

A. Metalloide.

I. Sauerstoff. Syn. Lebensluft, Oxygene.

Der Sauerstoff kommt häufig in der Natur vor, theils frei in der Atmosphäre hauptsächlich mit Stickgas gemengt, theils gebunden an Wasserstoff im Wasser, und ausserdem noch als ein Hauptbestandtheil vieler Mineralien und organischer Verbindungen.

Der Sauerstoff ist ein Gas ohne Geruch und Geschmack. Er besitzt die Eigenschaft, das Brennen der Körper lebhafter zu unterhalten als die atmosphärische Luft. Glimmende Spähne entzünden sich in ihm von selbst und brennen mit hohem Glanze und grosser Schnelligkeit. Selbst glühende Metalle verbrennen in ihm mit blendender Flamme. Er unterhält das Athmen der Thiere und Pflanzen, ohne ihn ist kein Leben denkbar.

Der Sauerstoff wird vom Wasser in geringer Menge aufgenommen. Mit allen Elementen, das noch für sich nicht bekannte Fluor ausgenommen, verbindet er sich direkt oder indirekt. Seine Verbindungen heissen im Allgemeinen Oxyde, auch wohl verbrannte Körper, der Akt seiner Vereinigung mit andern Körpern heisst Verbrennung. Man stellt den Sauerstoff aus solchen seiner Verbindungen dar, die sich durch Anwendung hoher Temperatur zerlegen und denselben in Gasform entweichen lassen, so aus Braunstein, Quecksilberoxyd, chlorsaurem Kali.

Fragen über den Sauerstoff.

Was wird aus dem Quecksilberoxyd beim Erhitzen?

Es wird zerlegt in metallisches Quecksilber und Sauerstoff.

Was bleibt beim Glühen des Braunsteins zurück?

Bei mässigem Glühen Manganoxyd, bei stärkerem Oxydul-Oxyd.

Weshalb setzt man zuweilen dem Braunstein Schwefelsäure zu?

Damit sich mehr und leichter Sauerstoff entwickle.

Bei Anwendung von Schwefelsäure bleibt schwefelsaures Manganoxydul zurück, welches weniger Sauerstoff enthält.

Was wird aus dem chlorsauren Kali nach dem Glühen zurückbleiben?

Chlorkalium.

Wird das chlorsaure Kali sogleich in Chlorkalium und Sauerstoff zerlegt?

Es bildet sich zuerst neben Chlorkalium überchlorsaures Kali, indem der freigewordene Sauerstoff die vorhandene Chlorsäure höher oxydirt. Erst bei stärkerer und anhaltenderer Hitze zerfällt auch das neugebildete überchlorsaure Kali in Sauerstoff und Chlorkalium.

Was zeigt die bei der Verbrennung sichtbare Flamme an?

Diese Erscheinung ist nur der Ausdruck der Heftigkeit des beim Verbrennen stattfindenden Prozesses. Bei vielen chemischen Prozessen, bei denen kein Sauerstoff betheiligt ist, wird gleichfalls Flamme und Wärme wahrgenommen, es sind diese daher keine dem Sauerstoff eigenthümliche Erscheinungen.

Welche Arten von verbrannten Körpern giebt es und wie unterscheidet man diese?

Ganz verbrannte und theilweise verbrannte. Die ersten erkennt man daran, dass sie keinen Sauerstoff aufzunehmen vermögen, die zweiten daran, dass sie noch mehr Sauerstoff aufnehmen können, als sie schon besitzen.

Mit welchen Namen benennt man die verschiedenen Stufen der Sauerstoffverbindungen?

Oxydul, Oxyd, Hyperoxyd und Säuren.

Wie erkennt man den Sauerstoff in einem Gasgemisch?

Daran, dass ein brennender Körper in ihm eine Zeit lang fortbrennt; dass Stickoxydgas demselben zugesetzt, rothe Dämpfe erzeugt, dass bei Zusatz von Wasserstoff und Anzünden des Gemisches mittelst elektrischer Funken Wasserdämpfe entstehen.

Die Flamme.

Die Flamme soweit sie bei der Verbrennung des Leucht- und Brennmaterials in Betracht kommt, lässt sich auf folgende Theorie zurückführen.

Ist der brennbare Körper fähig in den elastisch-flüssigen Zustand überzugehen, so nimmt er bei der zum Verbrennen nothwendigen Temperatur die Gasform an. Das gebildete Gas, Kohlenwasserstoffgas, geräth dabei in das Glühen und zersetzt sich in Wasserstoff und Kohle. Der erste verbrennt innen mit matter, die Kohle aussen mit hellerer Flamme.

So entsteht ein glühender Kegel, an dem man zwei Abtheilungen unterscheidet. Der innere Theil des Kegels wird Reductions-, der äussere Oxydationsflamme genannt (Siehe Reduction).

Reduction.

Reduction heisst die Trennung eines Körpers vom Sauerstoff. Dieselbe kann auf zweierlei Weise erfolgen: 1) Durch blosser Anwendung von Wärme, in welcher sich die Sauerstoffverbindung in das Element und Sauerstoff zerlegt, 2) durch Berührung mit einem andern Körper, meistens in hoher Temperatur. Solche Körper, welche den Sauerstoff anziehen, sind hauptsächlich Kohle und Wasserstoffgas. Da diese beiden sich in der gewöhnlichen Licht- und Alkoholflamme im innern Kegel befinden, so heisst dieser Theil der Flamme „Reductionsflamme“, im Gegensatz zu dem äussern Theile, der Oxydationsflamme, wo der Sauerstoff einwirkt und sich mit der Kohle verbindet.

Phlogistische Theorie.

Ehe Lavoisier nachgewiesen hatte, dass die Verbrennung die Vereinigung eines Körpers mit Sauerstoff sei, hatte man eine eigenthümliche Ansicht von diesem Prozesse. Stahl, der Urheber derselben, stellte den Satz auf, dass jeder brennbare Körper eine Verbindung des Phlogiston mit einem erdigen oder sauren Körper sei, z. B. das Blei eine Verbindung von Bleioxyd und Phlogiston. Beim Verbrennen entweiche das eigenthümliche Prinzip, das Phlogiston, und es bleibe der dephlogistisirte Körper, im angegebenen Falle das Bleioxyd, zurück.

Da aber durch die Aufnahme von Sauerstoff ein verbrennender Körper gerade um so viel schwerer wird, als er Sauerstoff aufnimmt, sich dieser auch oft, wie bei Quecksilberoxyd, leicht durch blosser Wärme wieder ausscheiden lässt, so leuchtet das Unsinnige dieser Theorie, welche so viele Jahre hindurch im Ansehen stand, hinlänglich ein.

2. Wasserstoff. Syn. Hydrogene.

Der Wasserstoff kommt in der Natur wahrscheinlich nie frei vor. Mit Kohle verbunden erscheint er als Grubengas, mit Sauerstoff als Wasser. Ausserdem ist er ein wesentlicher Bestandtheil aller organischen Körper.

Er ist ein farb- geruch- und geschmackloses, permanentes Gas, welches fähig ist im Sauerstoff zu verbrennen.

Er ist der leichteste Körper, von 0,068 spec. Gew. Der Wasserstoff verbindet sich mit vielen Elementen. Mit dem Sauerstoff in dem Verhältniss von 2 : 1 gemischt giebt es das Knallgas, welches durch Feuer oder Druck sich zu Wasser vereinigt. Mit andern Metalloiden bildet er eigenthümliche Säuren, sogenannte Wasserstoffsäuren etc.

Man stellt den Wasserstoff dar aus einem Gemische von Wasser, metallischem Zink und Schwefelsäure; durch Zerlegung des Wassers mittelst des galvanischen Stromes; durch Einleiten von Wasserdampf in einen mit Nägeln gefüllten glühenden Flintenlauf.

Fragen über den Wasserstoff.

Wie benützt man die Electricität zur Entwicklung von Wasserstoff?

Man leitet die Drähte einer galvanischen Batterie in Wasser und setzt über das negative Drahtende einen mit Wasser gefüllten Cylinder. Das sich entwickelnde Gas treibt das Wasser aus, und der Cylinder füllt sich mit Wasserstoffgas.

Warum sammelt man den Wasserstoff am negativen Pol?

Weil der Wasserstoff electropositiv ist und er sich nach dem Gesetze „ungleichnamige Electricitäten ziehen sich an, gleichnamige stossen sich ab“, am negativen Pole ausscheiden muss.

Wie wird Wasserstoff beim Durchleiten von Wasserdampf durch glühende Eisenröhren gebildet?

Durch Wasserzersetzung. Der Sauerstoff geht an das Eisen und bildet Eisenoxyd, während der Wasserstoff frei wird.

Wie bildet sich Wasserstoff aus Wasser, Zink und Schwefelsäure?

Das Zink zersetzt unter Mitwirkung der Schwefelsäure das Wasser, indem es den Sauerstoff bindet und Zinkoxyd bildet, den Wasserstoff aber in Freiheit setzt.

Wie wirkt die Schwefelsäure dabei mit?

Das Zink kann für sich allein das Wasser nicht zersetzen. Wenn aber Schwefelsäure zugegen ist, so hat diese das Bestreben, sich mit Zinkoxyd (Zink + Sauerstoff) zu verbinden, wesshalb sie die Neigung des Zinks, Sauerstoff aufzunehmen, so bedeutend vermehrt, dass es das Wasser zu zersetzen im Stande ist.

Warum veranlasst die Schwefelsäure die Bildung von Zinkoxyd, kann sie sich nicht mit dem Zink allein verbinden?

Die Schwefelsäure ist ein zusammengesetzter Körper. Als solcher kann sie sich aber nach einem durchaus gültigen Gesetze „einfache Körper verbinden sich nur mit einfachen, zusammengesetzte nur mit zusammengesetzten“, nicht mit dem Zink, sondern nur mit dem Zinkoxyd verbinden, wesshalb sie die Bildung des Oxyds einleitet.

Wie nennen wir diese Wirkungsweise der Schwefelsäure, wo sie einen Prozess einleitet, ohne direct Antheil zu nehmen?

Die chemische Prädisposition oder prädisponirende Verwandtschaft.

Wie erkennt man den Wasserstoff?

Daran, dass er mit Sauerstoff Wasser bildet, und dass er mit sehr matter Flamme brennt. Ein Hauptkennzeichen ist seine Eigenschaft Metalloxyde zu reduzieren, wobei neben regulinischem Metall Wasserdampf erzeugt wird.

Wozu dient der Wasserstoff?

Zur Füllung von Luftballons, zur Bereitung von Knallgas und namentlich zu Döbereiner'schen Zündmaschinen.

Worauf beruht die Wasserstoffzündmaschine?

Der Platinschwamm hat die Eigenschaft Gase stark zu verdichten, wobei Wärme frei wird. Leitet man nun auf denselben Wasserstoff, so wird der Schwamm so stark erhitzt, dass er in's Glühen geräth und der Wasserstoff entzündet wird.

Woraus besteht Knallgas?

Aus zwei Volumina Wasserstoff und einem Volum Sauerstoff.

Woran erkennt man Knallgas?

Es explodirt bei Annäherung eines glühenden Körpers oder durch starken Druck unter Erzeugung von Wasser.

Wozu dient das Knallgas?

Wegen der enormen Wärmemenge, die es entwickelt, lässt es sich mit Vortheil zum Schmelzen und Löthen von Platina verwenden. Auch wird das Licht, welches in der Knallgasflamme weissglühend gemachter Kalk verbreitet, auf Leuchthürmen etc. benützt. (Drumond'sches Licht.)

Wasser.

Wie entsteht Wasser?

Beim Explodiren des Knallgases; überall wo Wasserstoff in atmosphärischer Luft verbrennt.

Welche sind die Eigenschaften des Wassers?

Es ist farblos, ohne Geruch und Geschmack, tropfbar flüssig, lässt sich destilliren.

Womit ist es gewöhnlich verunreinigt?

Mit Salzen und Kohlensäuren als Brunnenwasser.

Welches ist das reinste Wasser?

Das durch Destillation erhaltene. Auch das Regenwasser, welches man auffängt, nachdem der Regen einige Zeit gedauert hat, ist sehr rein.

Welche Rolle spielt das Wasser in der Chemie?

Als Lösungsmittel ist es von hohem Werth. Ausserdem ist sein Verhalten als Basis und Säure (Hydratwasser) bemerkens-

werth, so wie das Wasser, welches auf Krystallformen von Einfluss ist, das Krystallwasser.

Wie nennt man das Wasser, welches an Säuren oder Basen chemisch gebunden ist?

Hydratwasser. Seltener, nur in der organischen Chemie ist es sogenanntes Constitutionswasser, d. h. solches, von dem das Bestehen einer Verbindung abhängt.

Wie erkennt man im Allgemeinen Hydratwasser?

An der Hartnäckigkeit, mit welcher es an den Körpern hängt. Diese ist oft so gross, dass man es nicht direkt aus der Verbindung abscheiden kann.

Wasserstoffsperoxyd. HO^2 .

Wie stellt man Wasserstoffsperoxyd dar?

Man zerlegt Baryumsperoxyd durch Schwefelsäure. Es bildet sich schwefelsaurer Baryt und der überschüssige Sauerstoff bleibt chemisch im Wasser gebunden.

Welche sind die Eigenschaften des Wasserstoffsperoxyd?

Es ist flüssig, zersetzt sich leicht, namentlich beim Erwärmen und beim Berühren mit leicht oxydablen Stoffen.

3. Kohlenstoff. Carbone. C.

Der Kohlenstoff ist in mehreren Modificationen bekannt. Er kommt krystallisirt vor als Diamant, Graphit, Anthracit.

Der Diamant ist im reinsten Zustande ein reguläres, durchsichtiges, wasserklares Octaeder, von hohem Glanze. Oft enthält der Diamant organische Spuren, was auf organischen Ursprung schliessen lässt. Er ist der härteste Körper. Nur im Sande von aufgeschwemmten Strichen kommt er vor.

Der Graphit wird natürlich gefunden, entsteht aber auch künstlich beim Umschmelzen des Gusseisens, wo er sich aus demselben krystallinisch ausscheidet. Er enthält stets Spuren von Eisen.

Amorph erscheint uns der Kohlenstoff, wie wir ihn aus stickstofffreien organischen Substanzen durch starkes Glühen bei abgehaltener Luft darstellen. Er ist schwarz, nicht glänzend.

Der Kohlenstoff ist sehr indifferent. Er verbindet sich nicht mit vielen Elementen. Mit dem Sauerstoff bildet er zwei wichtige Verbindungen, das Kohlenoxydgas CO und die Kohlensäure CO^2 . Mit Wasserstoff sind gleichfalls zwei interessante Verbindungen bekannt. Das Grubengas CH^2 und das ölbildende Gas CH . Mit Schwefel geht der Kohlenstoff nur eine Verbindung ein.

Fragen über den Kohlenstoff.

Wie unterscheidet sich die thierische Kohle von der vegetabilischen?

Sie ist schwerer, besitzt einigen Glanz und ist mehr oder weniger mit Spuren organischen und anorganischen Ursprungs (Cyan) verunreinigt. Dagegen enthält die vegetabilische mehr unorganische Beimischungen, welche beim Verbrennen als Asche zurückbleiben.

Wie kommt die Kohlensäure in der Natur vor?

Theils frei in Gasform aus der Erde steigend in Dunsthöhlen, theils im Wasser aufgelöst, namentlich in Mineralquellen, hauptsächlich aber an Basen gebunden, z. B. am Kalk, in der Kreide.

Welche Eigenschaften hat die Kohlensäure?

Sie ist ein compressibles Gas, d. h. bei hohem Druck geht es in den tropfbar flüssigen Zustand über. Lässt man die flüssige Kohlensäure an der Luft stehen, so erregt sie durch ihr Verdunsten so viel Kälte, dass ein Theil derselben zu einer schneeigen Masse gefriert, welche beim Schmelzen eine Temperaturniedrigung von 91^0 C hervorbringt.

Gewöhnlich ist sie ein farbloses Gas von schwachsaurem Geschmack, welches Lackmus vorübergehend röthet. Es ist im Wasser etwas löslich.

Wie stellt man die Kohlensäure dar?

Durch Uebergießen von kohlensaurem Kalk (Kreide) mit Salzsäure oder überhaupt einer stärkeren Säure.

Wie stellt man Kohlenoxydgas dar?

Durch Glühen einer kohlensauren alkalischen Erde mit Kohle,

z. B. des kohlen-sauren Kalks, wobei die Erde mit etwas überschüssiger Kohle gemengt zurückbleibt. ($\text{Ca O}, \text{Co}^2 + \text{C} = \text{Ca O} + 2 \text{CO}$.)

Welche sind die Eigenschaften des Kohlenoxyds?

Es ist ein farbloses Gas, von unbedeutendem Geruch. Es verbrennt mit blauer Flamme zu Kohlensäure. Das Gas wirkt giftig. Schon viele Menschen sind in geschlossenen Räumen bei unvollkommen brennenden Kohlen umgekommen.

Welche sind die Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Kohlenstoff?

Das Grubengas (schlagende Wetter) und das ölbildende Gas. Ausserdem viele organische Verbindungen.

Welche sind die Eigenschaften des Grubengases?

Das Gruben- oder Sumpfgas, auch leichtes Kohlenwasserstoffgas genannt, ist farblos, schwach riechend, sehr brennbar. Mit Sauerstoff gemengt explodirt es heftig, wesshalb in Gruben, welche solches Gas enthielten, schon mancher Bergmann zer-schmettert wurde.

Wo findet sich das Grubengas und wie wird es dargestellt?

Es findet sich fertig in Sümpfen und Gruben. Dargestellt wird es, indem man Alkohol durch glühende Röhren leitet, oder durch Glühen essigsauer Salze.

Welche Eigenschaften besitzt das ölbildende Gas?

Es ist farblos, von unangenehmem Geruch. Es brennt mit hell-leuchtender Flamme, daher zur Beleuchtung anwendbar.

Wie wird das ölbildende Gas dargestellt?

Im Grossen durch Glühen von Steinkohlen, Oel und s. f. in gusseisernen Cylindern, wobei viel Theer gebildet wird. Rein erhält man es durch Erhitzen von absolutem Alkohol mit rauchender Schwefelsäure.

Woher stammt der Name ölbildendes Gas?

Diesen Namen verdankt es seiner Eigenschaft mit Chlor eine ölartige Flüssigkeit zu bilden.

Wie stellt man die Verbindung des Schwefels mit dem Kohlenstoff dar?

Man leitet über stark glühende Kohlen Schwefeldämpfe.

Welche Eigenschaften besitzt der Schwefelkohlenstoff?

Er ist wasserklar, bricht das Licht stark, ist sehr flüchtig, specifisch schwerer, als Wasser und besitzt einen widerlichen eigenthümlichen Geruch. Er löst Phosphor und Schwefel auf, sowie auch das für manche Zwecke wichtige Kautschuk.

4. Stickstoff. Nitrogenium. N.

Der Stickstoff ist ein permanentes farbloses Gas, ohne Geruch und Geschmack. Thiere und Pflanzen sterben darin aus Mangel an Sauerstoff; aus der gleichen Ursache kann kein Licht darin brennen.

Er kommt häufig in der Natur vor. In der Atmosphäre findet er sich frei, ausserdem gebunden an andere Elemente in vielen pflanzlichen und allen thierischen Organismen. Man stellt den Stickstoff aus der Atmosphäre dar, indem man derselben den Sauerstoff entzieht. Zu diesem Zwecke sperrt man eine lufthaltige Glasglocke mit Wasser und brennt unter ihr Phosphor ab. Dieser absorbirt allen Sauerstoff und es löst sich die Phosphorsäure im Sperrwasser, während der reine Stickstoff unter der Glocke zurückbleibt.

Die Verbindungen des Stickstoffs sind sehr zahlreich. Mit Sauerstoff verbindet er sich in fünf Verhältnissen:

- | | |
|----------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. Stickoxydulgas. NO. | 4. Untersalpetersäure. NO ⁴ . |
| 2. Stickoxydgas. NO ² . | 5. Salpetersäure. NO ⁵ . |
| 3. Salpetrige Säure. NO ³ . | |

Stickoxydulgas ist ein farbloses, wenig riechendes Gas. Es hat einige Aehnlichkeit mit dem Sauerstoff, da es die Verbrennung fast eben so gut, als dieser unterhält. Auch lässt sich das Gas einige Zeit einathmen, wobei besondere physiologische Wirkun-

gen bemerkbar werden, die sich je nach dem Temperament des Individuums als Lustigkeit, Tobsucht, seltener Traurigkeit äussern. Man hat dieser Eigenschaft wegen das Gas Lustgas genannt.

*) Man stellt es dar, indem man salpetersaures Ammoniak erhitzt. Es zerfällt dadurch in Stickoxydgas und Wasser.

Stickoxydgas. Es ist ein farbloses Gas, welches sich mit grosser Begierde mit Sauerstoff zu salpetriger Säure oder zu Untersalpetersäure vereinigt. Es wirkt in Folge dieser Verbindungen nachtheilig auf die Respiration. (Jeder Versuch das Gas als solches zu athmen wäre lächerlich, da es sich in den Lungen oxydirt. Nichts desto weniger sind Versuche der Art von französischen Chemikern gemacht worden.) Auch das Oxyd des Stickstoffs vermag das Brennen von glühenden Körpern zu bewerkstelligen, aber nur schwierig. Das Stickoxydgas bildet sich stets bei der Reduction der Salpetersäure durch Metalle, oder, was dasselbe bedeutet, bei der Oxydation der Metalle durch Salpetersäure. Gewöhnlich entwickelt man das Gas aus Salpetersäure, der man Kupferdrehsphäne zugefügt hat; es bleibt dabei salpetersaures Kupferoxyd zurück.

Zuweilen verhält sich das Stickoxyd wie eine Basis, und verbindet sich mit Säuren, so z. B. mit Schwefelsäure, die sich dabei dunkelbraun färbt.

Salpetrige Säure. Sie ist gewöhnlich ein rothgelbes Gas, welches eigenthümlich riecht und die Respirationswerkzeuge stark angreift. Es lässt sich durch Druck und Kälte zu einer wasserklaren Flüssigkeit condensiren.

Sie bildet sich überall wo Stickstoffoxyd mit Sauerstoff so zusammenkommt, dass ersteres im Ueberschuss vorhanden ist. Diese Bildungsweise kann zur Darstellung benützt werden, so wie auch die Zersetzung der salpetrigsauren Salze durch stärkere Säuren.

Die salpetrige Säure verbindet sich mit Basen zu Salzen, wodurch sie sich wesentlich von der Untersalpetersäure unterscheidet.

Untersalpetersäure. Sie bildet gewöhnlich dunkelgelbrothe

*) Es ist mir oft begegnet, dass Anfänger mit Schwierigkeit die verschiedenen Materiale zur Darstellung der Verbindungen des Stickstoff mit Sauerstoff im Gedächtniss behalten. Nichts desto weniger ist es leicht, da sich alle auf die Salpetersäure zurückführen lassen. Entweder dient ein salpetersaures Salz zur Zersetzung, oder es wird der Salpetersäure Sauerstoff entzogen; zuweilen geschieht die Darstellung durch Mischung von Sauerstoff und Stickoxyd.

Dämpfe, kann aber durch Druck und Kälte zu einer wasserhellen Flüssigkeit condensirt werden.

Sie bildet sich stets wo Stickoxydgas mit einem Ueberschuss von Sauerstoff zusammenkommt. Gewöhnlich stellt man sie durch Glühen von gut getrocknetem salpetersaurem Bleioxyd dar.

Ausser mit Bleioxyd kennt man keine Verbindung. Die Untersalpetersäure scheint keine salzfähige Säure zu sein. Mit Basen in Berührung gebracht bilden sich gewöhnlich salpetersaure Salze neben freiwerdendem Stickoxydgas.

Salpetersäure. Sie ist nur im Hydratzustande bekannt, da sie ohne Wasser nicht bestehen kann. Dieses Hydrat ist eine wasserhelle Flüssigkeit, von höchst ätzenden Eigenschaften. Sie hat einen schwachen eigenthümlichen Geruch, röthet Lackmus und bringt mit fast allen stickstoffhaltigen organischen Körpern eine gelbe Farbe hervor. Indigolösung entfärbt sie, namentlich beim Erwärmen. Die Salpetersäure wird erhalten durch Destillation des Salpeters, gewöhnlich des salpetersauren Natrons, mit Schwefelsäure und Wasser. Es treibt die Schwefelsäure die schwächere Salpetersäure aus und schwefelsaures Natron bleibt im Rückstande.
 $(\text{Na O, NO}^5 + \text{SO}^3) = (\text{Na O, SO}^3 + \text{NO}^5)$.

Sie verbindet sich fast mit allen basischen Oxyden zu löslichen Salzen. Ihre Salze verpuffen auf glühender Kohle, indem sich die Kohle auf Kosten der Salpetersäure zu Kohlensäure oxydirt. Es bleibt gewöhnlich ein kohlen-saures Salz zurück.

Fragen, welche sich an die Oxyde des Stickstoffs knüpfen.

Wie können das Stickoxydulgas und das Stickoxydgas die Verbrennung bewirken?

Hefig glühende Körper bringen in diesen Gasen eine Zersetzung in der Art hervor, dass der Sauerstoff sich ausscheidet und die Körper verbrennt, während der Stickstoff im Rückstande bleibt. Es ist also nur der Sauerstoff der bei der Verbrennung wirksame Körper.

Wie entsteht aus dem salpetersauren Ammoniak Stickoxydulgas?

Das salpetersaure Ammoniak besteht aus Ammoniak, Salpeter-

säure und Wasser. Nach dem Verlust des Wassers durch Glühen kann das Salz nicht bestehen, sondern zersetzt sich. Das Ammoniak enthält auf 1 At. Stickstoff 3 At. Wasserstoff. Diese 3 At. Wasserstoff entziehen in der Hitze der Salpetersäure, welche aus 1 At. Stickstoff und 5 At. Sauerstoff besteht, 3 At. Sauerstoff und bilden Wasser. Zieht man nun die ausgetretenen 3 At. Wasser von den Elementen des angewandten Salzes ab, so behält man 1 At. Stickstoff vom Ammoniak, desgleichen 1 At. Stickstoff von der zersetzten Salpetersäure, welche mit den übrig gebliebenen 2 At. Sauerstoff zusammen 2 At. Stickoxydulgas geben. Das Endresultat der Zersetzung zeigt die Formel $\text{NO}^5\text{NH}^3 = 3\text{HO} + 2\text{NO}$.

Wie kann man Stickoxydgas erkennen?

Daran dass es farblos ist und in Berührung mit Luft gelbe Dämpfe bildet.

Wie unterscheidet sich die salpetrige Säure von der Untersalpetersäure und wie erkennt man in einem Gemische beider die Untersalpetersäure?

Die erste wird von Basen, z. B. Kali, aufgenommen, die andere dadurch zersetzt. Setzt man nun zu einem Gemisch dieser Gase Kali, so wird ein Gasrückstand von der Untersalpetersäure bleiben, während die salpetrige Säure ganz verschluckt wird.

Was versteht man unter rauchender Salpetersäure?

Solche, welche mit Untersalpetersäure gemischt ist, wesshalb sie gelbe Dämpfe an der Luft ausstösst.

Wie entsteht rauchende Salpetersäure?

Wenn man bei der Destillation der Salpetersäure aus Salpeter eine concentrirte Schwefelsäure anwendet, so entzieht diese dem entstehenden Salpetersäurehydrate etwas Wasser. Da nun ohne Wasser die Säure nicht bestehen kann, so zerfällt sie in Untersalpetersäure und Sauerstoffgas.

*Wie bildet sich die Salpetersäure in den Salpeterplantagen? *)*

Der Kalk ist eine starke Basis und hat das Bestreben sich mit

*) So nennt man die Anlagen in den Salpeterfabriken. Sie sind grosse

einer starken Säure zu verbinden. Daher veranlasst er den Stickstoff der organischen Substanzen sich durch Aufnahme von Sauerstoff in Salpetersäure zu verwandeln, nach dem Gesetze der chemischen Prädisposition.

Stickstoff und Wasserstoff.

Der Stickstoff verbindet sich mit dem Wasserstoff in mehreren Verhältnissen in folgender Reihe:

- | | |
|------------------------------------------|--------------------------|
| 1. Ammonium. NH^4 . | 4. Amid. NH^2 . |
| 2. Ammoniak. $\text{NH}^3 + \text{HO}$. | 5. Imid. NH . |
| 3. Ammon. NH^3 . | |

*) Durch die trockene Destillation thierischer Reste erhält man eine Flüssigkeit, welche mit Kalk versetzt ein stechendes Gas wahrnehmen lässt. Entwickelt man durch Erhitzen das Gas und leitet es durch eine glühende Röhre, so verschwindet der Geruch ganz, weil an die Stelle des stechenden Gases seine geruchlosen Zersetzungsprodukte getreten sind. Untersuchen wir diese genauer, so finden wir, dass sie aus 3 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Stickgas bestehen. Das aus diesen Stoffen, in dem angegebenen Verhältniss zusammengesetzte Gas nennt man Ammon. Bindet man dasselbe an Wasser, so geht es eine Art Verbindung mit demselben ein und das Wasser ertheilt ihm die Eigenschaft mit Säuren sich verbinden zu können, es wird durch das Wasser eine Basis, Ammonhydrat oder Ammoniak genannt.

Das Ammoniak lässt sich aber auch noch anders betrachten. Man kann es auch ansehen als das Oxyd des Ammoniums; eines bis jetzt noch nicht für sich dargestellten Körpers. Das Ammoniak ist Ammon $+ \text{Wasser}$, ist also nach der Formel $\text{NH}^3 + \text{HO}$ zusammengesetzt, welche gleich ist der Formel NH^4O . Diese Anschauung entsteht aus folgenden Thatsachen.

Leitet man die Poldrähte einer galvanischen Batterie in Ammoniakflüssigkeit ($\text{NH}^3 + \text{HO}$), und lässt man den negativen Pol in etwas Quecksilber auf den Boden des Gefäßes tauchen, so bemerkt man, dass das Quecksilber zu einer silberweissen, me-

Haufen, aus Dünger, faulendem Fleisch, Harn u. s. f. bestehend, welche zwischen Kalkschichten aufgestapelt sind.

*) Der rein empirische Weg ist hier gewählt, weil durch ihn der Zusammenhang der Gruppe am besten erklärt wird.

tallglänzenden, festen Masse aufquillt. Zu gleicher Zeit steigen am positiven Pol Sauerstoffblasen auf. Da nun der Sauerstoff aus der Verbindung $\text{NH}^3 + \text{HO}$ genommen sein muss, so bleibt aus dieser NH^4 zurück, als welches wir den am Quecksilber haftenden Körper betrachten.

Die Ansicht, dass dieser neue Körper in der That NH^4 ist, wird dadurch unterstützt, dass er nach Entfernung der Poldrähte wieder verschwindet, indem er aus dem überschüssigen Wasser der Flüssigkeit wieder Sauerstoff aufnimmt, also Wasserstoff entwickelt. NH^4 in Berührung mit Wasser ($= \text{HO}$) ist $\text{NH}^5\text{O} = \text{NH}^4\text{O} + \text{H}$.

Wir haben im eben Besprochenen gezeigt, wie die Körper NH^3 , $\text{NH}^3 + \text{HO}$, NH^4 aus einander entstehen, wir wollen nun dieselben weiter beschreiben und ihre Wechselbeziehungen erörtern.

Das Ammonium, welches wir mit Quecksilber verbunden als silberweisses, metallglänzendes Amalgam *) kennen gelernt haben, kann nicht für sich dargestellt werden, weil es überall, wo Sauerstoff sich ihm darbietet, sei es frei oder im Wasser, diesen anzieht und sich in Ammoniak verwandelt. Es besteht daher auch als Amalgam nur kurze Zeit und verschwindet, wenn es dem durch die Electricität gegebenen Schutze entzogen wird.

Das Oxyd des Ammoniums, Ammoniak, wird dargestellt, indem man die Chlorverbindung des Ammoniums mit Calciumoxyd (Kalk) zersetzt. $\text{Cl}, \text{NH}^4 + \text{Ca O} = (\text{NH}^3 + \text{HO}) + \text{Ca Cl}$.

Man nimmt zu diesem Behufe gleiche Theile gewöhnlichen, gelöschten Kalk und Salmiak, welche man so lange erhitzt, als noch Gas entweicht. Das Gas wird im Wasser aufgefangen, welches reichlich davon absorbirt.

Die Flüssigkeit, Aetzammoniakflüssigkeit genannt, besitzt den eigenthümlich erregenden, stechenden Geruch und beissenden Geschmack des Gases. Sie ätzt nicht, hat aber die übrigen Eigenschaften der starken Alkalien.

Ammonium und Schwefel.

Das *Schwefelammonium* entsteht indem man Schwefelwasserstoff in Ammoniak leitet. $(\text{NH}^4\text{O} + \text{HS} = \text{NH}^4\text{S} + \text{HO}.)$

Es nimmt noch Schwefelwasserstoff in seine Verbindung auf,

*) Amalgam heisst jede Legirung des Quecksilbers mit einem Metall.

so dass es eigentlich Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium ist, eine helle Flüssigkeit, die nach Schwefelwasserstoff riecht.

Man wendet das Schwefelammonium an zur Erkennung mancher Metalle in ihren Verbindungen, da es jene in charakteristische Schwefelmetalle verwandelt.

Ammonium und Chlor.

Chlorammonium, Salmiak. Man stellt den Salmiak dar, indem man kohlen-saures Ammoniak mit Salzsäure sättigt, die Lösung eindampft, und den Rückstand sublimirt, wobei der Salmiak sich in Form von grossen, festen, strahligen, weissen Knollen anlegt.

Er ist in Wasser leicht löslich und schmeckt salzig. Man wendet ihn häufig in der Analyse an, wegen seiner auflösenden Eigenschaften.

Ammoniakverbindungen. Amid und Imid.

Kohlen-saures Ammoniak. Durch trockene Destillation stickstoffhaltiger thierischer Substanzen erhält man das unreine Präparat. Dieses sättigt man mit Salzsäure, so dass Salmiak entsteht und sublimirt diesen mit kohlen-saurem Kalk, wodurch Chlorcalcium und kohlen-saures Ammoniak erzeugt wird.

Es ist oft mit brenzligen Oelen verunreinigt und muss dann nochmals, wie zuvor angegeben, behandelt werden.

Im reinen Zustande ist es ein weisses amorphes Salz.

Es kann noch mehr Kohlen-säure aufnehmen und anderthalb-kohlen-saures Salz bilden.

Amid. Aus dem Ammon bildet sich das Amid NH^2 , indem ein Atom Wasserstoff austritt. Gewöhnlich wird die Abscheidung desselben durch ein Atom hinzutretenden Sauerstoff bedingt, welcher damit Wasser bildete; das Amid ist nur in Verbindungen bekannt.

Das Amid hat die Eigenschaft sich wie ein einfacher Körper mit einfachen zu verbinden, z. B. mit Quecksilber zu Quecksilberamid. Hier vertritt es die Stelle der später zu erwähnenden Halogene (Chlor, Jod u. s. f.).

Die meisten Amide sind organische Verbindungen, wesshalb sie bei diesen abgehandelt werden sollen.

Imid. Das Imid NH entsteht durch Austreten von 2 At. H

aus dem Ammon oder durch Austreten von 1. At. H. aus dem Amid. Seine Verbindungen folgen gleichfalls bei den organischen.

Fragen über die Wasserstoffverbindungen des Stickstoffs.

Wie erkennt man das Ammoniak in seinen Verbindungen und im freien Zustande?

Im freien Zustande ist es an seinem Geruch erkennbar und an den weissen, schweren Nebeln, die ein darübergelhaltener, mit Salzsäure befeuchteter Glasstab bildet. Ist es an eine Säure gebunden, so kann es daraus zuerst durch Zusatz von Kalk oder Kali in Freiheit gesetzt und durch dieselbe Reaktion erkannt werden.

Auch giebt Platinchlorid mit demselben einen gelben crystallinischen Niederschlag (dessen Bedeutung siehe bei den Alkalien).

Wie kann man chemisch nachweisen, dass das Ammoniak und das Ammon verschiedene Körper sind?

Das Ammon hat nicht die Eigenschaft, mit Basen Salze zu bilden ohne Aufnahme von Wasser, also nicht eher, als es in Ammoniak übergegangen ist. So bildet es z. B. mit wasserfreier Schwefelsäure eine Verbindung, die gar kein schwefelsaures Salz ist, da sich durch Kali kein Ammoniak darin nachweisen lässt, ausser bei längerer Berührung mit Wasser, und keine Schwefelsäure durch Barytsalze. (H. Rose.)

Das Ammoniak dagegen bildet Salze, welche stets ihr von dieser Basis zugeführtes Wasser behalten und welche zerfallen, wenn dies entzogen wird.

**) Wie ist es aber möglich, dass der Salmiak frei von Wasser ist?*

Der Salmiak ist kein Ammoniaksalz, wie fälschlich früher angenommen ist, sondern eine direkte Verbindung des Radikals Ammonium mit dem Chlor.

Die Verbindungen des Ammonium mit Schwefel etc., die Ammoniaksalze und ihre analytischen Verhältnisse folgen der Zweckmässigkeit wegen bei den Alkalien.

*) Diese Frage in derselben Weise, wie ich sie wiedergebe, ist mir bei meinem Unterrichte so oft aufgeworfen, dass ich sie trotz ihrer Sonderbarkeit in dieser Form mittheile.

Die Verbindungen des Stickstoffs mit Kohlenstoff folgen in der organischen Chemie. (Siehe dort das Cyan.)

5. Phosphor. P.

Der Phosphor findet sich in allen drei Naturreichen, fast immer als Phosphorsäure, seltener mit Wasserstoff oder mit organischer Substanz verbunden.

Er ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, von der Consistenz des Waxes. Frisch dargestellt erscheint er farblos und durchsichtig, später wird er trübe fettglänzend, und leuchtet in der Dunkelheit. Er ist löslich in ätherischen und fetten Oelen, sowie im Schwefelkohlenstoff und Aether. Er ist in der Kälte spröde, in mittlerer Temperatur wachsartig und schmilzt bei 46°C zu einem wasserhellen Oele. Er siedet bei 250°C und verwandelt sich in einen farblosen Dampf. Schon in niedriger Temperatur verdampft er etwas, wodurch der ihm eigene Knoblauchgeruch entsteht. Er schmeckt scharf, widerlich und ist sehr giftig.

Man stellt den Phosphor dar durch Reduktion der Phosphorsäure mit Kohle, wobei Kohlenoxydgas und Phosphor gebildet werden.

$$\text{PO}^5 + 5\text{C} = \text{P} + \text{CO}.$$

Phosphor und Sauerstoff.

Der Phosphor ist sehr brennbar und bildet mehrere Oxydationsstufen:

Phosphoroxyd. P^2O . Phosphorige Säure. PO^3 .

Unterphosphorige Säure. PO . Phosphorsäure. PO^5 .

Phosphoroxyd entsteht wenn man zu brennendem Phosphor unter Wasser Sauerstoff leitet; auch bei Oxydation des Phosphors durch Salpetersäure neben Phosphorsäure.

Es ist ein rother, in Wasser unlöslicher Körper, ohne Geruch und Geschmack.

Unterphosphorige Säure. Sie ist nur in Verbindung mit Wasser bekannt und entsteht beim Zersetzen des Phosphorbaryum mit Wasser. Aus dem entstandenen unterphosphorigsauren Baryt kann sie durch Schwefelsäure in Freiheit gesetzt werden. Beim Erhitzen zersetzt sie sich (s. d. Phosphorwasserstoff) in Phosphorsäure und freiwerdenden Phosphorwasserstoff.

Phosphorige Säure. Man erhält sie beim Erhitzen des Phosphors in einer engen lufthaltigen Glasröhre, wobei sich dasselbe in weissen Flocken von phosphoriger Säure ansetzt. Sie schmeckt eigenthümlich sauer und riecht nach Knoblauch.

Mit Wasser bildet sie ein Hydrat, das man direkt aus dreifach Chlorphosphor darstellen kann. $\text{Cl}_3\text{P} + 3\text{HO} = 3\text{ClH} + \text{PO}_3$.
Sie ist giftig und erzeugt im Magen brandige Geschwüre.

Phosphorsäure. Sie entsteht durch Verbrennen des Phosphor im Sauerstoff unter einer Glasglocke in der Form einer schneeigen Masse. Sie ist sehr feuerbeständig und ist erst in starker Rothglühhitze flüssig; sie schmilzt dabei zu einem klaren Glase zusammen.

Mit Wasser verbindet sie sich in mehreren Verhältnissen:

mit 1 At. Wasser zu Metaphosphorsäure
„ 2 „ „ „ Pyrophosphorsäure
„ 3 „ „ „ gewöhnlicher Phosphorsäure.

Sie werden auch wohl als A, B, C, oder als ein-, zwei- und dreibasische bezeichnet.

In diesen drei Säuren kann das Wasser durch Basis vertreten werden, so dass die erste 1, die zweite 2, die dritte 3 At. Basis sättigt.

In den Salzen der beiden letzten kann aber nicht nur wirkliche Basis auftreten, sondern auch ein Theil derselben durch (basisches) Wasser ersetzt werden, so dass für die B phosphorsauren Salze das Schema

	Basis, Basis - Phosphorsäure
	Basis, Wasser - Phosphorsäure
für die C phosphorsauren Salze	Basis, Basis, Basis - Phosphorsäure
	Basis, Basis, Wasser „
	Basis, Wasser, Wasser „

in Geltung kommt.

1) Die *Metaphosphorsäure* entsteht überall wo eine Lösung von Phosphorsäure so lange verdampft wird, als noch Wasser entweicht. Sie ist ein wasserhelles Glas, das erst in starker Rothglühhitze sich verflüchtigt. Mit Wasser übergossen zerspringt sie heftig und geht mit Wärmeentwicklung nach einiger Zeit direkt in die C Phosphorsäure über.

2) Die *Pyrophosphorsäure* entsteht durch Glühen derjenigen 3 basischen phosphorsauren Salze, welche ein Atom Wasser als Basis enthalten. Es entweicht das dritte Atom Basis als Wasser und die an die rückständigen 2 At. Basis gebundene Säure ist nun zweibasisch geworden.

Man stellt sie dar, indem man das gewöhnliche 3 basisch phosphorsaure Natron glüht. Es entweicht 1 At. Wasser, zurück bleibt 2 basisch phosphorsaures Natron. Zu diesem setzt man ein lösliches Bleioxydsalz, wodurch ein Niederschlag von 2 basisch phosphorsurem Bleioxyd entsteht. Den so erhaltenen Niederschlag zersetzt man mittelst Schwefelwasserstoff, wodurch unlösliches Schwefelblei entsteht und die Pyrophosphorsäure in Lösung kommt.
 $(\text{PO}^5, 2 \text{PbO}) + 2 \text{SH} = 2 \text{PbS} + (\text{PO}^5, 2 \text{HO}.)$

3) Die dreibasische, C Phosphorsäure, ist die gewöhnliche, welche so reichlich in den Knochen, im Harne, im Blut u. s. f. an Basen gebunden vorkommt. Sie ist eine angenehme, stark sauerschmeckende, geruchlose, nicht ätzende Säure.

Sie kann am reinsten erhalten werden durch Oxydation des Phosphors mittelst Salpetersäure, wobei die letztere in entweichendes Stickoxyd, salpetrige Säure u. s. w. zerfällt. Man wirft zu diesem Zwecke kleine Stückchen Phosphor nach und nach in kochende Salpetersäure, bis sich Nichts mehr oxydirt, sodann dampft man bis zur Syrupconsistenz ein, um alle fremden Stoffe aus der Lösung zu verjagen, löst wieder in Wasser auf und filtrirt. So dargestellt erhält man die officinelle Phosphorsäure. Auch aus den Knochen kann sie durch Schwefelsäure freigemacht werden.

Phosphor und Wasserstoff.

Man kennt zwei Verbindungen des Phosphors mit Wasserstoff, welche beide gasartig sind.

1) Selbstentzündliches Gas (PH^3), welches sich schon bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck in der Atmosphäre oder im Sauerstoff entzündet.

2) Schwerentzündliches Gas, welches sich erst bei grossem Druck oder in erhöhter Temperatur entzündet.

Beide entstehen im Allgemeinen da, wo Phosphor und Sauerstoff im Status nascens mit einander in Berührung kommen.

Man stellt das selbstentzündliche Gas dar, indem man Verbindungen des Phosphors mit Alkalimetallen durch Wasser zersetzt, wodurch freier Phosphorwasserstoff neben unterphosphorigsaurem Alkali entsteht.

Das schwer entzündliche Gas entwickelt sich aus dem Hydrat der phosphorigen Säure durch Erhitzen, wobei sich neben dem Gas Phosphorsäure erzeugt.

Fragen über den Phosphor.

Woher kommt das Leuchten des Phosphors?

Der Grund ist nicht bekannt.

Welches Material benützt man zur Darstellung des Phosphors?

Man bedient sich der Knochen, denen man Schwefelsäure und Kohle zusetzt.

Welche Vorsichtsmassregel ist vor allen Dingen nothwendig um Phosphor zu erhalten?

Das zur Darstellung anzuwendende Gemisch muss möglichst trocken sein, weil der Phosphor sich sonst mit dem Wasser zersetzt und sehr viel als Phosphorwasserstoff verloren geht.

Wie fängt man den überdestillirenden Phosphor auf?

Man leitet den Dampf durch ein Kupferrohr unter Wasser, wo er sich verdichtet.

Wie reinigt man den rohen Phosphor?

Durch Umschmelzen unter Wasser und späteres Durchpressen durch Gensleder.

Wie muss man den Phosphor aufbewahren?

Stets unter Wasser, damit er nicht bei gesteigerter Temperatur oder zufälligen mechanischen Einflüssen sich oxydirt.

Wodurch erkennt man die einzelnen Modificationen der Phosphorsäure?

Die Metaphosphorsäure fällt aus Baryt- und Kalklösungen einbasisches Salz als weissen Niederschlag, ebenso fällt sie das salpetersaure Silberoxyd (und Eiweisslösung).

Die Pyrophosphorsäure fällt Baryt- und Kalksalze (auch Eiweisslösung) nicht, das salpetersaure Silber fällt sie weiss.

Die dreibasische, gewöhnliche Phosphorsäure fällt Baryt- und Kalksalze weiss, das salpetersaure Silber, schön gelb.

Sind die drei Phosphorsäuren sehr verschieden?

Nein. Es gehen sogar bei längerem Zusammenstehen mit Wasser die A und B Phosphorsäure in die dreibasische über.

Wie stellt man Phosphorsäure aus den Knochen dar?

Man nimmt calcinirte (ihrer organischen Materie beraubte) Knochen, pulvert dieselben und übergiesst sie mit Schwefelsäure. Es bildet sich dabei schwerlöslicher, schwefelsaurer Kalk, welcher niederfällt, und Phosphorsäure kommt in Lösung. Die gelöste Säure dampft man ab und löst sie wieder in Alkohol, welcher die fremden Bestandtheile (Spuren von schwefelsaurem Kalk) zurücklässt. Beim Verdampfen der alkoholischen Lösung bleibt die reine Phosphorsäure zurück.

Wie unterscheiden sich die beiden Phosphorwasserstoffgase rücksichtlich ihrer Zusammensetzung?

Das selbstentzündliche enthält wahrscheinlich mehr Phosphor, als das schwerentzündliche. Genau ist der Unterschied nicht bekannt.

Wie kann man ausser durch Zersetzung der Phosphoralkalimetalle noch Phosphorwasserstoff darstellen?

Durch Kochen von gepulvertem *) Phosphor mit einem Alkali.

Welcher Process geht hier vor sich?

Es wird Wasser zersetzt. Der Sauerstoff des Wassers geht an einen Theil Phosphor und oxydirt ihn zu unterphosphoriger Säure, welche mit dem Alkali sich zu einem Salz vereinigt, während der Wasserstoff des Wassers sich im Momente seiner Entstehung mit dem Phosphor zu Phosphorwasserstoff verbindet.

*) Phosphor wird pulverisirt, wenn man ihn unter Wasser schmilzt und ihn so lange mit dem Wasser schüttelt, bis es kalt geworden ist.

6. Schwefel.

Der Schwefel crystallisirt in zwei Krystallsystemen (im 2 gliedrigen und 2 + 1 gliedrigen). In festen Stücken ist er hart, spröde und knistert beim Erwärmen, indem er dadurch Risse erhält. Er ist blassgrünlichgelb, beim Erhitzen wird er pomeranzengelb, durchsichtig oder durchscheinend. Er riecht und schmeckt sehr wenig. Geschmolzen in Wasser gegossen, bleibt er einige Zeit zähe und amorph. In höherer Temperatur (293°) fängt er an zu sieden und verwandelt sich in einen gelben Dampf, der sich in der Kälte tropfenweise verdichtet.

Wenn der Schwefel aus Verbindungen mit Metallen präcipitirt wird, so fällt er als weisses Pulver, Schwefelmilch nieder. In diesem Falle enthält er stets etwas Schwefelwasserstoff beigemischt.

Man stellt die officinelle Schwefelmilch dar, indem man fünf-fach Schwefelcalcium durch eine Säure zersetzt. Es bildet sich ein Kalksalz oder bei Anwendung von Salzsäure Chlorcalcium, ein Theil Schwefelwasserstoff entweicht, ein anderer bleibt im Schwefel mechanisch und Schwefel fällt als Milch nieder, die man sammelt und trocknet. ($\text{Ca S}^5 + \text{HCl} = \text{CaCl} + \text{HS} + 4\text{S}$.)

Die Schwefelmilch schmilzt bei dem Schmelzpunkt des Schwefels, wobei der adhärende Schwefelwasserstoff entweicht. Es scheint diese Verbindung von Schwefelwasserstoff mit Schwefel nur mechanisch zu sein.

Schwefel kommt theils in der Natur gebildet vor, theils wird er aus doppelt Schwefeleisen durch Erhitzen desselben gewonnen.

Schwefel und Sauerstoff.

Der Schwefel vereinigt sich mit dem Sauerstoff in vielen Verhältnissen, wovon nur die wichtigsten hier abgehandelt werden.

Unterschweflige Säure. SO .

Schweflige Säure. SO^2 .

Schwefelsäure. SO^3 .

1) Die *unterschweflige Säure* kann für sich nicht bestehen, man kennt nur ihre Salze. Diese stellt man dar, indem man die schwefligsauren Salze mit Schwefel kocht, wobei die schweflige Säure (SO^2) noch 1 At. Schwefel aufnimmt, so dass 2 At. unter-

schweflige Säure ($2 SO$), die an der Basis gebunden bleiben, entstehen.

Die unterschwefligsauren Salze bilden sich auch durch Oxydation von Schwefel-Alkalimetallen an der Luft, oder durch Kochen von Alkalien mit Schwefel. Bei Zusatz von stärkeren Säuren zerfallen die unterschwefligsauren Salze in schwefelsaure und sich ausscheidenden Schwefel.

2) *Schweflige Säure* entsteht durch Verbrennen von Schwefel an der Luft, also durch direkte Oxydation des Schwefels, oder durch Reduktion der Schwefelsäure mittelst Kohle unter Anwendung von Wärme. Sie ist ein compressibles, farbloses Gas, von erstickendem, die Respirationswerkzeuge reizendem Geruch. Sie wird vom Wasser absorbirt und röthet das Lackmuspapier.

Sie hat die Eigenschaft sich mit einigen Farbstoffen zu farblosen Körpern zu verbinden, wesshalb sie zuweilen zum Bleichen verwendet wird. Diese Verbindungen zerfallen meistens, häufig aber lässt sich die schweflige Säure durch stärkere Säuren daraus abscheiden, wobei der Farbstoff wieder erscheint.

3) *Schwefelsäure*. Sie ist ein weisser Körper von Consistenz des Wachses. Sie raucht an der Luft, indem sie aus derselben mit Begierde Wasser anzieht. Man gewinnt sie aus der sogenannten rauchenden Schwefelsäure durch mässiges Erwärmen als flockiges Sublimat.

Mit Wasser verbindet sich die Schwefelsäure in mehreren Verhältnissen. Wichtig sind nur die Verbindungen derselben mit 1 At. Wasser, erstes Hydrat der Schwefelsäure (Vitriolöl, englisches Vitriolöl genannt), und die Verbindung dieses Hydrates mit wasserfreier Säure, die rauchende Schwefelsäure (Nordhäuser Vitriolöl).

Das erste Hydrat der Schwefelsäure ($SO^3 + HO$) ist eine wasserklare, geruchlose, öltartige Flüssigkeit, welche eine der stärksten Säuren ist und im hohen Grade ätzend wirkt.

Sie wird dargestellt, indem man schweflige Säure mit Salpetersäure oder salpetriger Säure zusammenbringt, wodurch Schwefelsäure und Stickoxydgas entsteht. Da das letztere sich begierig mit Sauerstoff verbindet, also bei Luftzutritt schnell wieder

salpetrige Säure bildet, so kann dieselbe Menge Salpetersäure zur Bereitung von einem grossen Quantum Schwefelsäure dienen. Man hat dieses Verhältniss zur Darstellung im Grossen angewendet und lässt den Prozess in folgender Weise vor sich gehen.

Man verbrennt unter Luftzutritt in einer grossen gemauerten Kammer eine Portion Schwefel und leitet die entstandene schweflige Säure in mit Bleiplatten ganz ausgelegte Räume, auf deren Boden sich erhitzte Salpetersäure befindet. Die eintretende schweflige Säure zersetzt die sich in Dampfform entwickelnde Salpetersäure, es wird Schwefelsäure gebildet und im Raum der Bleikammer bleibt Stickoxydgas. Durch eine eigenthümliche Ventilation wird immer neue atmosphärische Luft hinzugelassen, wodurch das Stickoxyd wieder in salpetrige Säure verwandelt. Diese oxydirt wieder neue schweflige Säure und so geht der Process so lange vor sich, bis das Stickoxydgas durch die immer neu hinzutretende Luft zu sehr verdünnt wird. (Siehe die Fragen).

Lässt man die so erhaltene Schwefelsäure auf Eisen einwirken, so bildet sich schwefelsaures Eisenoxydul, welches man in Krystallen sammelt. Dieses Salz wird geröstet, wodurch es sein Krystallwasser zum grössten Theil verliert und sich in Oxydsalz verwandelt. Alsdann glüht man das so erhaltene schwefelsaure Eisenoxyd heftig in thönernen Retorten. Es geht eine Schwefelsäure über, welche auf ein Atom wasserfreie, ein Atom wasserhaltige Säure enthält, sogenanntes Nordhäuser Vitriolöl.

Es ist eine dickflüssige, ölarartige Flüssigkeit, fast doppelt so schwer als Wasser, und besitzt die Eigenschaft, an der Luft zu rauchen. Diese Säure ist noch ätzender als die vorige.

Alle drei Schwefelsäuren verbinden sich mit grosser Begierde mit Wasser, die wasserfreie so heftig, dass Explosionen entstehen. Die andern verursachen in Berührung mit Wasser zwar keine lauten Geräusche, bringen aber damit eine Temperaturerhöhung hervor, durch welche das Gemisch bis nahe zum Siedepunkt erhitzt wird.

Man kennt die Schwefelsäure an dem gänzlich unlöslichen weissen Niederschlage, den sie mit Barytsalzen giebt.

Schwefel und Wasserstoff.

Der Schwefel verbindet sich mit dem Wasserstoff in zwei Verhältnissen, zu

1. Hydrothionige Säure. HS^5

2. Hydrothionsäure. HS.

1) Die *hydrothionige Säure* entsteht durch Eingiessen einer Lösung von fünffach Schwefelkalium in Salzsäure, wobei sie sich in örlartigen Tropfen ausscheidet.

Sie ist ein gelbes, durchsichtiges Oel, riecht eigenthümlich schwefelartig, reizt die Augen und Nase, schmeckt süß und bitter. Sie besitzt schwach entfärbende Eigenschaften.

Die Säure zersetzt sich leicht von selbst in Hydrothionsäure und sich ausscheidenden Schwefel.

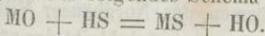
2) *Hydrothionsäure*, Schwefelwasserstoffgas. Sie kommt nicht selten in der Natur vor, namentlich da, wo sich schwefelhaltige organische Stoffe zersetzen und in vielen Mineralwässern. Auch im Darmgase ist sie häufig.

Die Hydrothionsäure ist ein farbloses, zu einer klaren Flüssigkeit condensirbares Gas von eigenthümlichem Geruch, welcher dem der faulenden Eier gleicht. Sie verbrennt mit blauer Flamme zu Wasser und schwelliger Säure, unter Absatz von Schwefel. Sie röthet das Lackmuspapier vorübergehend. Unvermischt eingeathmet erregt der Schwefelwasserstoff bald Ohnmacht und Asphyxie.

Vom Wasser wird die Hydrothionsäure reichlich aufgenommen, wodurch dem Wasser die der Säure zukommenden Eigenschaften ertheilt werden.

Der Schwefelwasserstoff hat die Eigenschaft, sich mit fast allen Metalloxyden in der Art zu zersetzen, dass der Sauerstoff des Oxydes mit dem Wasserstoff des Hydrothiongases Wasser bildet, während der Schwefel sich mit dem Metall zu unlöslichem Schwefelmetall vereinigt.

Es zeigt dieses folgendes Schema ($M = \text{Metall}$):



Da nun diese Niederschläge theils eine verschiedene Löslichkeit, theils eine charakteristische Farbe zeigen, so benützt man diese Verhältnisse zur Erkennung und Trennung der Metalle, daher das Schwefelwasserstoffgas als eines der ausgezeichnetsten Reagentien in der Analyse seine Anwendung findet.

Das Verhalten der Schwefelmetalle gegen einander ist für die-

selben sehr charakteristisch. Die meisten von ihnen zeigen gegen einander entweder elektropositive oder electronegative Tendenz, sie verbinden sich unter einander zu einer eigenthümlichen Art Salze, sogenannten Sulfosalzen. In dieser Rücksicht unterscheidet man basische Schwefelmetalle (Schwefelkalium, Schwefelnatrium u. s. w.) und saure Schwefelmetalle (Schwefelantimon, Schwefelarsen u. s. w.), oder auch Sulfo-Basen und Sulfo-Säuren. Ein solches Salz ist zum Beispiel das Schlippische Salz, bestehend aus einfach Schwefelkalium und fünffach Schwefelantimon; hier ist die erste Verbindung als Basis, die zweite als Säure zu betrachten.

Fragen über den Schwefel.

Wie findet sich der meiste Schwefel vorgebildet?

In vulkanischen Gegenden als ungleichförmige Massen mit Gestein aller Art verunreinigt; selten ist er rein crystallisirt.

Wie bereitet man den gereinigten Schwefel, die Schwefelblumen?

Man unterwirft das doppelt Schwefeleisen (Schwefelkies) oder den unreinen Schwefel der Destillation und leitet die Dämpfe in kalte, nasse Luft, wodurch der Schwefel als Pulver condensirt wird.

Was ist der Stangenschwefel?

Es ist der noch unreine Schwefel, welcher durch Umschmelzen von den grösseren Verunreinigungen befreit ist.

Was entsteht bei der Bereitung der schwefligen Säure aus der Schwefelsäure durch Kohle?

Schweflige Säure und Kohlenoxydgas.

Wie bereitet man wasserfreie Schwefelsäure?

Durch vorsichtiges Erwärmen des Nordhäuser Vitriolöls; es sublimirt die wasserfreie Säure und zurück bleibt das erste Hydrat.

Wie bildet sich die englische Schwefelsäure in den Bleikammern?

Es entsteht zuerst ein Mittelglied, nämlich eine Verbindung der Schwefelsäure mit dem von der salpetrigen Säure stammenden Stickoxydgas. Diese ist eine weisse krystallinische Verbindung,

welche mit Wasser nicht bestehen kann, sondern in freiwerdendes Stickoxydgas und Schwefelsäure zerfällt. Die Säure sammelt sich mit dem Wasserdampf auf dem Boden der Kammer in sehr verdünntem Zustande an.

Wie concentrirt man die dünne Schwefelsäure aus den Bleikammern?

Man dampft sie so lange in Platinkesseln ab, bis sie kein Wasser mehr abgiebt, und anfängt selbst zu verdampfen.

Welchen Zweck hat das Rösten des Eisenvitriols bei Bereitung der Nordhäuser Schwefelsäure?

Es wird dadurch das meiste Wasser zuvor entfernt, damit die Säure nicht zu verdünnt wird. Ausserdem verwandelt sich das Oxydulsalz in Oxydsalz in der Luft, welches letztere die Schwefelsäure weit leichter in der Hitze abgiebt.

Weshalb raucht die Nordhäuser Schwefelsäure an der Luft?

Weil sie stets kleine Antheile der wasserfreien Säure entlässt, welche die Wasserdämpfe der Luft anzieht und condensirt, indem sie sich damit verbindet.

Woher stammt das Schwefelwasserstoffgas der meisten Schwefelquellen?

Von sich zersetzenden schwefelhaltigen organischen Resten in der Nähe des Ursprungs der Quelle. So sind fast alle Wässer, welche die an thierischen Bestandtheilen reichen Posidonienschiefer durchstreichen, mit Hydrothiongas geschwängert.

Wie verändert sich das Schwefelwasserstoffgas durch Luft und Licht?

Es wird der Wasserstoff zu Wasser oxydirt, und der Schwefel scheidet sich aus, daher auch die Schwefelwasserstoff-Wasser schlecht aufzubewahren sind.

7. Selen. Se.

Zusammenhängend bildet das Selen eine bleigraue Masse, im gepulverten, fein vertheilten Zustande sieht es rothbraun aus. Es

lässt sich wie Schwefel schmelzen und verdampfen, wobei es einen starken Rettiggeruch verbreitet.

Das Selen ist ziemlich selten in der Natur, es begleitet häufig den Schwefel, dem es in seinen chemischen Beziehungen sehr ähnlich ist. Bemerkenswerth ist die Verbindung des Selen mit Wasserstoff, welche noch bei weitem giftiger ist, als die entsprechende Schwefelverbindung.

8. Chlor.

Das Chlor ist ein compressibles, blass grünlichgelbes Gas. Es hat einen höchst reizenden Einfluss auf die Athmungsorgane und besitzt einen herben Geschmack. Langes oder häufiges Verweilen in demselben kann Bluthusten und Schwindsucht hervorrufen.

In der Natur kommt es niemals frei, stets gebunden vor, namentlich als Chlornatrium. Diese Verbindung dient auch zur Darstellung. Man nimmt zur Bereitung des Chlorgases ein Gemisch aus gleichen Theilen Kochsalz und Manganhyperoxyd, bringt dasselbe in einen Kolben, der mit einer Gasleitungsröhre versehen ist, und destillirt das Gas nach Zusatz von Schwefelsäure ab.

Die Schwefelsäure macht aus dem Chlornatrium Chlorwasserstoffsäure frei ($\text{NaCl} + \text{HO} + \text{SO}^3 = \text{NaO}, \text{SO}^3 + \text{HCl}$), indem das Wasser der Schwefelsäure zersetzt wird. Der Sauerstoff des zersetzten Wassers geht an das Natrium und bildet Natron, welches sich mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Natron vereinigt, der Wasserstoff geht an das Chlor und bildet Chlorwasserstoffsäure. Die auf solche Weise freigemachte Chlorwasserstoffsäure zersetzt sich nun mit dem Manganhyperoxyd so, dass der Sauerstoff des Manganhyperoxyds mit dem Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure Wasser bildet und Chlor in Freiheit gesetzt wird. Von dem freigewordenen Chlor geht ein Atom an das Mangan und bildet damit Manganchlorür, das übrige Chlor entweicht als Gas. ($2\text{HCl} + \text{MnO}^2 = 2\text{HO} + \text{MnCl} + \text{Cl}$)

Das Chlor wird vom Wasser reichlich absorbirt, zersetzt sich aber in demselben durch Einwirkung von Licht.

Chlor und Sauerstoff.

Das Chlor verbindet sich mit dem Sauerstoff in vier Verhältnissen.

1. Unterchlorige Säure. ClO .
2. Chlorige Säure. ClO^2 (Unterchlorsäure).
3. Chlorsäure. ClO^3 .
4. Ueberchlorsäure. ClO^7 .

1) *Unterchlorige Säure* ist ein gelbes Gas, dem Chlorgas in Farbe und Geruch ziemlich ähnlich.

Man stellt sie dar, indem man Chlorgas auf Quecksilberoxyd einwirken lässt, wobei sich dieses in Chlorquecksilber verwandelt und seinen Sauerstoff an das Chlor abgibt.

Für sich hat die unterchlorige Säure kein Interesse, wohl aber ihre Verbindungen mit Alkalien u. s. f. Man gewinnt die unterchlorigsauren Salze, indem man Chlorgas mit Basen in Berührung bringt.

2) *Chlorige Säure* ist ein grünlich-gelbes Gas, in seinem Geruch dem Chlor ähnlich. Man erhält es durch Destillation von geschmolzenem chlorsauren Kali mittelst Schwefelsäure. Es explodirt mit organischen Körpern, indem es an diese leicht seinen Sauerstoff abgibt.

3) *Chlorsäure*. Sie ist nicht für sich, sondern nur in wässriger Lösung bekannt. Die wässrige Säure stellt man dar, indem man den chlorsauren Baryt mit Schwefelsäure zerlegt und den entstandenen Niederschlag, den schwefelsauren Baryt, entfernt.

Die wässrige Lösung der Chlorsäure ist farblos, röthet anfangs Lackmus und entfärbt es dann rasch. Sie ist hierin, wie in manchen andern Beziehungen, der Salpetersäure sehr ähnlich. Beim Erwärmen über 40°C kann die Chlorsäure nicht bestehen, sondern zersetzt sich in Chlorgas, Sauerstoff und Ueberchlorsäure.

Mit Basen bildet sie die chlorsauren Salze. Diese werden in der Hitze zersetzt unter Ausscheidung von Sauerstoff und Chlorometall bleibt zurück. Manche explodiren gern durch heftigen Stoss, namentlich in Berührung mit leicht brennbaren Stoffen, wie Phosphor, Schwefel, Kohle u. s. w.

4) Die *Ueberchlorsäure* kann man, wenn gleich schwierig, durch Destillation der concentrirten wässrigen Lösung in Krystallen erhalten. Die wässrige Lösung erhält man durch Destillation des überchlorsauren Kalis mittelst nicht allzu concentrirter

Schwefelsäure. Als Material zu dieser Operation dient das beim anfänglichen Schmelzen des chlorsauren Kali gebildete Salz.

Eine concentrirte wässrige Säure ist ölig, raucht an der Luft, schmeckt angenehm und stark sauer, besitzt keinen Geruch und röthet Lackmus.

Die überchlorsauren Salze liefern beim Glühen Chlormetall und Sauerstoff. Auf glühenden Kohlen verpuffen sie sehr heftig.

Chlor und Wasserstoff.

Salzsäure. Die Chlorwasserstoffsäure, oder Salzsäure ist die einzige Verbindung dieser beiden Elemente. Der Wasserstoff und das Chlor vereinigen sich im Dunkel langsam mit einander, im Sonnenlicht aber geschieht ihre Vereinigung unter Explosion und Feuerentwicklung.

Man stellt die Salzsäure dar, indem man Chlornatrium und wässrige Schwefelsäure der Destillation unterwirft ($\text{Na, Cl} + \text{SO}^3 + \text{HO} = \text{Na O, SO}^3 + \text{HCl}$). Sie bildet ein farbloses, zu einer wässrigen Flüssigkeit zusammendrückbares Gas, welches an der Luft raucht, einen eigenthümlichen Geruch besitzt und auf der Haut Jucken und Entzündung hervorruft.

In Wasser geleitet, vereinigt sich das Gas mit demselben sehr begierig unter Wärmeentwicklung und in grosser Menge.

Die wässrige Säure ist farblos, raucht im concentrirten Zustande an der Luft und bricht das Licht stark. Sie riecht eigenthümlich, schmeckt sauer und ätzt nicht besonders stark.

Die Chlorwasserstoffsäure erkennt man durch salpetersaures Silberoxyd, welches damit einen weissen Niederschlag giebt.

Chlor und Kohlenstoff.

Das Chlor vereinigt sich mit Kohlenoxydgas im Sonnenlichte leicht zu einem farblosen Gas, welches noch unangenehmer und erstickender als Chlorgas selbst riecht.

Man nennt das Gas Phosgen.

Chlor und Phosphor.

Mit Phosphor vereinigt sich das Chlor in zwei Verhältnissen:

1. Dreifach-Chlorphosphor. PCl^3 .
2. Fünffach-Chlorphosphor. PCl^5 .

Man kann sie betrachten als phosphorige- und Phosphorsäure, in denen der Sauerstoff durch Chlor vertreten ist.

Der dreifache Chlorphosphor ist eine wasserhelle, dünnflüssige Flüssigkeit, welche an der Luft weisse Nebel bildet und stechend riecht.

Der fünffach Chlorphosphor ist ein schneeweisses, verdampfbares Pulver. Es raucht an der Luft und röthet Lackmuspapier.

Beide Verbindungen werden dargestellt, indem man über Phosphor Chlorgas unter Erwärmung leitet. Es bildet sich zuerst dreifach Chlorphosphor, welches sich bei fernerm Zutritt von Chlor nach und nach in die zweite Verbindung verwandelt. Mit Wasser zerlegen sich beide Verbindungen, indem das Chlor mit dem Wasserstoff Salzsäure, der Phosphor mit dem Sauerstoff phosphorige (aus dem dreifach Chlorphosphor) und Phosphorsäure (aus dem fünffachen) bildet. $(\text{PCl}_3 + 3\text{HO} = 3\text{HCl} + \text{PO}_3)$ — $(\text{PCl}_5 + 5\text{HO} = 5\text{HCl} + \text{PO}_5)$.

Aehnliche Verbindungen sind mit Schwefel bekannt.

Chlor und Stickstoff.

Wenn man Chlorgas mit concentrirten Ammoniaksalzen in Berührung bringt, so bildet sich aus dem Stickstoff des Salzes und dem Chlor ein dickes, gelbes, öartiges Produkt, welches die Augen stark reizt.

Es explodirt oft schon durch blosses Schütteln, namentlich aber in Berührung mit Schwefel und Phosphor. Dieser Eigenschaft wegen gehört es zu den gefährlichsten Körpern.

Das Chlor verbindet sich mit den Metallen zu Chlormetallen. Dieselben sind mit sehr wenigen Ausnahmen (einfach Chlorquecksilber, Chlorblei, Chlorsilber) in Wasser leicht löslich und geben mit Silberlösung den charakteristischen Niederschlag von Chlorsilber. In wässriger Lösung kann man dieselben betrachten als chlorwasserstoffsäure Metalloxyde. $(\text{MCl} + \text{HO}) = (\text{ClH} + \text{MO})$. Es ist dies die Anschauungsweise einer veralteten Theorie, die aber noch häufig benützt wird.

Fragen über das Chlor.

Wie entsteht Chlorgas?

Dadurch, dass man der Salzsäure ihren Wasserstoff entzieht.

Wie entzieht man der Salzsäure den Wasserstoff?

Durch einen Körper, welcher soviel Sauerstoff abgibt, dass der Wasserstoff zu Wasser wird, durch das Manganhyperoxyd.

Wozu wird das Chlor angewandt?

Zum Bleichen, zum Zerstören von Gerüchen und Ansteckungsstoffen.

Worauf beruht diese Zerstörung?

Das Chlor entzieht den organischen Substanzen den zu ihrer Constitution nöthigen Wasserstoff (verwandelt sich in Salzsäure), wodurch die Stoffe zerfallen.

Worauf beruht die bleichende und zerstörende Wirkung der unterchlorigsauren Salze?

Die unterchlorigsauren Salze zersetzen sich leicht durch Einwirkung der Kohlensäure, namentlich aber der stärkeren Säuren. Es wird unterchlorige Säure frei, welche in Chlorgas und Sauerstoff zerfällt. Das freie Chlorgas wirkt dann als solches auf die organischen Stoffe ein.

Warum bildet sich beim Glühen von chlorsauren Salzen vor der Entwicklung von Sauerstoff Ueberchlorsäure?

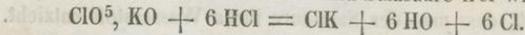
Da die Ueberchlorsäure eine beständigere Verbindung ist und der Sauerstoff nur ungern das Chlor verlässt, so geht er beim Freiwerden sogleich in die Verbindung ein, in welcher er sich länger am Chlor halten kann.

Wie kann man ausser durch Salzsäure und Braunstein noch Chlorgas entwickeln?

Durch Erwärmen von chlorsaurem Kali und Salzsäure.

Welcher Prozess geht dabei vor?

Die Salzsäure setzt die Chlorsäure in Freiheit und es bildet sich Chlorkalium. Die freigewordene Chlorsäure giebt ihren Sauerstoff an den Wasserstoff der übrigen Salzsäure ab, wodurch Wasser entsteht und das Chlor der Chlor- und Salzsäure frei wird.



9. Jod. J.

Das Jod kommt nie frei in der Natur vor, sondern stets gebunden an Alkalimetalle, vorzugsweise im Meerwasser, in geringer Menge in Steinsalzlagerstätten und Mineralwässern. Es ist ein bleigrauer, weicher, zerreiblicher Körper, der in metallglänzenden Krystallen erhalten werden kann. Schon bei gewöhnlicher Temperatur ist es etwas flüchtig, wodurch es einen eigenthümlichen Geruch verbreitet, der an schwachen Chlorgeruch erinnert.

In der Hitze schmilzt es, kommt in's Sieden und verflüchtigt sich als prachtvoll violetter Dampf, der sich als Sublimat an kalte Gegenstände anlegt.

Das Jod ist sehr ausgezeichnet durch die Eigenschaft die Stärkemehllösung (Kleister) intensiv violett zu färben. Die Haut und andere organische Stoffe färbt es vorübergehend gelbbraun.

In Wasser ist es wenig, in Alkohol ziemlich leicht löslich.

Man stellt es dar, gerade wie das Chlor, mit dem Unterschiede, dass man statt Kochsalz die Mutterlauge der Soda, welche von Strandpflanzen stammt, benützt.

In einigen Gegenden concentrirt man das Jod der Mutterlauge zuerst, indem man es an Kupfer (Kupferjodür *) bindet und dieses mit Manganhyperoxyd und Schwefelsäure zersetzt. Man erhitzt das Gemisch und sammelt das als Dampf entweichende Jod im Halse des Sublimationskolbens. Es wird alsdann zwischen Fliesspapier von anhängender Feuchtigkeit befreit.

Wie in seiner Darstellungsweise sich schon zeigt, verhält sich das Jod ganz analog dem Chlor. Es bildet fast dieselben Verbindungen, welche sogar in den meisten physikalischen und chemischen Eigenschaften nur schwer von einander zu unterscheiden sind.

Jod und Sauerstoff.

Jod verbindet sich in mehreren Verhältnissen mit dem Sauerstoff aber nur die Jodsäure hat besonderes Interesse.

Die Jodsäure (JO_5) kann krystallisirt erhalten werden. Sie

*) Das Kupferjodür entsteht, wenn man Eisenoxydulsalz und Kupferoxydsalz der jodhaltigen Lauge zusetzt. Das Eisenoxydul oxydirt sich auf Kosten des Kupferoxydes. Dieses wird zu Oxydulsalz, welches durch das Jod in Kupferjodür übergeführt wird.

ist weiss, in Wasser löslich und röthet Lackmus. Sie entsteht durch direkte Oxydation des Jods mit Salpetersäure in der Siedhitze.

Die feste Säure zerfällt bei starkem Erhitzen in Jod und Sauerstoff; die jodsauren Salze zersetzen sich gleichfalls in Sauerstoff und Jodmetall.

Jod und Wasserstoff.

Es giebt eine hydriodige und eine Hydriodsäure. Nur die letzte verdient besonders erwähnt zu werden.

Sie kann als farbloses Gas, welches sich zu einer gelblichen Flüssigkeit comprimiren lässt, dargestellt werden. Wasser absorbiert das Gas rasch und heftig.

Die wässrige Säure wird dargestellt, indem man Schwefelwasserstoff auf in Wasser vertheiltes Jod einwirken lässt. Es bildet sich Jodwasserstoff und Schwefel scheidet sich aus.

Die farblose wässrige concentrirte Säure schmeckt stechend, hintennach zusammenziehend, und besitzt den Geruch des Gases. An der Luft verwandelt sie sich durch Sauerstoffaufnahme in hydriodige Säure und zuletzt in Jod und Wasser.

Jod und Stickstoff.

Der Jodstickstoff entsteht durch Einwirkung von Jod auf Salmiakgeist. Es ist ein schwarzes Pulver, welches durch Stoss, Druck, Wärme u. s. f. heftig explodirt.

Jod und Schwefel.

Jodschwefel entsteht durch Zusammenbringen von Jod und Schwefel, wobei sich das Gemisch erwärmt. Auch bildet er sich aus wässrigem Hydriod und Chlorschwefel, wodurch Salzsäure und niederfallender Jodschwefel entsteht. Das nach der ersten Methode dargestellte Präparat besitzt einen stacheligen Bruch, ist schwarz und schmilzt schon bei 60^o.

Von den Jodmetallen gilt dasselbe, was beim Chlor erwähnt wurde. Der Niederschlag, den sie mit Silberlösung geben, ist gelblich gefärbt.

10. Brom. Br.

Das Brom ist eine bei gewöhnlicher Temperatur dünne Flüssigkeit von brauner, bei durchfallendem Lichte hyacinthrother Farbe.

Es verdampft sehr leicht unter Verbreitung gelbrother, widrig, dem Chlor ähnlich, riechender Dämpfe, welche namentlich den Respirationsorganen sehr schädlich sind. Auf der Haut ätzt es sehr stark, wobei es einen gelben, später braunen Fleck macht.

Das Brom findet sich im Meerwasser, namentlich aber in den Mutterlaugen vieler Salinen.

Man gewinnt es auf eine sehr umständliche Weise. Zuerst leitet man Chlor in die Flüssigkeit, wodurch das Brom frei wird. Dem bromhaltigen Aether setzt man Kali zu, wodurch Bromkalium und bromsaures Kali entsteht. Man dampft ab, glüht die Masse, um auch das bromsaure Salz in Bromkalium zu verwandeln, und destillirt das erhaltene Bromkalium mit Braunstein und Schwefelsäure. Das übergehende Brom muss gut abgekühlt und unter Wasser aufbewahrt werden.

Die Verbindungen des Broms sind denen des Chlors eben so ähnlich, als analog.

Fragen über das Jod und Brom.

Wie unterscheiden sich beide chemisch?

Das erste giebt mit Silberlösung einen gelben, das zweite einen weissen Niederschlag von Jod- und Bromsilber. Das erste löst sich schwer, das andere leicht in Ammoniakflüssigkeit auf.

Wie wirken sie auf organische Substanzen?

Wie das Chlor, aber nicht so intensiv, entziehen sie den zur Constitution nöthigen Wasserstoff und wirken dadurch zerstörend.

Wozu benützt man Jod und Brom in der Technik?

Das erste wird in neuester Zeit zu Farben benützt, aber auch mit dem Brom zur Daguerrotypie.

II. Fluor. Fl.

Es ist noch nicht für sich dargestellt worden. Man kennt nur seine Verbindungen mit Wasserstoff und Metallen.

In der Natur kommt häufig das Fluorcalcium (Flussspath) vor, welches zur Darstellung anderer Verbindungen dient. Man stellt daraus namentlich das Fluorwasserstoffgas durch Zusatz von Schwefelsäure dar.

Die auf diese Weise dargestellte Säure ist ein Gas von sehr giftigen Eigenschaften, da es die Respirations- und Geruchsorgane, sowie die Augen durch seine ätzenden Eigenschaften beeinträchtigt. Das Gas raucht an der Luft durch Aufnahme von Wasser, welches dasselbe begierig anzieht. Die wässrige Säure besitzt die Eigenschaften des Gases.

12. Silicium. Si.

Das Silicium, auch Kiesel genannt, ist auf der Erde einer der häufigsten Körper, mit Sauerstoff verbunden als Kieselerde. Es lässt sich mittelst Kalium aus dem Fluorsiliciumgas als ein braunes, schweres Pulver abscheiden.

Silicium und Sauerstoff.

Man kennt nur ein Oxyd des Siliciums, die Kieselerde. Sie kommt schon rein in der Natur gebildet vor in schönen hexaedrischen Krystallen, als Quarz. Ausserdem findet sie sich in unreinen Zustände als Feuerstein, im Granit u. s. f.

Künstlich stellt man sie aus ihren Verbindungen mit Basen, den kieselsauren Salzen, durch Zusatz von Säuren dar. Frisch abgetrennt bildet sie eine weissliche, durchsichtige Gallerte, die sich etwas in Wasser löst. Dampft man die Gallerte ein und trocknet sie vollständig in höherer Temperatur, so geht sie in eine unlösliche Modification über. Diese unlösliche Verbindung kann durch Glühen mit starken Basen an diese wieder gebunden und von ihnen auf spätern Säurezusatz getrennt werden, wodurch wieder die lösliche Modification entsteht. Es ist mithin die Löslichkeit von der Verbindung mit Wasser abhängig.

Die wasserfreie, künstlich dargestellte Kieselerde ist ein amorphes, weisses, geschmackloses, hartes Pulver, das in allen Medien unlöslich ist, mit Ausnahme der starken Alkalien. Diese lösen, vorzüglich in der Wärme, bedeutende Mengen auf.

Die Kieselerde ist bei gewöhnlichen Temperaturgraden eine schwache Säure, die von den meisten Säuren aus ihren Verbindungen ausgeschieden wird. In höheren Temperaturen dagegen ist sie eine der stärksten Säuren, die selbst Schwefelsäure austreibt.

Die künstlichen kieselsauren Salze sind fast immer amorph,

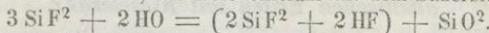
selten zeigen sie eine Andeutung von Krystallisation. Gewöhnlich sind die Verbindungen glasartig, wie die hierhin gehörenden gewöhnlichen Glassorten.

Silicium und Fluor.

Ueberall, wo freiwerdendes Fluor oder Fluorwasserstoffsäure mit Kieselerde in Berührung kommt, entsteht Fluorsilicium. Man stellt dasselbe dar, indem man gepulvertes Glas oder Feuerstein mit Flussspath mengt und nach Zusatz von Schwefelsäure das Gemisch erwärmt.

Es ist ein farbloses Gas, welches von Wasser absorbirt und eigenthümlich zersetzt wird. Es scheidet sich dabei ein Drittheil der Kieselerde als Hydrat im gallertigen Zustande aus, so dass die Flüssigkeit zu einem dicken rauchenden Brei geseht. Im Wasser bleibt eine Verbindung von Fluorsilicium mit Fluorwasserstoff zurück, welche durch Filtriren getrennt werden kann.

3 At. Fluorsilicium zersetzen sich mit 2 At. Wasser so, dass 2 At. unzersetzt bleiben und 1 At. (SiF_2) sich zerlegt in F_2 und Si. Das freigewordene Fluor verbindet sich mit den 2 At. Wasserstoff des Wassers, das freie Silicium mit dem Sauerstoff.



Die auf diese Weise entstandene Kieselfluorwasserstoffsäure geht ähnlich den Wasserstoffsäuren der Salzbilder salzartige Verbindungen ein, indem ihr Wasserstoff austritt und an dessen Stelle 1 Atom Metall in die Verbindung eingeht, so dass die Metallverbindungen die Formel SiF_2, MF ($\text{M} = 1$ Atom Metall) annehmen.

Fragen über Fluor.

Weshalb lässt sich das Fluor nicht isolirt darstellen?

Weil es im Moment seines Freiwerdens alle Gefässe angreift, die wir besitzen, und mit dem Material derselben sogleich wieder Verbindungen eingeht. So entzieht es dem Porcellan und Glas die Kieselerde, und bei Anwendung von Platingefässen zerfrisst es diese unter Bildung von Fluorplatin.

Wie wird die Flusssäure in der Technik benützt?

Man ätzt damit Zeichnungen und dergleichen auf Glas.

Wie ätzt man mit Flusssäure?

Man überzieht das Glas mit einem Deckgrund von Wachs, schreibt in demselben die Zeichnungen ein und lässt auf die blossgelegten Stellen Flusssäure wirken.

Fragen über Kieselerde.

Wie unterscheidet sich die natürlich vorkommende krystallisirte Kieselerde von der künstlich dargestellten?

Die erste löst sich nicht in Alkalien, die zweite löst sich.

Wie kann man unlösliche Kieselerde löslich machen?

Dadurch, dass man basisch kieselsaure Salze der Alkalien oder alkalischen Erden bildet. Zu diesem Behuf schmilzt man die Kieselerde mit den kohlen-sauren Erden derselben.

Wie nennt man die Operation, durch welche die unlösliche Kieselerde in die lösliche verwandelt wird?

Aufschliessen der Silikate.

Wie nennt man die Verbindungen der Alkalien und alkalischen Erden mit Kieselerde?

Glas.

Was versteht man unter Wasserglas und Kieselfeuchtigkeit?

Wasserglas ist ein kieselsaures Alkali, in welchem so viel Alkali im Ueberschuss vorhanden ist, dass es in Wasser sich lösen lässt. Kieselfeuchtigkeit ist die wässrige Lösung des Wasserglases.

13. Boron. Syn. Bor. B.

Das Boron kommt stets an Sauerstoff gebunden, als Boraxsäure, vor.

Es ist ein dunkelgrünlich-braunes, undurchsichtiges, feuerfestes Pulver. An der Luft erhitzt, verbrennt es mit grüner Flamme zu Boraxsäure.

Seine Darstellung beruht auf Reduktion der Boraxsäure mittelst Kalium.

Boron und Sauerstoff.

Es ist nur eine Sauerstoffverbindung, die Boraxsäure, bekannt.

Boraxsäure. Syn. Borsäure. BO^3 .

Sie kommt theils frei, theils an Natron gebunden vor. Man stellt sie dar, indem man das Wasser der Laguni (Toscana) eindampft und die entstandenen Krystalle reinigt. Zum pharmaceutischen Gebrauch scheidet man sie aus dem borsäuren Natron durch Schwefelsäure ab. Da sie in kaltem Wasser wenig löslich ist, so scheidet sie sich dabei in Krystallen ab.

Die krystallisirte Säure hält Wasser gebunden und bildet perlmuttglänzende Blättchen, welche sich in heissem Wasser lösen. In höherer Temperatur schmilzt sie unter Abgabe von etwas Wasser zu einem durchsichtigen Glas. Die Borsäure ist eine schwache Säure, nur in der Hitze vermag sie ihrer grossen Beständigkeit wegen starke flüssige Säuren auszutreiben. Man erkennt sie in ihren Salzen daran, dass sie nach Zusatz von Schwefelsäure (um sie frei zu machen) dem brennenden Alkohol eine schöne grüne Farbe ertheilt.

Boron und Fluor.

Das Boron bildet mit dem Fluor eine gasförmige Verbindung, welche dem Fluorsilicium ähnlich ist. Sie zerlegt sich mit Wasser in Borsäure und Flusssäure. Wahrscheinlich ist das Gas in den vulkanischen Gegenden der Laguni der Grund für die Bildung der freien Borsäure, da diese sich in den aus der Erde aufsteigenden Dämpfen befindet.