. Z I N K Zn.

Dit metaal vinden wij voornamelijk met zwavel verbonden als zinkblende ZnS en ook als z.g. galmei, samengesteld ZnCO^3 .

Voor de bereiding van zink worden deze ertsen geroost, waardoor de galmei onder verlies van CO^2 in ZnO overgaat $\text{ZnCO}^3 = \text{ZnO} + \text{CO}^2$.

Blende neemt bij roosting zuurstof uit de lucht op en verandert in ZnSO^4 , dat bij sterke verhitting op de volgende wijze ontleedt



Uit het zinkoxid wordt door sterke verhitting met koolstof het zink vrij gemaakt



Voor deze reductie is eene zeer hooge temperatuur noodig, waarbij het vrijkomend zink dampvormig ontwijkt, de verhitting heeft daarom in retorten van klei plaats, waaruit de zinkdampen in een ontvanger ontwijken en worden afgekoeld.

Bij de gewone temperatuur is het zink broos, deze broosheid verliest het evenwel wanneer het tot 100 à 150°C . verwarmd wordt, bij die temperatuur kan het gemakkelijk vervormd worden. Zink wordt behalve voor het maken van gegalvaniseerd ijzer (zie § 35) veel gebruikt voor een alliage van zink en koper, dat geelkoper of messing genoemd wordt.

Bij sterke verhitting aan de lucht verbrandt zink met eene blauwe vlam tot zinkoxid ZnO , dat veel gebruikt wordt in de plaats van loodwit voor het maken van olieverf.

Bij overgieting van zink met zoutzuur of verdund zwavelzuur ontstaat onder ontwikkeling van waterstof ZnSO^4 en ZnCl^2 .



Zinksulfaat wordt in de oogheekunde veel gebruikt, chloorzink werkt water onttrekkend, evenals zwavelzuur.

§ 39. K O P E R Cu.

Het koper komt op enkele plaatsen in onverbonden (gedegen) toestand voor, in grootere hoeveelheid evenwel in verbinding met zwavel en ijzer, het koperkies en bont kopererts bestaan uit die elementen; verder komt er een meer of minder zuiver koolzuur koper voor, dat den naam draagt van Malachiet en koperlasuur.

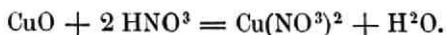
Uit koolzuurkoper kan het metaal bereid worden door het erts te gloeien, waardoor CuO gevormd wordt, terwijl CO^2 ontwijkt en daarna het koperoxid door houtskool bij hooge temperatuur te reduceeren; ook kunnen ertsen, die koolzuur koper bevatten met zoutzuur worden behandeld; onder ontwikkeling van CO^2 wordt zoutzuur koper CuCl^2 opgelost, in deze oplossing worden ijzeren platen geplaatst, waardoor het koper wordt afgescheiden



De ertsen, die uit zwavelkoper en zwavelijzer bestaan, worden geroost en daarna met slakken vormende stoffen (zie ijzerbereiding) verhit; hierdoor wordt het ijzer grootendeels in de slak opgenomen, terwijl het zwavelkoper als zoodanig terugblijft. Het zwavelkoper wordt dan bij eene hoogere temperatuur geroost, waarbij dan op eene dergelijke wijze, als bij de bereiding van zink uit zwavelzink, koperoxid ontstaat, dat door kool kan worden gereduceerd.

Zuiver koper is rood van kleur, zeer week en taai; men kan daarvan zeer dunne plaatjes (0.0026 mm.) pletten. Wanneer koper aan de lucht wordt blootgesteld verbindt het zich met zuurstof en wordt daardoor aan de oppervlakte rozerood van kleur door de vorming van koperoxidul Cu_2O ; wanneer het langer aan de lucht wordt blootgesteld gaat het in eene groene kleur over, er heeft zich dan eene verbinding van koperoxid CuO met koolzuur gevormd. Koper wordt veel gebruikt voor verschillende alliages; zoo bestaat het geel koper of messing uit koper en zink; het brons dat o. a. voor het maken van standbeelden gebruikt wordt, uit koper, zink en tin; het klokmetaal uit koper en tin; het kanonmetaal ook uit koper en tin ¹⁾; het nieuw zilver of argentaan uit koper, zink en nikkel. Onze tegenwoordige koperen munt bestaat uit koper en tin.

Door salpeterzuur wordt koper gemakkelijk aangetast; het oxideert het koper eerst tot CuO , onder ontwikkeling van stikstofoxid NO (zie bladz. 40), het gevormde koperoxid werkt op nog onontleed salpeterzuur in en vormt $\text{Cu}(\text{NO}^3)^2$

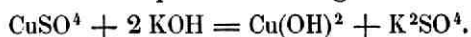


een zout, dat bij indamping in blauwe kristallen wordt afgescheiden.

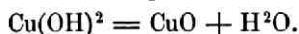
Zwavelzuur werkt op het koper bij kookhitte in, er ontstaat dan, zooals wij reeds vroeger gezien hebben, onder ontwikkeling van SO^2 , CuSO^4 . Zoutzuur tast het koper nagenoeg niet aan. Zelfs de meest verdunde zuren vormen met het koper zouten, wanneer het tegelijkertijd met de zuurstof van de lucht in aanraking is. Zoo kan het gebeuren, dat min of meer zure spijzen, die in koperen of slecht vertind koperen vaatwerk bewaard worden, koperzouten bevatten, die vergiftigingsverschijnselen kunnen teweeg brengen. In zulke spijzen kan het koper dikwijls reeds aangetoond worden door een mes gedurende eenige oogenblikken daarin te steken, op het ijzer zet zich dan een dun laagje koper af, dat aan de roode kleur gemakkelijk te her-

¹⁾ Tegenwoordig worden de meeste kanonnen uit staal vervaardigd.

kennen is. Uit koperzouten wordt door in water oplosbare loogen koperhydroxid als eene in water onoplosbare stof afgescheiden.



Door de vloeistof waarin het koperhydroxid, dat groen van kleur is, te koken, wordt het ontleed in zwart koperoxid en water



Door ammonia wordt ook uit een koperzout het hydroxid afgescheiden, dat in de overmaat van ammonia met eene blauwe kleur oplost. Geel bloedloogzout vormt met koperzouten eene roodbruine onoplosbare verbinding.

Eene zeer gevaarlijke groene koperbevattende kleurstof is het Schweinfürter groen, uit azijnzuur en arsenigzuur koper bestaande.

§ 40. LOOD. PLUMBUM. Pb.

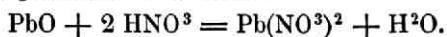
Het lood wordt in de natuur meestal, met zwavel verbonden, aangetroffen; in de delfstofkunde loodglans genoemd, samengesteld PbS . Verder vindt men het als loodcarbonaat PbCO^3 , cerussiet genoemd; in geringe hoeveelheid komen nog enkele andere loodbevattende mineralen voor. De bereiding van lood uit koolzuur lood is zeer eenvoudig en komt geheel overeen met de bereiding van koper uit koolzuur koper; het wordt eveneens eerst verhit, waarbij CO^2 wordt uitgedreven en het terugblijvende PbO wordt door koolstof gereduceerd.

Het zwavellood, dat het voornaamste looderts is, wordt eerst gedeeltelijk geroost (verhit bij toetreding van lucht) waarbij het zwavellood, evenals ieder ander zwavelmetaal, zuurstof opneemt en in loodsulfaat PbSO^4 overgaat; indien nu de toevoeropeningen voor de lucht worden afgesloten en de massa aan eene hoogere temperatuur wordt blootgesteld, dan werkt het nog onveranderd zwavellood op het gevormde zwavelzuur lood in en wel op de volgende wijze:



Het lood is een zeer week metaal, reeds met den nagel wordt het gekrast, aan de lucht blootgesteld wordt het geoxideerd. Lood met antimonium samengesmolten dient voor het maken van drukletters, een mengsel van lood en tin wordt als soldeermetaal gebruikt.

Salpeterzuur werkt op het lood gemakkelijk in, zelfs vrij sterk verdund salpeterzuur tast het aan; het salpeterzuur werkt op het metaal oxideerend en wel op eene overeenkomstige wijze als op het koper, het staat zoo lang zuurstof af, totdat één stikstofatoom nog met één zuurstofatoom verbonden is, er ontwijkt dus NO , stikstofoxid, terwijl het gevormde PbO met nog onontleed salpeterzuur, salpeterzuur lood vormt.



Zoutzuur werkt op het lood nagenoeg niet in, dit zelfde geldt ook voor het zwavelzuur; wanneer evenwel kokend en geconcentreerd zwavelzuur gebruikt wordt dan ontstaat zwavelzuur lood PbSO^4 , onder ontwikkeling van SO^2 . (De inwerking is gelijk aan die van zwavelzuur op koper.) Door de

geringe inwerking van het zwavelzuur op lood, wordt dit metaal ook gebruikt bij de bereiding van zwavelzuur voor de z.g. looden kamers.

Het loodoxid wordt door nagenoeg *alle* zuren in zouten veranderd. Deze inwerking is van belang omdat somtijds op die wijze loodzouten, die zeer vergiftig zijn, in onze spijsen kunnen komen. Voor het koken van spijsen toch worden dikwijls z.g. geëmailleerde pannen gebruikt, dit zijn ijzeren pannen, die met een email- of glazuurlaag bedekt zijn. De bestanddeelen van zulk een glazuur kunnen zeer verschillend zijn: dikwijls wordt daarvoor o. a. gebruikt loodoxid, dat, vermengd met zand, veldspath en andere stoffen, op de voorwerpen gebracht wordt, die dan door verhitting eene glasachtige laag op het metaal vormen. Hoe grooter de hoeveelheid loodoxid is, die in dit mengsel voorkomt, hoe gemakkelijker smeltbaar het wordt, maar tevens blijft dan het loodoxid gedeeltelijk in onverbonden toestand (het andere verbindt zich met kiezelzuur tot kiezelzuur lood) met de overige bestanddeelen *vermengd*, en het is dit loodoxid, dat door, zelfs de meest verdunde zuren, (zooals o. a. in zuur smakende groenten voorkomen) wordt opgelost en tot vergiftigingsverschijnselen aanleiding kan geven. Ook voor enkele soorten van glas wordt loodoxid als grondstof gebruikt, zoo bijv. voor prisma's aan candelabres, voor lenzen in physische toestellen enz., het lichtbrekend vermogen van het glas is daardoor veel grooter.

Lood, dat tevens met lucht in aanraking is, lost gemakkelijk in zuiver water op; het komt dan ook niet zelden voor, dat in regenwater, dat door middel van looden goten wordt opgevangen, dit metaal in oplossing wordt gevonden. Het lood kan daarin gemakkelijk worden aangetoond, door er zwavelwaterstof bij te voegen, waardoor, bij aanwezigheid van lood, zwart, in water en in verdunde zuren onoplosbaar, zwavellood ontstaat. Wanneer het water kalkzouten opgelost bevat, hetgeen met putwater meestal het geval is, wordt het lood *niet* opgelost, omdat kalkzouten zich tegen den binnenwand van de looden buis afzetten en daardoor wordt de oplossende werking van het water op het lood verhinderd.

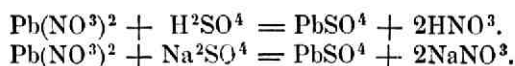
Wanneer lood, in gesmolten toestand, met lucht in aanraking is, dan wordt het langzamerhand veranderd in loodoxid PbO , wanneer dit bij een temperatuur van ongeveer $450^{\circ} C.$ met de lucht eenigen tijd in aanraking blijft, zoo neemt het zuurstof op en gaat over in menie Pb^3O^4 , eene veel gebruikt wordende verfstof.

Eene tweede belangrijke loodbevattende verfstof is het loodwit, voornamelijk bestaande uit koolzuur lood. De bereiding hiervan heeft op de volgende wijze plaats. In aarden potten wordt op den bodem eene laag gewone azijn gebracht, en hierin plaatst men opgerolde looden platen; het geheel wordt met een deksel gesloten, dat evenwel niet belet, dat er nog gaswisseling tusschen de ruimten binnen en buiten de aarden potten kan plaats hebben; in ruimten, die door eenige openingen met de lucht in gemeenschap staan, worden deze potten naast elkaar geplaatst, over die potten worden planken gelegd en daarop ongeveer twee palm hoog paardenmest, dan worden op dezelfde wijze weer rijen potten geplaatst en zoo vervolgens, tot dat de geheele ruimte gevuld is. Door het broeien van de mest ontstaat warmte en ontwikkelt uit de mest koolzuurgas, door de warmte verdampt de azijn

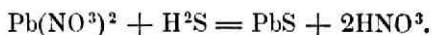
en komt met de looden plaat in aanraking, door de te gelijker tijd aanwezige lucht wordt azijnzuur lood gevormd, dat door het koolzuur ontleed wordt, er ontstaat koolzuur lood en het azijnzuur wordt weder vrij, dat op nieuw ander lood in azijnzuur lood verandert en zoo vervolgens. Na eenigen tijd wordt het gevormde loodwit van de looden platen afgestreeken.

Eene oplossing van azijnzuur lood (loodsuiker) geeft met eene oplossing van chroomzure kali eene gele onoplosbare verbinding van chroomzuur lood, dat in den handel wordt gebracht onder den naam van chromaatgeel, dat ook als verfstof veel gebruikt wordt.

Loodzouten worden in oplossing door zwavelzuur, of door een in water opgelost zwavelzuurzout, veranderd in wit, in water en in zuren onoplosbaar loodsulfaat



Door H^2S ontstaat met eene loodzout-oplossing bruinzwart zwavellood PbS



Loodoxid is oplosbaar in eene oplossing van azijnzuur lood in water, en draagt den naam van loodazijn; met water verdund, wordt loodazijn in de chirurgie gebruikt en wordt Eau de Goulard genoemd. Loodazijn heeft evenals dierlijke kool het vermogen om aan gekleurde oplossingen (indien de kleurstof althans van plantaardigen of dierlijken oorsprong is) de kleurstof in onoplosbaren toestand af te scheiden.

§ 41. TIN. STANNUM Sn.

Het tin komt in de natuur met zuurstof verbonden voor SnO^2 , het draagt den naam van tinsteen, vooral op Banca en Billiton komt het in zeer zuiveren toestand voor, ook wordt vandaar het zuiverste tin in den handel gebracht. De bereiding is zeer eenvoudig, het erts wordt in schachtovens door koolstof gereduceerd



Daar het tin zeer goed tegen de inwerking van de lucht bestand is, wordt het veel gebruikt, om daarmede andere metalen te bedekken, voornamelijk ijzer en koper. Het vertinnen dezer voorwerpen heeft gemakkelijk plaats door het met verdund zwavelzuur blank gemaakte metaal, in gesmolten tin te dompelen. Ook kunnen die metalen vertind worden door ze, volkomen blank gemaakt zijnde, te overgieten met eene oplossing van 200 Gr. tinzout, SnCl^2 , 300 Gr. aluin, 200 Gr. wijnsteen in 100 liter water en daar de voorwerpen gedurende ongeveer acht uren mede in aanraking te laten.

Door zoutzuur wordt het tin gemakkelijk aangetast, er ontstaat dan SnCl^2 , onder ontwikkeling van waterstofgas

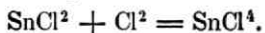


bij verdamping dezer oplossing ontstaan kristallen, die samengesteld zijn $\text{SnCl}^2 \cdot 2\text{H}^2\text{O}$, meestal wordt dit in den handel tinzout genoemd; veel wordt

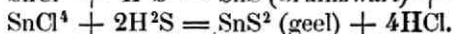
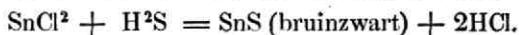
het in de katoenververijen en drukkerijen als bijtmiddel gebruikt, de kleur wordt door dit bijtmiddel dikwijls verlevendigd.

Door salpeterzuur wordt het geoxideerd tot SnO^2 , onder ontwikkeling van bruinroode dampen, NO^2 .

Wanneer eene oplossing van SnCl^2 , tinchloruur, met chloor in aanraking komt, dan gaat het in eene hoogere chloorverbinding over, SnCl^4 , tinchlorid.



Door zwavelwaterstof ontstaat uit SnCl^2 , SnS , uit SnCl^4 met H^2S , SnS^2 .



Zooals reeds bij het koper vermeld is, wordt tin veel gebruikt voor het maken van verschillende alliages; ook het Brittanniametaal, dat veel gebruikt wordt voor de vervaardiging van verschillende huishoudelijke voorwerpen, zooals koffiekannen, theepotten enz. bestaat uit tin en antimonium. Geringe hoeveelheden van andere metalen, met tin gesmolten, kunnen de eigenschappen van tin in hooge mate wijzigen, indien bijv. ongeveer een half procent koper met het tin wordt gesmolten, verkrijgt men al een vrij hard metaalmengsel, dat o. a. wel gebruikt wordt voor het maken van gedenkpenningen enz.

§ 42. KWIKZILVER. HYDRARGYRUM Hg.

De grootste hoeveelheid van dit metaal wordt gevonden in Californie en in Spanje, voornamelijk verbonden met zwavel HgS , welk mineraal den naam draagt van cinnaber; in geringer hoeveelheid komt het gedegen voor.

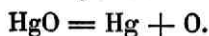
Uit cinnaber wordt door verhitting met ongebluschte kalk het kwikzilver vrijgemaakt



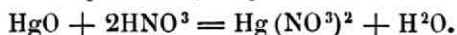
De kwikdampen, die bij deze verhitting vrij komen, worden in daarvoor bijzonder ingerichte toestellen tot vloeibaar kwikzilver, door afkoeling, verdicht. Ook door enkele roosting wordt uit cinnaber kwikzilver verkregen, terwijl de zwavel als zwaveligzuur, SO^2 , ontwijkt.

Het kwikzilver vormt met nagenoeg alle metalen alliages, die met den naam van amalgamen bestempeld worden; sommige dier amalgamen vinden eene technische toepassing, zoo bijv.: het tin-amalgaam voor het maken van spiegels, de grootste hoeveelheid wordt echter gebruikt bij de afscheiding van zilver en goud uit de deze metalen bevattende ertsen, alsook voor de vervaardiging van verschillende toestellen, zooals: barometers, thermometers, manometers enz.

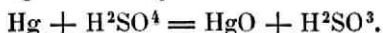
Het kwik ondergaat, aan de lucht blootgesteld, geen verandering; indien het kwik evenwel tegelijkertijd tot ongeveer 300°C . verwarmd wordt, dan verandert het langzamerhand in kwikoxid, een rood poeder, samengesteld HgO . Wordt het kwikoxid aan eene nog hoogere temperatuur blootgesteld dan verliest het de zuurstof weder geheel



Door salpeterzuur, zelfs verdund, wordt het kwikzilver reeds bij de gewone temperatuur geoxideerd tot Hg^2O , dat met nog onontleed salpeterzuur, salpeterzuur kwikoxidul $\text{Hg}^2(\text{NO}^3)^2$ vormt; wordt het kwikzilver met salpeterzuur in overmaat verwarmd, dan wordt het geoxideerd tot kwikoxid HgO , dat met nog onontleed salpeterzuur, salpeterzuur kwikoxid vormt



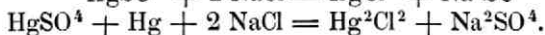
Zwavelzuur werkt koud op het kwik niet in, kokend H^2SO^4 oxideert het tot HgO terwijl zwaveligzuur ontwijkt



Het gevormde kwikoxid vormt met nog onontleed zwavelzuur HgSO^4 .

Zoutzuur werkt op kwikzilver niet in. Een paar belangrijke kwikverbindingen, die ook in de geneeskunde veel gebruikt worden, zijn het kwikchlorid HgCl^2 , en kwikchloruur Hg^2Cl^2 , het eerste wordt wel sublumaat, het laatste calomel genoemd.

Beide worden gemaakt door verhitting van droog kwiksulfaat met keukenzout, voor de bereiding van calomel moet er echter evenveel kwik aan worden toegevoegd als in het gebruikt wordend kwiksulfaat voorkomt.



Beide chloorverbindingen sublimeeren gemakkelijk, men bereidt ze daarom het best door glazen kolfjes, die slechts voor de helft met het mengsel van kwiksulfaat en keukenzout, of met HgSO^4 , Hg en NaCl , gevuld zijn te verhitten; er zet zich dan tegen het bovenste gedeelte van het kolfje de gevormde chloorverbinding af.

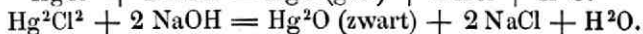
Het sublumaat lost in water op, terwijl calomel in water geheel onoplosbaar is.

Door zwavelwaterstof worden kwikzouten in zwart zwavelkwik veranderd. Wanneer in eene kwikzoutoplossing een stukje koper gelegd wordt, dan scheidt zich het kwikzilver op het koper als een zilverglanzend laagje af



Wanneer aan eene oplossing van HgCl^2 tinchloruur wordt toegevoegd dan onttrekt dit laatste chloor aan het kwikchlorid en verandert dit in in water onoplosbaar Hg^2Cl^2 , door overmaat van tinchloruur onttrekt het ook daaraan nog chloor en gaat het in metallisch kwikzilver over.

Door toevoeging van kali- of natron-loog aan eene kwikzoutoplossing, wordt het oxid afgescheiden:



Alle kwikverbindingen behooren tot de vergiften.

§ 43. ZILVER. ARGENTUM. Ag.

Dit metaal komt veel in gedegen toestand in de natuur voor, verder vormt het dikwijls een bestanddeel van loodglans en ook van koperertsen. In geringe hoeveelheid komt het met zwavel verbonden als zilverglans Ag^2S voor.

Lood uit zilverhoudende loodertsen verkregen wordt werklood genoemd; om hieruit het zilver af te scheiden wordt het in een z.g. drijfhaard, zie fig. 60, gesmolten; boven dien haard bevindt zich een ijzeren kap, waarin

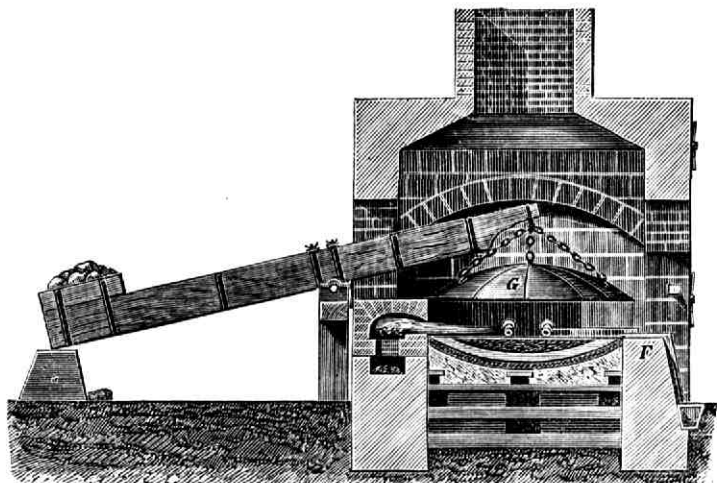


Fig. 60.

een paar openingen voorkomen, waardoor lucht aangevoerd wordt, het lood verbindt zich met de zuurstof en vormt loodoxid, dat in gesmolten toestand door den luchtstroom wordt weggevoerd, en tegen het laatst blijft een blinkend metaal terug, dat grootendeels uit zilver bestaat. De zilver bevattende koperertsen worden meestal onder toevoeging van keukenzout geroost, het zilver gaat dan in eene verbinding met chloor, AgCl , over. Deze chloorzilver be-



Fig. 61.

vattende massa wordt in eene, om eene verticale as draaibare, ton, zie fig. 61, met ijzer, kwikzilver en water geruimen tijd bewogen; het ijzer verbindt zich met het chloor van het AgCl , terwijl het zilver door het kwikzilver in een amalgaam wordt veranderd. Om uit dit amalgaam het zilver te verkrijgen wordt het op z.g. borden, die aan een verticale spil bevestigd zijn, zie fig. 62, verhit; ten einde de kwik-

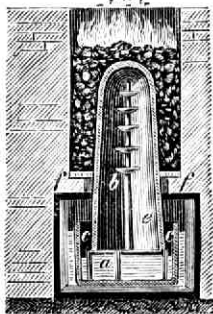


Fig. 62.

dampen niet verloren te laten gaan, wordt het geheel omgeven met een metalen klok, die van onderen door water is afgesloten, het zilver blijft op de borden terug en het kwik wordt in water gecondenseerd.

Door zuivere lucht wordt het zilver niet veranderd, zoodra evenwel eene geringe hoeveelheid zwavelwaterstof daarin voorkomt, dan wordt het aan de

oppervlakte onmiddellijk in zwavelzilver veranderd. Door koud zoutzuur en zwavelzuur wordt het zilver niet aangetast, door kokend zwavelzuur verandert het onder ontwikkeling van SO^2 in zilversulfaat Ag^2SO^4 . Salpeterzuur tast het zilver zeer gemakkelijk aan, bij verdamping der oplossing ontstaan kristallen van zilvernitraat, AgNO^3 . Dit zout kan zonder ontleding gesmolten worden, door dit in vormen te gieten kan men na bekoeling o. a. staafjes verkrijgen, die in de geneeskunde bekend zijn onder den naam van »helsche steen" (*Lapis infernalis*).

Zilveroplossingen vormen met eene oplossing van een chlorid, bijv. NaCl , onoplosbaar wit AgCl , dat in zuren onoplosbaar, in ammonia gemakkelijk oplosbaar is



Dit witte chloorzilver wordt door het licht ontleed en verkleurd; op deze verandering door het licht berust de fotografie.

Zilveren voorwerpen bestaan in den regel niet enkel uit zilver, omdat dit metaal vrij week is en dus door het gebruik spoedig zoude afslijten, het wordt daarom meestal geallieerd met koper, waardoor de hardheid vermeerdert. Het gehalte der verschillende voorwerpen aan zilver wordt door den Staat, door een zoogenaamde keur, gewaarborgd.

§ 44. GOUD. AURUM. Au.

Het goud komt uitsluitend gedegen in de natuur voor; het meest wordt dit metaal gevonden in Australië, Californië en Aziatisch Rusland.

Door het hooge soortelijk gewicht is het dikwijls mogelijk door wasschen met water, op eene eenigszins hellende oppervlakte, het goud van de andere gesteenten te scheiden. Zand van velerlei rivieren bevat goud, zoo komt o. a. in een M^3 Rhijnzand gemiddeld 0.02—1.5 gram goud voor. Dikwijls wordt voor de afscheiding van goud, van kwikzilver gebruik gemaakt, op eene dergelijke wijze, als bij de zilverbereiding besproken is.

Goud kan in nog hoogere mate dan zilver in dunne blaadjes worden verkregen, men kan namelijk goudblad verkrijgen van 0.00009 mm dikte, deze dunne plaatjes laten een groen licht door.

Door middel van goudblad worden vele voorwerpen verguld. Het vergulden in het vuur geschiedt door goudamalgaam, het blank gemaakte voorwerp wordt daarmede bedekt en dan in het vuur verhit, waardoor het kwikzilver vervluchtigt en het goud zich met het metaal aan de oppervlakte allieert. Ook langs galvanischen weg worden vele voorwerpen verguld.

Aan de lucht ondergaat het goud geen verandering, zelfs niet wanneer zij zwavelwaterstofhoudend is. Zuren tasten het goud niet aan, alleen door een mengsel van zoutzuur en salpeterzuur wordt het veranderd in goudchlorid AuCl^3 , een in water hoogst gemakkelijk oplosbaar zout. Het mengsel dier twee zuren wordt, omdat het in staat is het goud, den koning der metalen, op te lossen, met den naam van Koningswater bestempeld. Chloorgas tast het goud gemakkelijk aan en verandert het in goudchlorid.

Uit eene goudoplossing kan door eene oplossing van ijzervitriool al het goud weder in den metaaltoestand worden afgescheiden: ook eene oplossing

van zuringzuur kan voor hetzelfde doel gebruikt worden. Wanneer aan eene oplossing van goudchlorid tinchloruur, dat gedeeltelijk in tinchlorid veranderd is, wordt toegevoegd, dan ontstaat een purperkleurig neerslag, het z.g. purper van Cassius, eene verbinding die uit goud, tin en zuurstof bestaat.

Gouden voorwerpen bestaan gewoonlijk niet alleen uit goud, omdat dit metaal zeer week is en dus door het gebruik spoedig zoude afslijten, men allieert het daarom met zilver en met koper, om het eene grootere hardheid te geven. Het gehalte van gouden voorwerpen wordt door den Staat gewaarborgd. De hoeveelheid zuiver goud wordt meestal uitgedrukt in karaten, 24 karaat is zuiver goud; heeft men nu een voorwerp dat bijv. 18 karaat sterk is dan bevat dit $\frac{18}{24}$ van het gewicht aan zuiver goud. Bij benadering wordt dit bepaald door een z.g. proefsteen, die grootendeels uit kiezelzuur bestaat. Men gebruikt daarvoor proefnaalden met een bekend goudgehalte, met deze maakt men strepen op den steen, ditzelfde doet men met het te onderzoeken voorwerp; indien nu op deze strepen salpeterzuur wordt gebracht, dat *zeer weinig* zoutzuur bevat, dan lossen alle metalen op behalve het goud; men vergelijkt nu de kleuren van het terugblijvende dier verschillende strepen, de gelijk gekleurden hebben hetzelfde goudgehalte.

§ 45. PLATINUM Pt.

Ook dit metaal wordt in gedegen toestand in de natuur aangetroffen en wel voornamelijk in het Uralgebergte, meestal wordt het begeleid door andere metalen, zooals: palladium, iridium, goud, koper, ijzer enz. Door het erts te wasschen op de wijze, zooals bij het goud is vermeld, wordt een erts verkregen dat ongeveer 75 % platinum bevat; door dit in sijn verdeelden toestand met kwikzilver te schudden wordt het daarin voorkomende goud in goud-amalgaam veranderd, terwijl het platinum terugblijft.

Dit nog onzuivere platinum wordt in koningswater opgelost (andere zuren tasten het platinum niet aan), waardoor platinchlorid, $PtCl^4$, wordt gevormd, hieraan voegt men eene oplossing van chloorammonium toe, waardoor al het platinum als eene onoplosbare dubbelverbinding wordt afgescheiden, die samengesteld is $PtCl^4, 2NH^4Cl$. Door gloeiing dezer verbinding blijft het platinum terug. Het platinum wordt voornamelijk gebruikt voor de vervaardiging van chemische utensilien, alsook voor het concentreeren van zwavelzuur in de zwavelzuur-fabrieken.

§ 46. EENIGE BELANGRIJKE KOOLSTOFVERBINDINGEN.

De koolstofverbindingen werden vroeger vereenigd onder den naam »Organische scheikunde», terwijl de scheikunde der overige elementen met dien van Anorganische werd bestempeld. In het begin van deze eeuw nog meende men, dat de koolstofverbindingen, die in planten of in het dierlijk lichaam voorkomen, alléén onder invloed van eene onbekende kracht, die men levenskracht noemde, konden gevormd worden. Men was toen namelijk niet in staat, deze uit de elementen op te bouwen, hetgeen met de verbindingen

der overige elementen wel het geval was; keukenzout bijv. kan men maken door chloorgas en natrium op elkaar in te laten werken enz. Later werden verbindingen, die in planten en in het dierlijk lichaam gevormd worden, kunstmatig uit de samenstellende elementen opgebouwd, zooals bijv.: mierenzuur, een zuur dat in de mieren voorkomt; zuringzuur, een zuur dat in de zuringplant wordt aangetroffen en nog vele andere verbindingen. Hiermede moest dus ook het scherpe onderscheid tusschen organische en anorganische scheikunde vervallen; men moet uit het hier medegedeelde evenwel niet afleiden, dat alle in het planten- en dierenrijk voorkomende verbindingen kunstmatig kunnen worden verkregen, maar toch wordt dat aantal voortdurend grooter.

Het aantal koolstofverbindingen is buitengewoon groot, zelfs grooter dan dat van alle andere elementen te zamen; uit deze groote reeks van stoffen zullen wij eenige der belangrijkste en meest voorkomende nader bespreken.

Het element koolstof en de verbindingen met zuurstof hebben wij reeds vroeger besproken. Tot de eenvoudigste verbindingen behooren dan in de eerste plaats die, welke alleen uit koolstof en waterstof bestaan en daarom koolwaterstoffen genoemd worden.

Een groot aantal dezer verbindingen vertoont eene zekere regelmatigheid, wat hunne samenstelling betreft, men kan deze namelijk door de algemeene formule C^nH^{2n+2} voorstellen, waaruit dus blijkt, dat het aantal waterstofatomen in het molecuul altijd gelijk is aan het dubbele aantal koolstofatomen vermeerderd met twee; zoo zal dus de samenstelling der koolwaterstof met één koolstofatoom in het molecuul samengesteld zijn $C^1H^2 \times 1 + 2 = CH^4$, die met 2 at. C, $C^2H^2 \times 2 + 2 = C^2H^6$, de volgenden C^3H^8 , C^4H^{10} , C^5H^{12} enz.

De eerste dezer koolwaterstoffen, het CH^4 , draagt den naam van mijngas, moerasgas of ook wel licht koolwaterstofgas, het ontstaat namelijk in steenkolenmijnen door ontleding van steenkolen, in moerassige streken bij de ontleding van planten, die door water zijn afgesloten en ook vormt het een bestanddeel van steenkolengas. In de steenkolenmijnen vormt zich voortdurend door langzame ontleding der steenkolen ditzelfde gas, dat, wanneer het in eene bepaalde verhouding met lucht gemengd zijnde, in aanraking met een brandend voorwerp komt, ontploft en dan dikwijls groote rampen veroorzaakt (Lamp van Davy, zie bladz. 59).

De meeste dezer koolwaterstoffen C^nH^{2n+2} vormen een bestanddeel van de petroleum; de wijze waarop deze in den bodem gevormd is wordt verschillend verklaard. Eene ontstaanswijze, die daarvoor o. a. wordt opgegeven is deze, dat zij door ontleding van bruinkolen of steenkolen langzamerhand gevormd zoude zijn; de bij deze ontleding ontstane gassen konden door de groote drukking van de daarboven zich bevindende aardlagen tot eene vloeistof worden verdicht. In de grootste hoeveelheid worden petroleumbronnen in Noord-Amerika gevonden, ook in Hannover worden in den laatsten tijd dergelijke bronnen geëxploiteerd. De ongezuiverde petroleum is groen, bruin of zwart gekleurd. Door verhitting worden reeds bij eene temperatuur ver beneden 100° C. hieruit verschillende verbindingen vervluchtigd, die door afkoeling eene vloeistof vormen, die in den handel komt onder den naam van petroleumaether en petroleumnaphta.

De petroleumaether wordt wel gebruikt als oplosmiddel voor vet en olie, het uittrekken van olie uit sommige zaden heeft wel daardoor plaats; door zachte verhitting wordt de aether weder vervluchtigd terwijl de olie terug blijft, door de aetherdampen af te koelen wordt zij onveranderd terug gekregen en kan dus telkens op nieuw gebruikt worden. Het gedeelte van de ruwe petroleum, dat in lampen gebruikt wordt, gaat eerst bij veel hogere temperatuur over. Petroleumaether of -naphta mag niet bij de voor verlichting gebruikt wordende petroleum voorkomen, omdat door de gemakkelijke vervluchtiging dier stoffen voor ontploffing vatbare gasmengsels ontstaan kunnen. Men moet daarom petroleum tot minstens 50° C. kunnen verwarmen zonder dat er voor verbranding vatbare gassen ontwijken.

Bij nog hogere temperatuur dan die, waarbij de voor verlichting dienende petroleum overgaat, worden er verbindingen ontwikkeld, die bij afkoeling vast worden en in den handel onder den naam van paraffine voorkomen. Paraffine wordt wel gebruikt voor de bereiding van z.g. paraffine-kaarsen. Ook terpentijn is eene vloeistof, die alleen uit koolstof en waterstof bestaat, deze wordt verkregen door hars, van verschillende soorten van pijnboomen afkomstig, met water te destilleeren.

§ 47.

Eene tweede groep van koolstofbevattende stoffen wordt gevormd door de alcoholen; verbindingen, die uit koolstof, waterstof en zuurstof bestaan. Op eenvoudige wijze is de samenstelling dezer verbindingen uit die der koolwaterstoffen af te leiden, men vervangt daarvoor één waterstofatoom door de groep OH, de algemeene formule waardoor de alcoholen dus kunnen worden voorgesteld is: $C_nH^{2n} + 1OH$.

Van deze groote groep zijn voornamelijk de beide eersten van veel belang, de alcoholen met één en met twee koolstofatomen, samengesteld CH^3OH en C^2H^5OH . De eerste wordt methyl-, de tweede aethyl-alcohol of ook wel alleen alcohol genoemd.

Methylalcohol wordt verkregen door hout, bij afsluiting van lucht, bijv. *droge destillatie* in eene retort aan sterke verhitting bloot te stellen. Wanneer men de verschillende gasvormige verbindingen, die in groot aantal gevormd worden, afkoelt, dan worden deze voor een groot gedeelte tot een vloeistof verdicht, terwijl anderen gasvormig blijven en gedeeltelijk voor verbranding vatbaar zijn; onder deze laatsten behoort o. a. waterstofgas, moerasgas CH^4 en kooloxid CO , deze verbranden met eene niet lichtgevende vlam; leidt men deze gassen evenwel door eene koolstofrijke vloeistof, die gemakkelijk verdampt, bijv. petroleumaether, dan is zulk gas voor verlichting te gebruiken, hetgeen ook op enkele plaatsen in toepassing wordt gebracht. De bruin gekleurde vloeistof, die door afkoeling der gassen ontstaan is, bestaat uit twee lagen, waarvan de onderste, tevens de zwaarste, voornamelijk uit creosoot en dergelijke verbindingen bestaat, gewoonlijk houtteer genoemd; deze wordt gebruikt voor het creosoteeren van hout, waardoor het hout veel langer voor rotting bewaard blijft.

De boven de houtteer zich bevindende waterige vloeistof (de houtteer is meer olieachtig) bevat voornamelijk azijnzuur en methylalcohol. Wanneer

deze vloeistof, na toevoeging van gebluschte kalk, waardoor het vluchtige azijnzuur in niet vluchtigen azijnzuren kalk overgaat, wordt gedestilleerd dan verkrijgt men de z.g. houtgeest, voornamelijk uit methylalcohol bestaande. Houtgeest wordt veel gebruikt om te branden en wordt daarom wel brandspiritus genoemd; ook wordt de ruwe houtgeest veel gebruikt voor het z.g. denatureeren van gewone alcohol (aethylalcohol). Alcohol, die voor de bereiding van geestrijke dranken gebruikt wordt, is namelijk aan belasting onderhevig; om nu de bereiding dier stoffen, waarbij alcohol gebruikt moet worden, niet te bemoeielijken, wordt aan die alcohol zoodanige stof toegevoegd, waardoor zij voor inwendig gebruik onbruikbaar wordt en voor dit doel wordt de onaangenaam riekende ruwe houtgeest aangewend.

Van veel meer belang dan de methylalcohol is de alcohol met twee koolstofatomen C^2H^5OH , die gewoonlijk alleen alcohol of spiritus wordt genoemd. Deze alcohol ontstaat door gisting van eene suikeroplossing, welke gisting ontstaat door aan eene suikeroplossing bakkersgist toe te voegen; deze laatste bestaat hoofdzakelijk uit eene zeer eenvoudige samengestelde schimmelplant, zie fig. 63, die, wanneer zij zich onder gunstige omstandigheden be-

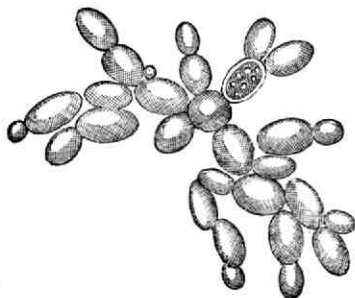


Fig. 63.

vindt sterk vermenigvuldigt, dus bij aanwezigheid van voor hare ontwikkeling noodige voedingsstoffen (eiwitstoffen en enkele minerale bestanddeelen). Indien de ontwikkeling dezer gistplant plaats heeft in eene suikeroplossing, die niet al te sterk is (die bijv. ± 20 pCt. suiker bevat) bij eene temperatuur boven 0° en onder 35° C. dan wordt het molecuul van de suiker ontleed, voornamelijk in aethylalcohol en koolzuur, dat ontwijkt; voor een zeer klein gedeelte wordt de suiker zoodanig ontleed dat er andere alcoholen

met meer koolstofatomen gezamenlijk foeselolie genoemd) gevormd worden, alsook barnsteenzuur en glycerine.

Door destillatie der gegiste vloeistof wordt de alcohol, met water verdund, verkregen; daar de zuivere alcohol reeds kookt bij 79° C. gaat de alcohol voornamelijk bij het begin der destillatie over; indien de helft der vloeistof is overgedestilleerd bevindt zich geen alcohol meer in het terugblijvende vocht. Wanneer men de vloeistof, die uit alcohol en water bestaat, opnieuw voor de helft overdestilleert, dan verkrijgt men weder sterkere alcohol en zoo voortgaande verkrijgt men na eenige destillaties eene vloeistof, waarin nog ongeveer 7 % water voorkomt, dit laatste water is door destillatie niet aan de alcohol te onttrekken. Ten einde ook dit water te verwijderen wordt de alcohol in een kolf met ongebluschte kalk eenigen tijd verwarmd (de alcohol, die hierbij vervluchtigt, moet men door afkoeling weder in de kolf laten terugvloeien); het water verbindt zich met de ongebluschte kalk en de alcohol wordt nu in watervrije, ook wel absolute alcohol genoemd, veranderd. De foeselolie bestaat grootendeels uit alcoholen, die moeilijker vluchtig worden dan water, en blijven dus, indien de temperatuur niet te hoog wordt,

voor het grootste gedeelte in den destilleerketel terug; dit zelfde geldt ook voor glycerine en barnsteenzuur. Het soortelijk gewicht van alcohol in zuiveren toestand is bij 20° C. 0.7978, een mengsel van alcohol met water heeft een hooger S. G.; door middel van hiervoor vervaardigde tabellen kan men uit het s. g. der vloeistof, die enkel uit alcohol en water bestaan, het alcoholgehalte vinden. Alcohol werkt bederfwerend (antiseptisch), vandaar dat men verschillende voorwerpen, met alcohol overgoten, langen tijd kan bewaren. (Vruchten, anatomische praeparaten enz.)

De suikeroplossing, die men laat gisten, wordt op verschillende wijzen verkregen, in de meeste gevallen uit zetmeel bevattende stoffen, zooals granen, aardappelen, rijst enz. op eene wijze die later besproken zal worden, of uit suiker bevattende vruchtensappen zooals druiven, aalbessen enz.

Alcohol vormt een bestanddeel van alle geestrijke vochten zooals: wijn, bier, likeuren enz., de bereiding hiervan zullen wij nader bespreken.

§ 48. BEREIDING VAN WIJN.

Wijn wordt bereid door het uit de druiven geperste sap, waarin o. a. ook suiker voorkomt, te laten gisten. Voor het maken van rooden wijn worden aan het sap de pitten en de schillen van blauwe druiven toegevoegd, uit deze laatste ontstaat de roode kleurstof. Het druivensap komt, wanneer het eenigen tijd aan de lucht staat, van zelf in gisting, waardoor de suiker dezelfde ontleding ondergaat als hiervóór besproken werd; deze gisting duurt verscheidene maanden. Men behoeft aan het druivensap dáárom geen gist toe te voegen, omdat de kiemen van de gistplant meestal op de oppervlakte van de druiven voorkomen. Het z.g. bouquet van den wijn wordt ook bij de gisting gevormd, dit bestaat uit geringe hoeveelheden van grootendeels nog onbekende stoffen. In het druivensap komt zure wijnsteenzure potasch opgelost voor, die zich naarmate het alcoholgehalte toeneemt, gedeeltelijk onoplosbaar afscheidt; in gezuiverden toestand wordt het onder den naam van cremortart in den handel gebracht. Het alcoholgehalte van wijn kan zeer verschillend zijn, dit varieert tusschen 7 en 24 $\frac{0}{100}$. Zuidelijke wijnen zijn gewoonlijk het rijkst aan alcohol, Rhijn- en Moesel-wijnen daarentegen het alcoholarmst.

§ 49. BEREIDING VAN BIER, ALCOHOL, Jenever, Arrac, Rhum.

Het bier is eveneens eene alcoholische vloeistof, welke bereid wordt uit gerst. De gerstekorrel bestaat voornamelijk uit zetmeel, eiwitstoffen en minerale bestanddeelen (voornamelijk phosphorzure zouten). Na in water geweekt te zijn worden de hierdoor sterk gezwollen gerstekorrels in kelders uitgespreid, waardoor deze beginnen te ontkiemen; zoodra het kiemstengeltje eene bepaalde lengte heeft verkregen (ongeveer 2 cM.) wordt de kieming gestuit door de korrels herhaalde malen om te werken en er tevens een flinken luchtstroom door te laten strijken, daarna worden zij in daarvoor bepaaldelijk ingerichte droogstoven (z.g. eesten) van al het water, dat zij nog bevatten, bevrijd.

Deze gedroogde korrels noemt men, nadat zij van de kiemstengeltjes ont-

daan zijn, mout. De bestanddeelen van de gerst zijn door de kieming reeds gedeeltelijk veranderd: de in den gerstekorrel voorkomende eiwitstof is in een ander eiwitachtig lichaam veranderd, dat men Diastase heeft genoemd; deze stof heeft de merkwaardige eigenschap om zetmeel te veranderen in suiker (druivensuiker, dezelfde soort als die, welke voorkomt in druiven en andere zoetsmakende vruchten), deze omzetting heeft reeds bij de ontkieming gedeeltelijk plaats gehad, gemakkelijker heeft die evenwel plaats wanneer de gekneusde mout met water tot 70° C. verwarmd wordt. Door de sterke verhitting op de eest is deze suiker gedeeltelijk veranderd in eene donkergekleurde stof (gebrande suiker of caramel), die later aan het bier de kleur mededeelt. De mout wordt nu, na gekneusd te zijn, met water vermengd en tot 70° C. eenigen tijd verwarmd, hierdoor verandert nu het zetmeel door de diastase eerst in eene gomachtige stof, dextrine genoemd, en dan in suiker. Zoodra het zetmeel voor het grootste gedeelte in dextrine, en voor een kleiner gedeelte in suiker is omgezet wordt de verdere werking van de diastase gestuit door de vloeistof te koken, waardoor zij die eigenschap verliest; tegelijker tijd wordt dan daarbij hop gevoegd, die aan het bier eenen aangename smaak mededeelt en het meer duurzaam maakt. Deze vloeistof wordt, na gefiltreerd te zijn, afgekoeld en door toevoeging van gist in gisting gebracht, waardoor de suiker voornamelijk in alcohol en koolzuur gesplitst wordt. Het alcoholgehalte van de z.g. Beijersche bieren bedraagt 3—5 %, Engelsche bieren bevatten 5—8 % alcohol.

De bereiding van alcohol komt in menig opzicht met die van het bier overeen, ook daarvoor gebruikt men mout, die men evenwel nu met water bij 70° C. zoo lang laat staan totdat al het zetmeel in suiker is veranderd en er dus geen dextrine meer in voorkomt, ook wordt de vloeistof nu niet gekookt, maar na afkoeling in gisting gebracht. Aan de mout wordt nog in anderen vorm zetmeel toegevoegd, meestal roggemeel of gekookte aardappelen, de diastase is namelijk in staat om meer zetmeel in suiker te veranderen dan in den gerstekorrel voorkomt. Tijdens de gisting vormt zich eene groote hoeveelheid van diezelfde gistplant, welke aan het suikerhoudende vocht wordt toegevoegd om de gisting te doen beginnen; deze gist wordt voornamelijk door de bakkers gebruikt. Alcohol van 50 % komt in den handel onder den naam van moutwijn, deze wordt voor de bereiding van jenever gebruikt; hiervoor worden aan den moutmijn jeneverbessen toegevoegd en deze daarna opnieuw gedestilleerd. Eau de Cologne is alcohol, waarin welriekende oliën zijn opgelost.

Cognac en brandewijn worden door destillatie van wijn verkregen. Arrac wordt gemaakt uit rijst, rum uit melasse, eene suiker bevattende donker gekleurde syroop, die bij de bereiding van suiker uit suikerriet wordt verkregen; deze wordt in gisting gebracht en dan gedestilleerd. Bij het broodbakken heeft ook eene alcoholische gisting plaats. Het tarwemeel, dat hiervoor meestal gebruikt wordt, wordt met water of met melk tot een deeg gekneet, waaraan eene geringe hoeveelheid gist wordt toegevoegd. De in de tarwe voorkomende eiwitstoffen maken het deeg taai; door de toegevoegde gist wordt een gedeelte van het zetmeel in suiker en dit verder in alcohol en koolzuur veranderd. Het koolzuurgas, dat uit de taai massa niet gemakkelijk kan ontsnappen, drijft dezelve uiteen (het z.g. rijzen van het deeg) en vormt door het geheele deeg heen de welbekende openingen. Na deze

gisting wordt het in den oven gebakken, waarbij de gevormde alcohol en ook het ingesloten koolzuurgas ontwijkt. Het buitenste gedeelte van het brood, dat natuurlijk aan eene hoogere temperatuur is blootgesteld geweest dan het binnenste, is dikwijls min of meer glanzend en bruin van kleur: de reden hiervan is, dat een gedeelte van het zetmeel in dextrine is veranderd. Het rijzen van het deeg is noodzakelijk om het daaruit gebakken brood goed te kunnen verteren. In den handel komen z.g. bakpoeders voor, die op eene andere wijze, dan door gisting, koolzuurgas te midden van het deeg ontwikkelen en dus ook aan hetzelfde doel kunnen beantwoorden.

§ 50. BEREIDING VAN CELLULOSE EN ZETMEEL.

Cellulose of celstof is eene in het plantenrijk zeer veel voorkomende stof, de wand van iedere plantencel bestaat grootendeels daaruit. Het gemakkelijkst verkrijgt men cellulose in zuiveren toestand uit boomwol (haren die zich bevinden op de zaden van den katoenstruik); indien men door aether de vetachtige stof, die daarin voorkomt, oplost, dan houdt men nagenoeg zuivere celstof over. Uit planten zoude men celstof kunnen bereiden door deze achtereenvolgens met verdunde zuren, verdunde loogen, alcohol en aether uit te koken; deze vloeistoffen laten celstof onopgelost terug, terwijl de andere bestanddeelen worden opgelost.

Cellulose vormt het hoofdbestanddeel van papier en van alle uit plant-aardige stoffen geweven goederen. Door sterk salpeterzuur wordt uit celstof eene gemakkelijk voor ontploffing vatbare stof verkregen de z.g. nitrocellulose of schietkatoen; eene oplossing hiervan in een mengsel van alcohol en aether wordt collodium genoemd, eene vloeistof, die veel in de Photographie en ook in de Chirurgie gebruikt wordt.

Het zetmeel heeft dezelfde samenstelling als de celstof, namelijk $C^6H^{10}O^5$; ook het zetmeel is in het plantenrijk zeer verspreid, in groote hoeveelheid vindt men het in de graanvruchten, kastanjes, eikels, vele wortels, knollen en bollen enz. Het wordt in de bladeren uit het CO^2 van de lucht en water gevormd onder invloed van het bladgroen en zonlicht, en wordt later in verschillende deelen der plant afgezet, zoo bijv. bij den aardappel in de knol, bij de granen in de vrucht, bij de sagopalm in het merg van den boom enz. Het zetmeel komt hierin als korreltjes van eene bepaalde gedaante voor, voor iedere plant kenmerkend van vorm, waardoor het ook mogelijk is met het microscop te bepalen waar eene bepaalde soort van zetmeel uit afkomstig is.

Het gemakkelijkst bereidt men zetmeel uit aardappelen; zij worden na gewasschen te zijn, sijn geraspt en daarna op zeeften (uit zijdengaas vervaardigd), die voortdurend heen en weër geschud worden, door daarop stroomend water uitgewasschen. Het zetmeel gaat met enkele andere stoffen door de mazen van de zeef heen, terwijl de celstof grootendeels terugblijft. De vloeistof wordt nu geleid op eenigszins hellende goten, waarop zich het zetmeel afzet, terwijl de andere lichtere stoffen met het water van de goten worden weggespoeld. Het zetmeel wordt nu bij eene lage temperatuur gedroogd en als aardappelmeel in den handel gebracht. Op volkomen dezelfde wijze wordt het merg van den sagopalm verwerkt en dit zetmeel komt als sago in den

handel, meestal in den vorm van min of meer ronde korreltjes; deze verkrijgt men door het meel, met weinig water vermengd, door zeeften te persen en de doorvallende korreltjes op verwarmde metalen platen op te vangen.

Uit tarwe wordt het zetmeel verkregen door eene voorafgaande rotting en daaropvolgende uitwassching. Wanneer men gekneusde tarwe eenigen tijd, met water bevochtigd, aan de lucht blootstelt, dan ontleden de daarin voorkomende eiwitstoffen in grootendeels in water oplosbare stoffen, terwijl het zetmeel, wanneer de rotting niet te lang duurt, niet wordt aangetast.

Ook uit rijst en mais wordt tegenwoordig veel zetmeel gemaakt. Hieruit worden de eiwitstoffen gewoonlijk verwijderd door de gekneusde korrels met zeer verdunde natronloog eenigen tijd te laten staan, hierdoor worden ook de eiwitstoffen, die zich anders moeilijk zouden laten afscheiden, in oplosbare verbindingen veranderd.

Deze zetmeelsoorten komen ook onder den naam van stijfsel in den handel. Zetmeel geeft met eene oplossing van jodium eene blauwe verkleuring.

Door verhitting van droog zetmeel of na bevochtiging met hoogst verdund salpeterzuur en daarop volgende verhitting gaat het in eene soort van gom over, dextrine of leiocome genoemd, dat veel als plakmiddel gebruikt wordt.

Wanneer zetmeel met verdund zwavelzuur eenigen tijd gekookt wordt, dan gaat het over in druivensuiker, na eerst in dextrine veranderd te zijn. Door de vloeistof daarna met krijt te behandelen, wordt het H^2SO^4 in moeilijk oplosbare zwavelzure kalk veranderd



hetwelk zich voor het grootste gedeelte onoplosbaar afscheidt; de donker gekleurde vloeistof wordt door dierlijke kool ontkleurd en daarna ingedampt. Gewoonlijk komt deze suiker als z.g. aardappelsiroop in den handel, omdat men meestal aardappelmeel voor de bereiding gebruikt.

Ook heeft, zooals wij vroeger bij de bereiding van bier gezien hebben, de stof die bij de ontkieming van gerst ontstaat: de diastase, de eigenschap om zetmeel in dextrine en in suiker te veranderen.

§ 51. BEREIDING VAN RIET- EN BEETWORTEL-SUIKER.

De samenstelling van deze suiker is $C^{12}H^{22}O^{11}$ en is voornamelijk aanwezig in suikerriet en in beetwortels. Het riet wordt tusschen ijzeren walsen uitgeperst en aan het hierdoor uitvloeiende sap wordt eene geringe hoeveelheid gebluschte kalk toegevoegd om hetzelfde te zuiveren; er komen namelijk stoffen in voor, die de kristalsuiker in niet kristalliseerbare suiker, in siroop, omzetten (zuren, eiwitstoffen enz.); deze worden door de kalk grootendeels onschadelijk gemaakt.

Na deze zuivering wordt de vloeistof ontkleurd door beenderenkool en dan ingedampt bij eene lage temperatuur, omdat ook reeds kookhitte een deel van de kristalliseerbare suiker in syroop verandert. In de fabrieken gebruikt men daarom metalen ketels, waaruit door eene luchtpomp de lucht boven de vloeistof zooveel mogelijk verwijderd wordt; de drukking op de vloeistof wordt daardoor geringer en het kookpunt van de vloeistof dus aanzienlijk verlaagd. De sterk ingedampte vloeistof laat men dan bekoelen, waar-

door een deel van de suiker zich in kristallen afzet, de vloeistof, die men later van de kristallen verwijderd, wordt opnieuw op suiker verwerkt op eene overeenkomstige wijze als boven werd beschreven. De vloeistof, die dan terugblijft wordt melasse genoemd en dient voornamelijk, zooals reeds vroeger werd opgegeven, voor de bereiding van rhum.

Uit beetwortelen wordt de suiker op eene dergelijke wijze verkregen. Men voegt aan het uit de beetwortelen verkregen sap, dat veel minder zuiver is dan dat uit suikerriet, eene grootere hoeveelheid gebluschte kalk toe; hierdoor worden wederom de onzuiverheden grootendeels onschadelijk gemaakt en de suiker verbindt zich met de kalk tot z.g. suikerkalk, eene in water gemakkelijk oplosbare verbinding. Deze oplossing wordt door een stroom van koolzuur ontleed, er ontstaat onoplosbare koolzure kalk en de suiker komt als zoodanig weder in oplossing; deze wordt nu op overeenkomstige wijze, als bij het sap uit riet is medegedeeld, verder op kristalsuiker verwerkt.

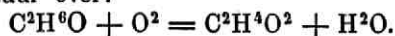
De op deze wijze verkregen suiker is nog niet geheel zuiver, zij wordt daarom in de suikerraffinaderijen verder gezuiverd. De ruwe suiker wordt in water opgelost en deze oplossing, die min of meer troebel en gekleurd is, met eene geringe hoeveelheid ossenbloed vermengd; bij verwarming dezer oplossing stolt het eiwit, dat in het bloed voorkomt, en omhult daarbij alle in de vloeistof zwevende deeltjes; de hierdoor *helder* geworden vloeistof wordt dan na afscheiding dier onoplosbare stof in ketels, waarin de lucht sterk verdund wordt, ingedampt. Vóór en ook na gedeeltelijke indamping wordt de suikeroplossing, die nog gekleurd is, over beenderenkool gefiltreerd waardoor nu ook de vloeistof geheel *kleurloos* wordt, bij verder voortgezette indamping wordt zij geconcentreerd genoeg om bij bekoeling fijne kristalletjes van zuivere suiker te leveren. De stroop, die door de bewerking gevormd is, wordt van de kristallen verwijderd en komt als boerenstroop in den handel.

De kandij-suiker wordt gemaakt door eene sterke oplossing van zuivere suiker in vormen te gieten met schuine wanden, waarin zich een groot aantal fijne openingen bevinden, waardoor draden gespannen worden; de met de nog warme oplossing gevulde vormen brengt men in kamers, die gedurende 72—76 uren tot 60° C. verwarmd worden; daarna wordt niet meer gestookt maar blijft alles goed gesloten, zoodat na ongeveer negen dagen de temperatuur nog 35—38° bedraagt. De bovenste korst van kristallen wordt dan doorgestoken en laat men de nog tusschen de kristallen voorkomende oplossing wegvloeien. Na de kristallen met water gewasschen en bij 36—40° gedroogd te hebben is de kandij-suiker gereed.

§ 52.

Eene andere groep van koolstof, waterstof en zuurstof bevattende verbindingen vormen de zuren.

Een van de meest belangrijke dezer zuren is het azijnzuur. Dit zuur vormt zich o. a. wanneer bier of wijn eenigen tijd aan de lucht wordt blootgesteld; de alcohol, die in deze vloeistoffen voorkomt gaat onder opneming van zuurstof in azijnzuur over:



alcohol.

azijnzuur.

Op de vloeistof vormt zich een schimmelplant en het is onder invloed van deze, dat de alcohol zuurstof uit de lucht opneemt en in azijnzuur overgaat. Uit bier wordt op die wijze bierazijn en uit wijn wijnazijn verkregen. Tegenwoordig wordt voor die bereiding



Fig. 64.

veel gebruik gemaakt van de z.g. snelazijn bereiding. Men gebruikt hiervoor groote houten vaten, zie fig. 64, die een eindje boven den bodem en onder de bovenopening van tusschenschotten voorzien zijn, die op meerdere plaatsen doorboord zijn. De ruimte tusschen beide wordt met krullen van beukenhout los opgevuld, door de openingen van het boven-tusschenschot worden wollen draden gestoken, waardoor de alcoholische vloeistof, die verzuren moet en hierop wordt geschonken, bij droppels op de krullen vloeit. Op deze krullen vormt zich, vooral wanneer zij vooraf met sterken azijn gedrenkt worden, diezelfde schimmel-

plant als die, welke op wijn of bier ontstaat, wanneer die vloeistoffen eenigen tijd aan de lucht zijn blootgesteld geweest; de sporen der plant komen in de lucht voor en ontwikkelen zich zoodra zij in eene voor hare ontwikkeling geschikte middenstof komen. Door deze schimmelplant wordt nu de zuurstof uit de lucht, die in het vat aanwezig is, op de alcohol overgebracht. Na eenigen tijd zoude de zuurstof uit het vat verbruikt en dit dus enkel met stikstof gevuld zijn; om de binnenruimte met verse lucht te voorzien zijn langs den omtrek van het vat in het midden openingen gemaakt, die in schuine rigting door het hout zijn geboord en in het boven-tusschenschot bevindt zich eene, aan beide zijden open glazen, buis, die lang genoeg is om boven de vloeistof, die er in geschonken wordt, uit te kunnen steken. Ten gevolge van de oxidatie van de alcohol wordt, zooals bij het ontstaan van iedere scheikundige verbinding plaats heeft, warmte ontwikkeld, de van zuurstof gedeeltelijk beroofde lucht stijgt tengevolge van die verwarming omhoog, ontwijkt door de glazen buis en wordt door verse lucht, die door de schuine openingen naar binnen kan komen, verplaatst.

De vloeistof, die beneden afloopt laat men nog eens over de krullen droppelen en zoo wordt in zeer korten tijd azijn verkregen.

De grootste hoeveelheid azijnzuur wordt evenwel verkregen door droge destillatie van hout. Deze bewerking kan men o. a. op de volgende wijze doen. Eene retort, waaraan een ontvanger verbonden is, zie fig. 65, wordt met droog houtzaagsel gevuld en nu aan sterke temperatuurs-verhooging blootgesteld; hierbij ontstaan een tal van nieuwe verbindingen, die gasvormig ontwijken en waarvan verschillende bij afkoeling vloeibaar worden. Eenige blijven gasvormig en zijn voor verbranding vatbaar. (Kooloxid, moeragas

enz.) In de retort blijft houtskool terug. De door afkoeling ontstane vloeistof bestaat uit twee lagen; de bovenste waterige vloeistof bestaat voornamelijk uit methyalcohol of wijngeest en azijnzuur en de onderste olieachtige vloeistof vormt de z.g. houtteer, die o. a. creosoot bevat.

Wanneer men de bovenste waterige vloeistof met soda vermengt dan gaat

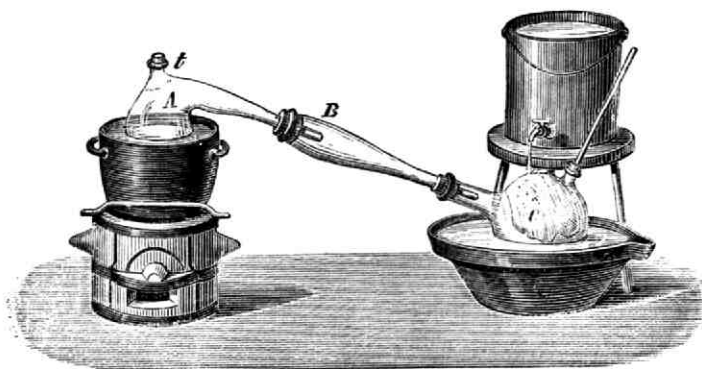


Fig. 65.

het azijnzuur in azijnzure soda over, eene niet vluchtige stof; de houtgeest, die hierdoor geen verandering ondergaat kan nu afgedestilleerd worden en komt als ruwe houtgeest of brandspiritus in den handel. De bij de destillatie terugblijvende vloeistof wordt ingedampt, waardoor de azijnzure soda in drogen toestand wordt verkregen en dit zout geeft bij verhitting met zwavelzuur azijnzuur, dat vluchtig ontwijkt en zwavelzure natron, die terugblijft. Dit azijnzuur, met water verdund, wordt in den handel houtazijn genoemd.

§ 53. STEARINEZUUR, PALMITINEZUUR EN OLIEZUUR.

Ook deze zuren bestaan uit koolstof, waterstof en zuurstof. Zoowel in het planten- alsook in het dieren-rijk komen zij veel voor in verbinding met glycerine.

De voornaamste planten, die deze verbindingen bevatten zijn: verschillende palmboomen. Zoo bijv. levert de vrucht van den cocospalm, het cocosvet, eene andere soort van palmboom ook uit de vrucht de palmolie. Verdere belangrijke plantenvetten zijn de laurierolie, uit de vruchten van den laurierboom, de olijfolie uit de vruchten van den olijfboom, de amandelolie uit de zaden van zoete en bittere amandelen, raapolie uit het raapzaad, lijnolie uit lijnzaad, hennipolie uit hennipzaad enz. Onder de dierlijke vetten zijn voornamelijk van belang: rundervet, schapentalk, boter enz. enz.

Uit de verschillende vetten worden voornamelijk gemaakt kaarsen en zeep. Voor de bereiding van kaarsen wordt gewoonlijk palmolie en rundervet gebruikt. Beide vetten bestaan uit palmitinzuur, stearinzuur en oliezuur verbonden met glycerine, terwijl de kaarsen (stearinekaarsen) alleen uit palmitinzuur en stearinzuur bestaan. Om uit de vetten deze zuren af te scheiden worden zij eerst verwarmd met zwavelzuur, hierdoor worden de vetten ont-

leed en wel zoodanig dat het zwavelzuur zich met glycerine verbindt tot eene in water oplosbare verbinding, terwijl de zuren, in water onoplosbaar zijnde, aan de oppervlakte worden afgescheiden. Deze zuren worden, om van onontleed vet en andere onzuiverheden gescheiden te worden, in groote ketels, door middel van daarin geleiden sterk verhitten stoom, overgedestilleerd. Op deze wijze verkrijgt men de zuren in zuiveren toestand; men laat deze in ondiepe vormen afkoelen, waardoor vaste koeken verkregen worden, die door uitpersing, tusschen wollen doeken, in hydraulische persen van het *vloeibare* oliezuur bevrijd worden; het terugblijvende mengsel van palmitinzuur en stearinzuur wordt nu gesmolten en dan in vormen gegoten, waarin in het midden eenige in elkaar gedraaide katoenen draden gespannen zijn.

Uit de verbinding van glycerine met zwavelzuur wordt de glycerine verkregen door behandeling met krijt, het zwavelzuur gaat daardoor in zwavelzure kalk (gips) over, die zich op den bodem van het vat afzet en de bovenstaande vloeistof bevat de glycerine, deze wordt met waterdamp gedestilleerd en verder gezuiverd.

Glycerine is eene zoetsmakende strooperige vloeistof en wordt wel oliezoet genoemd. Zij wordt o. a. gebruikt voor de vulling van gasmeters; indien het water met eene zekere hoeveelheid daarvan wordt vermengd bevriest het in den winter niet. Veel wordt uit glycerine tegenwoordig de z. g. nitro-glycerine vervaardigd, eene zeer ontplofbare zelfstandigheid, die uit glycerine door inwerking van sterk salpeterzuur ontstaat. Deze verbinding ontleedt reeds door slag of stoot, en bij deze ontleding ontstaan eene zeer groote hoeveelheid gasvormige stoffen, waarom zij veel gebruikt wordt voor het laten springen van rotsen en mijnen. Om nitro-glycerine minder ontplofbaar te maken wordt zij vermengd met infusorienaarde (pantser van infusiediertjes, bestaande uit kiezelzuur) en komt dan in den handel onder den naam van dynamiet of lithofracteur (steenbreker).

§ 54. BEREIDING VAN ZEEP.

Voor de bereiding van zeep kunnen ook allerlei vetten en vette oliën gebezigd worden, meestal worden daarvoor gebruikt: cocosolie, palmolie, olijfolie, traansoorten, raapolie enz. Zeep bestaat uit de kalium- of natriumzouten van oliezuur, palmitinzuur en stearinzuur; de kaliumzouten vormen zachte, de natriumzouten harde zeepen. Van de zachte zeepen hebben wij alleen de groene zeep te bespreken; deze wordt gewoonlijk verkregen door raapolie of traan met eene oplossing van bijtende kali (KOH) te koken, het vet wordt dan ontleed, er ontstaat glycerine en de kaliumzouten van de met de glycerine verbondene zuren. Na volkomen ontleding van de olie (merkbaar aan de volkomen oplossing in water) wordt de vloeistof ingedampt, met indigo gekleurd en dan als groene zeep in den handel gebracht. Deze zeep bevat dus ook de glycerine en bovendien meestal eene overmaat van de gebruikte loog.

Voor het maken van harde zeep wordt cocos- of palmolie het meest gebruikt; men kookt deze met kaliloog (verzeepen) en verandert dan de gevormde kaliumzouten der vetzuren in natriumverbindingen door de oplossing met

keukenzout te verzadigen; het kalium wordt dan in de verbinding door natrium verplaatst en deze zouten zijn in de sterke pekeloplossing onoplosbaar. De natriumzouten scheiden zich aan de oppervlakte af, deze worden opnieuw in ketels gekookt om het ingesloten water zooveel mogelijk te verwijderen, daarna wordt zij geparfumeerd, gekleurd en in eigenaardige vormen geperst. Deze weinig water bevattende zeep wordt kernzeep genoemd. Zeep heeft de eigenschap om veel water te kunnen absorbeeren, zonder daardoor hare hardheid te verliezen, het kan gebeuren dat zulke zeep 50 à 60 pCt. water bevat en toch nog hard blijft. Men noemt zulke zeep gewoonlijk gevulde zeep.

Olijfolie kan ook verzeept worden door koking met loodoxid en water, er ontstaan dan de loodzouten van palmitinzuur, stearinzuur en oliezuur, die zich in onoplosbaren vorm afscheiden, terwijl de glycerine in het water oplost. Deze loodzouten zijn in de chirurgie bekend onder den naam van diapalm; in eene dunne laag op linnen gestreken vormt het de kleef- of hechtpleister.

§ 55. ZURINGZUUR, WIJNSTEENZUUR, CITROENZUUR.

Een zuur, dat in het plantenrijk veel verspreid voorkomt is het zuringzuur, meestal komt het met kalk of kali verbonden voor; zoo komt zure zuringzure kali (zuringzout) in de verschillende zuringplanten voor, waaruit dit zout verkregen kan worden door het uitgeperste sap in te dampen. Zuringzuur wordt ook verkregen bij oxidatie van rietsuiker door vrij sterk salpeterzuur.

Het wijnsteenzuur komt eveneens als kaliumzout in sommige planten voor, voornamelijk in het sap van de wijndruif. Door het druivensap te laten gisten (zie bereiding van wijn, blz. 89), waarbij langzamerhand alcohol gevormd wordt, scheidt zich zure wijnsteenzure kali af, omdat dit zout niet of slechts zeer weinig oplosbaar is in eene vloeistof, die alcohol bevat. Het gezuiverde zout komt in den handel onder den naam van Cremortart. Wijnsteenzuur wordt bereid uit het kalkzout, door ontleding met verdund zwavelzuur, er ontstaat dan zwavelzure kalk (gips), die voor het grootste gedeelte onoplosbaar wordt afgescheiden en door indamping van de afgeschonken heldere vloeistof verkrijgt men kristallen van wijnsteenzuur. Een mengsel van wijnsteenzuur, dubbel koolzure soda en suiker vormt het z.g. bruispoeder; zoodra dit met water wordt overgoten ontstaat er wijnsteenzure soda en koolzuur ontwijkt onder opbruising.

In citroenen komt citroenzuur voor, dat gemakkelijk kan verkregen worden door het uit de citroenen geperste sap in te dampen, er vormen zich dan kristallen van citroenzuur.

In vele vruchten, zooals in appelsen, peren, kweeperen, lijsterbessen enz. komt appelzuur voor.

§ 56. STEENKOLENTEER.

Toen wij de bereiding van het steenkolengas behandelden, werd met een enkel woord gesproken over steenkolenteer, een dik zwart vocht, dat ontstaat

door afkoeling van de gassen, die uit de retorten ontwijken. Deze vloeistof vormt tegenwoordig een zeer belangrijk handelsartikel, omdat daarin verschillende verbindingen voorkomen, die voor de industrie van veel belang zijn. Het zijn voornamelijk tweeeërlei soort van verbindingen, die daarin worden aangetroffen: koolwaterstoffen (verb. van C en H) en verbindingen uit C, H en O bestaande, die in eigenschappen eenigszins met de zuren overeenkomen, die bijv. met loogen zich vereenigen tot in water oplosbare stoffen. Men kan steenkolenteer door behandeling met eene oplossing van loog dan ook het best scheiden, de koolwaterstoffen blijven onopgelost, terwijl de andere verbindingen door kaliloog worden opgelost. Wanneer men deze koolwaterstoffen destilleert, dan gaat het eerst voornamelijk eene kleurlooze vloeistof over, die den naam draagt van benzol; bij eene hoogere temperatuur ontwijkt toluol. Uit deze twee verbindingen, die samengesteld zijn C^6H^6 en C^7H^8 worden de verschillende aniline kleurstoffen bereid. Bij hoogere temperatuur, dan die waarbij benzol en toluol vluchtig geworden zijn, destilleert o. a. naphtalin en anthraceen; ook hieruit worden vele kleurstoffen vervaardigd. Uit het anthraceen maakt men dezelfde kleurstof, als die, welke uit den meekrapwortel kan verkregen worden, namelijk: alizarine. Vroeger werd meekrap veel verbouwd, in ons land o. a. in Zeeland; maar nu bereidt men met meer voordeel diezelfde kleurstof uit anthraceen.

De oplossing in kaliloog van het teer maakt men met HCl zuur, hierdoor ontstaat eene verbinding van zoutzuur met de kali KCl en nu scheiden zich verschillende verbindingen als eene olieachtige vloeistof af, waarvan het z.g. carbolzuur het hoofdbestanddeel uitmaakt. In zuiveren toestand is dit eene gekristalliseerde witte zelfstandigheid, die zeer veel als ontsmettings- (desinfectie) middel gebruikt wordt.

De verschillende besmettelijke ziekten toch zooals cholera, pokken, typhus enz. worden voortgeplant door zeer laag ontwikkelde organismen, z.g. bacterien, die zich door de lucht, door water of somtijds door voedingsstoffen kunnen verspreiden; — door dezelve met eene oplossing van carbolzuur in aanraking te brengen worden zij onschadelijk gemaakt.



Beknopt Leerboek der Natuurkunde

DOOR DR. H. VAN DE STADT,

Directeur der Hoogere Burgerschool en
Leeraar aan de Middelbare school voor meisjes te ARNHEM.

Eerste stuk, 4^e druk 1883, met 204 figuren. 160 bladz . . . f 1.25.

Tweede stuk, 3^e druk 1882, met Spectraalplaat en 262 fig. 202 bl. „ 1.65.

Derde stuk, 2^e druk 1883, Wiskundig gedeelte, met 165 fig. 198 bl. „ 1.75.

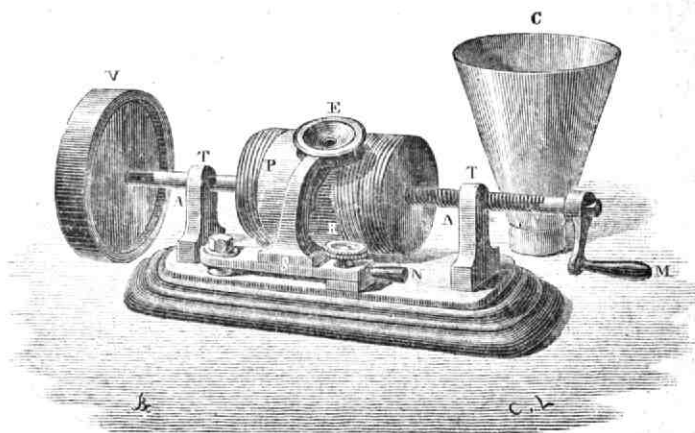


Fig. 304. Phonograaf van Edison.

In de Schoolbode van Mei 1880 leest men:

„Toen ik dezen zomer aan de nieuw opgerichte Rijks normaalschool te Grijpskerk belast werd met het onderwijs in de Kennis der Natuur, zocht ik o. a. naar een geschikt leerboek der Natuurkunde. De uitgever van bovenstaand werk stelde mij, op mijn verzoek, de reeds afgedrukte vijf eerste vellen ter hand, daar ik meende hierin te zullen vinden, wat ik noodig had. Het doel van den geachten schrijver toch was — gelijk hij het ook in zijn voorbericht uitdrukt — een boekje te geven, waarin de voornaamste verschijnselen op het gebied der natuurkunde en de inzichten daaromtrent van den nieuwen tijd worden uiteengezet voor hen, die te weinig wiskundige kennis bezitten, om niet reeds door eenvoudige formules te worden afgeschrikt. Dr. v. D. STADT meende, dat het werk geschikt zou kunnen zijn voor middelbare scholen voor meisjes, voor aankomende onderwijzers en misschien ook voor gymnasia volgens de nieuwe wet op het Hooger Onderwijs.

Ik heb mij in mijn verwachting niet bedrogen gevonden. De leerlingen te Grijpskerk zijn van verschillende leeftijd, ongelijk van kennis en ontwikkeling en natuurlijk niet allen even vlieg. Ik ben echter over de resultaten zeer tevreden. Het boek is bevattelijk en helder geschreven. Bovendien onderscheidt het zich door een gewenschte mate van soberheid. De voornaamste bepalingen, wetten en eigenschappen komen door een vette letter goed op den voorgrond. Zij worden door de noodige proeven verklaard en bevestigd, terwijl er, zoo dikwijls de gelegenheid zich aanbiedt, een beroep op de eigen ondervinding en waarneming van den lezer wordt gedaan. Een groot aantal goed gekozen en net uitgevoerde figuren ondersteunen den tekst. Daar waar een verklaring te diep zou gaan, is zij weggelaten en vindt men ook geen redeneeringen, die schijnbaar iets bewijzen en toch geen bewijs zijn. Uitwijdingen, die voor een eerste behandeling te ver gaan of te veel tijd zouden kosten waar het aantal uren beperkt is, zijn met een kleine letter gedrukt, en het komt mij voor, dat de schrijver in de schifting van zijn onderwerpen consequent en gelukkig is geweest. Voorloopig sla ik bij mijn onderwijs de kleine letter over en eisch, dat de leerlingen de hoofdzaken goed en zoo grondig als het kan, begripen.

Dr. F. G. GRONEMAN.”