

Stickstoffoxyd. Stickoxyd.

Formel: NO_2 . Aeq. 30. Proc. Zusammensetzung: Stickstoff 46,67, Sauerstoff 53,33.
 Specif. Gewicht 1,039 (Atmosph. Luft = 1).

Das Stickstoffoxyd oder Stickoxyd, wie es der Kürze wegen wohl auch genannt wird, ist ein permanentes, farbloses, in Wasser sehr wenig lösliches Gas, dessen Geschmack und Geruch nicht bekannt sind, weil es in dem Augenblicke, wo es mit atmosphärischer Luft in Berührung kommt, sich höher oxydirt und gelbrothe Dämpfe von Untersalpetersäure bildet, die einen erstickenden Geruch, ätzenden Geschmack und saure Reaction besitzen. Das Stickoxyd vereinigt sich also schon bei blosser Berührung und gewöhnlicher Temperatur mit Sauerstoff, und da das Product dieser Vereinigung, die Untersalpetersäure, durch eine charakteristische gelbrothe Farbe ausgezeichnet ist, während das reine Stickoxyd absolut farblos erscheint, so lässt sich mittelst dieser Eigenschaft des Stickoxyds die geringste Spur von Sauerstoff in einem Gasgemenge mit Sicherheit erkennen. Bringt man zu einem solchen Stickoxyd, und es färbt sich das Gasgemenge gelb, so enthält es Sauerstoff, bleibt es dagegen farblos, so ist darin freier Sauerstoff nicht vorhanden. Wässrige Auflösungen von Eisenoxydulsalzen absorbiren das Stickoxydgas mit grosser Begierde und färben sich dabei schwarzbraun. Man kann daher aus einem Gasgemenge Stickoxydgas durch Eisenoxydulauflösungen entfernen.

Eigenschaf-
ten.

Die Oxyda-
tion des
Stickstoff-
oxyds zu
Untersalpe-
tersäure im
Augenblicke
der Berüh-
rung mit
Sauerstoff
oder sauer-
stoffhaltigen
Gasgemen-
gen bietet
ein Mittel
der Erkenn-
ung des
Sauerstoffs
in einem
Gasgemenge
dar.

Das Stickoxydgas unterhält die Verbrennung einiger Körper. Angezündete Kohle und Phosphor verbrennen darin mit grossem Glanze, angezündeter Schwefel dagegen verlöscht darin. Mit Wasserstoffgas vermischt und mit einem brennenden Körper berührt, brennt es mit einer grünlichen Flamme, indem sich dabei Wasser bildet und Stickstoff frei wird; mit Schwefelkohlenstoff gemengt, brennt es mit einer grossen weissen, schön leuchtenden Flamme ohne Explosion ab. Das Stickoxydgas ist nicht respirabel, Thiere ersticken darin, es färbt mehrere thierische Stoffe gelb und verändert die blauen Pflanzenfarben nicht: es besitzt neutrale Reaction.

Ein sehr merkwürdiges Verhalten zeigt das Stickoxyd gegen concentrirte Salpetersäure und gegen Schwefelsäure. Wird Stickoxydgas in concentrirte Salpetersäure geleitet, so löst es sich in letzterer in erheblicher Menge auf, dabei findet aber eine wechselseitige Zersetzung statt; das Stickoxyd entzieht nämlich der Salpetersäure einen Theil ihres Sauerstoffs und verwandelt sich in salpetrige Säure, während dadurch auch die Salpetersäure in salpetrige Säure übergeht. Je nach der Concentration, oder was dasselbe ist, je nach dem Wassergehalte der Salpetersäure zeigen die Lösungen des Stickoxyds in dieser Säure sehr verschiedene Farben, nämlich braun, gelb, grün und blau.

Mit Schwefelsäure verbindet sich das Stickoxyd zu einem krystallisirten Körper, von dem weiter unten die Rede sein wird.

Vorkommen und Bildung.

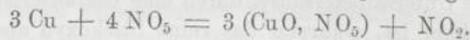
Vorkommen und Bildung. Stickoxyd findet sich in der Natur nicht vor; die gewöhnlichste Art seiner Bildung ist Reduction der höheren Oxyde des Stickstoffs durch oxydable Körper, wie Kohle, Phosphor, Metalle, organische Substanzen u. s. w.

Darstellung

Darstellung. Die bequemste Art der Darstellung des Stickoxydgases ist folgende:

aus Kupfer und Salpetersäure,

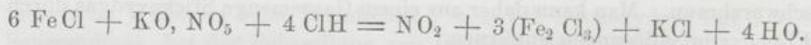
Man löst Kupferdrehspähne in mässig concentrirter Salpetersäure von 1,2 bis 1,3 specif. Gewicht auf und fängt das sich entwickelnde Gas über Wasser auf. Indem das Kupfer sich auf Kosten eines Theils des Sauerstoffs der Salpetersäure zu Kupferoxyd oxydirt, wird letztere zu Stickoxyd reducirt, welches gasförmig entweicht, während das Kupferoxyd mit einem andern Antheil unzersetzter Salpetersäure salpetersaures Kupferoxyd bildet. Der Vorgang wird durch folgende Formelgleichung ausgedrückt:



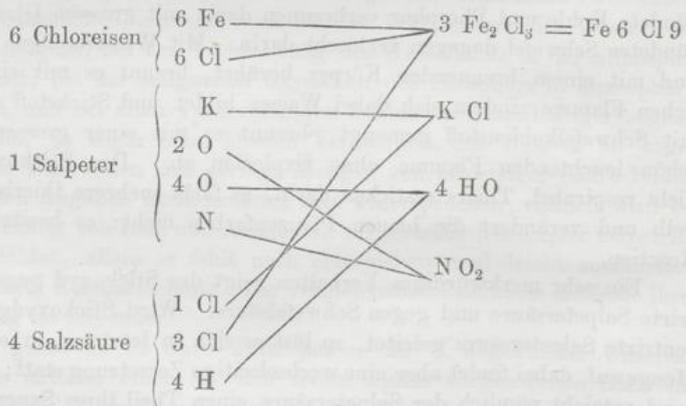
So wie Kupfer wirken auch Silber und Quecksilber.

aus Eisenchlorür, Salpeter und Salzsäure.

Eine andere Methode der Darstellung des Stickoxydgases besteht darin, Salpeter mit einer Lösung von einfach Chloreisen in überschüssiger Chlorwasserstoffsäure zu erwärmen, es bildet sich dabei Eisenchlorid, Chlorkalium, Wasser und Stickoxydgas, welches entweicht. Die Formelgleichung ist folgende:



Deutlicher wird der Vorgang durch nachstehendes Schema:



Ein Volumen Stickoxydgas besteht aus:

Volumverhältnisse des Stickoxyds.

1/2 Vol. Stickstoff	0,4856
1/2 Vol. Sauerstoff	0,5528
1 Vol. Stickoxyd	1,0384

Die directe Bestimmung des specifischen Gewichtes des Stickoxydgases ergiebt 1,0392, welche Zahl mit der berechneten sehr nahe übereinstimmt. Zu Stickoxydgas vereinigen sich also gleiche Volumina Stickstoff und Sauerstoff ohne Verdichtung, und das Volumen der Verbindung ist gleich der Summe der Volumina der Bestandtheile. Wie ferner erhellt, nehmen, da die Formel des Stickoxyds NO_2 ist, 2 Aeq. Sauerstoff denselben Raum ein, wie 1 Aeq. Stickstoff.

Stickstoffoxydul. Stickoxydul.

Formel NO . Aeq. 22. Proc. Zusammensetzung: Stickstoff 63,77, Sauerstoff 36,23.
Specif. Gewicht 1,527 (Atmosph. Luft = 1).

Das Stickstoffoxydul ist ein Gas, welches mit dem Sauerstoffgase sehr grosse Aehnlichkeit in einigen Eigenschaften zeigt, sich davon aber durch andere sehr wesentlich unterscheidet. Es ist farblos, besitzt einen eigenthümlichen, nicht unangenehmen süßlichen Geruch und Geschmack, ist schwerer wie atmosphärische Luft und coërcibel, d. h. es kann bei einer Temperatur von 0°C . und einem Drucke von 50 Atmosphären, sonach einem Drucke, welcher 50 mal so gross ist, wie der der atmosphärischen Luft, verdichtet werden. Es stellt dann eine tropfbare Flüssigkeit dar, die bei -88°C . siedet, und dabei solche Verdunstungskälte entwickelt, dass sie sich bis zu -105°C . abkühlt, und dabei zu einem festen krystalinischen Körper erstarrt. Im flüssigen Zustande ist es durch ein ausserordentlich geringes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet.

Eigenschaf-
ten.

Das Stickoxydulgas ist in Wasser, namentlich in kaltem, ziemlich löslich, und ertheilt diesem seinen Geschmack und Geruch. Von warmem Wasser wird es weniger leicht aufgenommen und wird daher bei seiner Darstellung zweckmässig über warmem Wasser aufgefangen.

Das Stickoxydulgas unterhält die Verbrennung der Körper, und brennbare Körper, wie Kohle, Schwefel, Phosphor, Eisen, verbrennen darin angezündet mit einem ähnlichen Glanze, wie in Sauerstoffgas. Auch entflammt sich darin ein nur an einzelnen Stellen noch glimmender Spahn von selbst wieder, gerade so wie im Sauerstoffgase. Endlich gibt das Stickoxydulgas auch mit Wasserstoffgas gemischt Knallluft, d. h. ein explosives Gasmengenge. Demungeachtet aber bietet die Unterscheidung des Stickoxydulgases vom Sauerstoffgase keine Schwierigkeit dar. Abgesehen nämlich von seiner Verdichtbarkeit, seinem höheren specifischen Gewichte und seiner viel bedeutenderen Löslichkeit in Wasser, giebt das Stickoxydulgas mit Stickoxydgas gemengt keine rothgelben Dämpfe von Untersalpetersäure, sondern bleibt farblos, während freies Sauerstoffgas mit Stickoxydgas gemengt sich so gleich gelbroth färbt.

Das Stickoxydulgas kann eingeathmet werden, es ist respirabel, da-
bei wirkt es aber eigenthümlich berauschend, und erzeugt einen Zustand

Es ist respi-
rabel und
wirkt be-
rauschend.

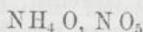
von Trunkenheit, der meist von sehr angenehmen Hallucinationen, ausgelassener Fröhlichkeit, Lachlust und rasch wechselndem Ideenfluge begleitet ist. Wegen dieser Wirkungen wurde das Gas auch wohl Lustgas genannt. Länger eingeathmet bringt es Stupor, Gefühllosigkeit, bei Einzelnen auch wohl heftige Gefäss- und Nervenaufrregung, bis zu maniacalischen Anfällen sich steigend, hervor. Entzieht man dem Stickstoffoxydul durch erhitzte oxydirbare Körper seinen Sauerstoff, so bleibt Stickstoff zurück, dessen Volumen so viel beträgt, wie das Volumen des Stickoxyduls.

Vorkommen, Bildung und Darstellung.

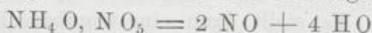
Vorkommen. Das Stickstoffoxydul findet sich in der Natur nicht. Bildung und Darstellung. Das Stickstoffoxydul bildet sich auf mehrfache Weise durch Reduction der höheren Oxyde des Stickstoffs, so z. B. durch Reduction des Stickoxyds mittelst schwefligsaurer Salze, durch Auflösen von Zink in verdünnter Salpetersäure oder besser einem Gemenge von verdünnter Salpeter- und Schwefelsäure.

Am leichtesten erhält man es durch Erhitzen von salpetersaurem Ammoniak.

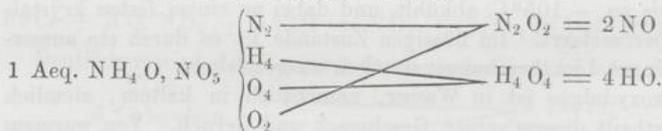
Am reinsten und leichtesten erhält man es aber durch Erhitzen des salpetersauren Ammoniaks, eines Salzes, welches dabei geradeauf in Stickstoffoxydul und Wasser zerfällt. Die Zusammensetzung des salpetersauren Ammoniaks wird ausgedrückt durch die Formel:



und die Zerlegung durch nachstehende Formelgleichung:



und versinnlicht durch folgendes Schema:



1 Aeq. salpetersaures Ammoniak liefert demnach geradeauf 4 Aeq. Wasser und 2 Aeq. Stickstoffoxydul.

Volumverhältnisse.

Bereits weiter oben wurde bemerkt, dass, wenn man Stickoxydulgas durch oxydable Körper, z. B. Kalium, zersetzt, das Volumen des rückständigen Stickstoffgases gleich ist dem Volumen des Stickoxydulgases selbst. Es muss sonach bei der Vereinigung der beiden Gase Condensation stattfinden.

Zieht man von dem Gewichte eines Volumens Stickoxydulgas oder von seinem specifischen Gewichte, was dasselbe ist, = 1,527

das Gewicht eines Volumens Stickstoff ab . = 0,972

so bleibt 0,555

Diese Zahl stimmt aber sehr nahe überein mit dem Gewichte eines

halben Volumens Sauerstoff, denn $\frac{1,1056}{2} = 0,5528$.

Demnach entstände das Stickoxydulgas durch Vereinigung von 1 Vo-

lumen Stickstoff mit $\frac{1}{2}$ Volumen Sauerstoff, wobei Verdichtung zu einem Volumen stattfindet.

1 Volumen Stickstoff	0,972
$\frac{1}{2}$ Volumen Sauerstoff	0,552
1 Volumen Stickoxydul	1,524,

eine Zahl, welche mit der durch den Versuch gefundenen 1,527 so nahe übereinstimmt, dass ein Zweifel an der Richtigkeit dieser Folgerungen nicht bestehen kann. Setzt man die Proportionen an:

$$\begin{aligned} 1,524 : 0,972 &= 100 : x = 63,77 \text{ N} \\ 1,524 : 0,552 &= 100 : x = 36,23 \text{ O} \\ \hline &100,00, \end{aligned}$$

so erhält man obige Zahlen für die procentische Zusammensetzung des Gases.

Daraus, dass im Stickoxydulgas 1 Vol. Stickstoff mit $\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoff zu einem Volumen Stickoxydulgas verdichtet sind, erklärt sich, warum das Volumen des aus der Verbindung freiwerdenden Stickstoffs gleich ist dem Volumen der Verbindung.

Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff.

Atmosphärische Luft.

Unter Atmosphäre oder atmosphärischer Luft verstehen wir bekanntlich die unseren Planeten umgebende gasförmige Hülle, die, wie bereits beim Sauerstoff auseinandergesetzt wurde, in so wesentlicher Beziehung zum Athmungs- und daher Lebensprocesse der Thiere und Pflanzen steht. Die Bestandtheile dieser gasförmigen Hülle sind zwei uns nun bereits bekannte Gase, nämlich Sauerstoff und Stickstoff, ferner Wasserdampf oder Wassergas, wovon wir ebenfalls bereits gehandelt haben, und endlich Kohlensäure, ein Gas, von dem erst später die Rede sein kann. Diese Bestandtheile können als die wesentlichen angesehen werden, während ausserdem noch kleine und veränderliche Quantitäten anderer Gase in der Luft enthalten sein können, die von der Erdoberfläche entwickelt werden, deren Menge aber so gering ist im Vergleich zur Masse der Atmosphäre und ihrer übrigen Bestandtheile, dass sie wegen ihrer raschen Diffusion der Beobachtung entgehen. Zu diesen Gasen zählt das Ammoniak, welches einen ziemlich constanten Minimalbestandtheil der atmosphärischen Luft ausmacht.

Atmosphärische Luft.

Zusammensetzung derselben.

Von allen diesen Bestandtheilen betragen aber mit Ausnahme des Stickstoffs und Sauerstoffs die übrigen zusammengenommen kaum ein Volumenprocent.

Unveränderlichkeit der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft.

In Bezug auf die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft hat sich die höchst merkwürdige Thatsache ergeben, dass auf allen Punkten der ganzen Erdoberfläche Sauerstoff und Stickstoff darin in genau demselben Verhältnisse enthalten sind, während der Gehalt an Kohlensäure und Wassergas ein ziemlich wechselnder ist. In 100 Raumtheilen atmosphärischer Luft sind überall und unter allen Umständen nahezu 79 Raumtheile Stickstoff und 21 Raumtheile Sauerstoff enthalten, was dem Gewichte nach für 100 Gewichtstheile atmosphärischer Luft 23,2 Proc. Sauerstoff beträgt.

Würde die Luft nur aus Stickstoff und Sauerstoff bestehen, so könnte man sagen, 100 Vol. enthalten genau 79 Vol. Stickstoff und 21 Vol. Sauerstoff, so aber erleidet durch den Gehalt an Kohlensäure und Wassergas dieses Verhältniss eine geringe Alteration, und es sind im Mittel in 100 Volumtheilen atmosphärischer Luft enthalten:

Stickstoff	78,492
Sauerstoff	20,627
Wassergas	0,840
Kohlensäure	0,041
	<hr/>
	100,00

Auf den Gehalt an Sauerstoff und Stickstoff in der Luft bleiben alle Verhältnisse des Klimas, der Erhebung über die Meeresfläche, der geographischen Breite, der Vegetation etc. ohne allen bemerkbaren Einfluss, und es besitzt die Luft eine Unveränderlichkeit der Zusammensetzung, welche bei dem Umstande, dass derselben durch die zahllosen Verbrennungs- und Oxydationsprocesse auf unserer Erdoberfläche, sowie durch die Respiration so vieler Millionen von Thieren und Menschen in jedem Augenblicke unseres Daseins so grosse Quantitäten Sauerstoff entzogen werden, unverständlich bleiben würde, wüsste man nicht, dass der Sauerstoff in die Luft wieder vermittelt der Pflanzen zurückkehrt, wie bereits weiter oben (S. 78) auseinandergesetzt wurde.

Gründe, warum man die atmosphärische Luft als ein Gemenge, und nicht als eine chemische Verbindung betrachtet.

Eine andere hier zu erörternde Frage ist aber die: Warum betrachtet man die atmosphärische Luft als ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff, und nicht als eine chemische Verbindung dieser beiden Gase, wofür doch schon der Umstand sprechen würde, dass die atmosphärische Luft ihre Bestandtheile in unveränderlicher Gewichts- und Volumenmenge enthält? — Es giebt viele sehr gewichtige Gründe, welche gegen diese Ansicht und dafür sprechen, dass die Luft keine chemische Verbindung, sondern nur ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff ist. Diese Gründe sind folgende.

1. In der atmosphärischen Luft finden sich die Eigenschaften des Sauerstoffs und Stickstoffs wieder, nur durch ihre gleichzeitige Gegenwart modificirt, während es ja eine Eigenthümlichkeit der Affinität ist, dass unter ihrem Einflusse neue Körper mit neuen Eigenschaften entstehen.

2. Die Erfahrung lehrt, dass bei der chemischen Vereinigung zweier Gase stets Wärme frei wird; wenn man aber Stickstoff und Sauerstoff in

dem Verhältniss mischt, wie sie in der Luft enthalten sind, so bemerkt man keinerlei Wärmeentwicklung, und das Gemenge besitzt genau alle Eigenschaften der atmosphärischen Luft.

3. Es ist ein allgemein gültiges Gesetz, dass sich Gase stets nach einfachen Raumverhältnissen ihrer Bestandtheile chemisch vereinigen. Das der gefundenen Zusammensetzung am meisten sich nähernde einfache Raumverhältniss der Bestandtheile der atmosphärischen Luft wäre aber:

4 Vol. Stickstoff	oder	80 Vol. Stickstoff
1 „ Sauerstoff		20 „ Sauerstoff
5		100

Diese Zahlen aber entfernen sich von den gefundenen viel zu sehr, als dass man die Differenz Beobachtungsfehlern oder der Unvollkommenheit der Methode zuschreiben könnte, wozu man um so weniger berechtigt ist, als die nach den verschiedensten Methoden ausgeführten Luftanalysen stets zu demselben Resultate geführt haben.

4. Ein sehr wichtiger Grund gegen die Annahme, dass die atmosphärische Luft eine chemische Verbindung von Stickstoff und Sauerstoff sei, liegt in dem Verhalten der atmosphärischen Luft gegen Wasser. Wasser mit atmosphärischer Luft geschüttelt, oder überhaupt längere Zeit damit in Berührung, löst eine gewisse Menge davon auf, wie denn auch unser gewöhnliches auf der Erde tropfbarflüssig vorkommendes Wasser stets lufthaltig ist. Treibt man aber diese Luft aus dem Wasser aus, und untersucht sie, so findet man, dass sie nicht die Zusammensetzung besitzt, wie die atmosphärische Luft, was doch der Fall sein müsste, wenn die Luft wirklich eine chemische Verbindung wäre, sondern man findet sie sauerstoffreicher. 100 Raumtheile einer solchen vom Wasser aufgelösten Luft enthalten 34,9 Raumtheile Sauerstoff und 65,1 Raumtheile Stickstoff. Ist aber die atmosphärische Luft ein Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff, so erklärt sich diese Zusammensetzung ganz einfach, es wird nämlich dann das Wasser aus der Luft von dem Gase verhältnissmässig mehr aufnehmen, welches in Wasser löslicher ist, und dies ist in der That beim Sauerstoffgas der Fall.

So gewichtig diese Gründe sind, so bleibt es doch sehr bemerkenswerth, dass das Volumenverhältniss des Stickstoffs zum Sauerstoff nicht allein sich dem einfachen: 4 Vol. N und 1 Vol. O ziemlich nähert, sondern auch das Gewichtsverhältniss der Formel N_2O . Nehmen wir nämlich den Sauerstoffgehalt dem Gewichte nach in runder Zahl zu 23 und den Stickstoff zu 77 an, so verhält sich:

$$N : O \quad 2 \text{ Aeq. } N \\ 77 : 23 = 28 : x = 8,3.$$

Die Eigenschaften der atmosphärischen Luft sind die eines permanenten, farb- und geruchlosen Gases, und zwar eines Gemenges von Sauerstoff und Stickstoff, sonach zweier Gase, die wir bereits kennen gelernt

Eigenschaften der atmosphärischen Luft.

haben; doch sind die negativen Eigenschaften des Stickstoffs durch die positiven des Sauerstoffs natürlich aufgehoben. Sie ist schlechter Wärme- und Elektricitätsleiter, wie alle Gase wägbar, und zwar wägen 1000 C. C. derselben bei 0° und 0,760 Millimeter Luftdruck 1,29363 Grammes. Ihr specifisches Gewicht wird = 1 gesetzt und dient als Einheit für die Bestimmung der specifischen Gewichte aller übrigen Gase und Dämpfe. Nähme man das Gewicht des Sauerstoffs als Einheit des specifischen Gewichtes an, so wäre das specifische Gewicht der Luft = 0,90446. Die atmosphärische Luft ist sonach leichter wie Sauerstoff, sie ist ferner 773 mal leichter wie Wasser und 10513,5 mal leichter wie Quecksilber.

Ihr specif. Gew. wird = 1 gesetzt.

Druck der atmosphärischen Luft.

So gering sonach auch das Gewicht der atmosphärischen Luft ist, so übt sie doch in Folge dieses Gewichtes einen sehr bedeutenden Druck auf die Oberfläche der Erde und alles darauf Befindliche aus. Dieser Druck ist wegen der verschiedenen Dichtigkeit der Luft in verschiedenen Höhen über der Meeresfläche ein verschiedener. Da die atmosphärische Luft nämlich elastisch, d. h. zusammendrückbar ist, und die unteren Schichten der Luft das Gewicht der oberen zu tragen haben, sie ferner von der Erde angezogen wird, so muss sie an der Erdoberfläche selbst am dichtesten, d. h. am schwersten sein, und hier den stärksten Druck ausüben. In der That findet man auch, dass der Druck, den sie ausübt, mit der Erhebung über die Meeresfläche abnimmt.

Der mittlere Druck der Luft an der Meeresfläche ist = dem Drucke einer Quecksilbersäule von 28 Par. Zoll Höhe.

Der Druck, welchen die atmosphärische Luft auf die Erde ausübt, kann gemessen werden. Das dazu dienende Instrument ist das Barometer. Mittelst dieses Instrumentes findet man, dass der mittlere Druck, welchen die Luft an der Meeresfläche ausübt, gleich ist dem Drucke einer Quecksilbersäule von 28 Pariser Zoll oder 760 Millimeter Höhe. Da nun eine Quecksilbersäule von 28 Par. Zoll Höhe und einem Quadratzoll Querschnitt ungefähr 16 preussische Pfunde wiegt, so drückt die Luft jeden Quadratzoll der Erdoberfläche mit dem Gewichte von 16 Pfunden, und jeden Quadratfuss mit dem Gewichte von 2304 Pfunden oder 23 Centnern. Da ferner eine Quecksilbersäule von 28 Zoll einer bis ans Ende der Atmosphäre reichenden Luftsäule von gleichem Querschnitt das Gleichgewicht hält, so muss, — weil das Wasser 13,5 mal leichter ist, wie Quecksilber, und zwei Flüssigkeitssäulen sich dann das Gleichgewicht halten, wenn sich ihre Höhen umgekehrt verhalten wie ihre Dichtigkeiten, — die Höhe einer Wassersäule, welche einer Luftsäule von gleichem Querschnitt das Gleichgewicht hält, ungefähr 32 Fuss betragen, was in der That der Fall ist. Der Luftdruck nimmt aus Gründen, welche wir bereits weiter oben erörtert haben, mit der Erhebung über die Meeresfläche und mit ihm die Dichtigkeit der Luft ab. Zu Potosi in einer Höhe von 13220 Par. Fuss beträgt der Luftdruck nur noch 0,62 von demjenigen, welcher am Ufer des Meeres stattfindet. Aus Berechnungen ergibt sich, dass die atmosphärische Luft eine Grenze hat und ihre Gesammthöhe ungefähr 10 bis 12 geographische Meilen beträgt.

Die Dichtigkeit der Luft nimmt mit der Erhebung über die Meeresfläche ab.

Auch an der Meeresfläche aber ist der Druck der Luft gewissen

Schwankungen unterworfen, welche in Luftströmungen, der sphäroidischen Gestalt der Erde, und anderen noch nicht näher gekannten Ursachen begründet sind.

Unter Barometerstand verstehen wir die Höhe der Quecksilbersäule im Barometer, die nach der Verschiedenheit des Luftdrucks natürlich eine verschiedene und dem Luftdrucke proportional ist. Unter Normalbarometerstand verstehen wir den mittleren Barometerstand an der Meeresfläche, d. h. eine Höhe der Quecksilbersäule von 760 Millimeter oder nahezu 28 Par. Zoll.

Barometerstand. Normal-Barometerstand.

So wie alle Körper überhaupt, wird auch die atmosphärische Luft durch die Wärme ausgedehnt. Bereits in der Einleitung dieses Werkes wurde auseinandergesetzt, dass sich alle Gase ohne Unterschied ihrer Natur zwischen gleichen Temperaturgrenzen gleichmässig ausdehnen; diesem Gesetze folgt auch die atmosphärische Luft, und es ist ihr Ausdehnungscoefficient wie der aller übrigen Gase 0,003665, d. h. die Luft dehnt sich durch Wärme für jeden Temperaturgrad um 0,003665 ihres Volumens aus. 100 Volumtheile atmosphärischer Luft von 0° auf 100° C. erwärmt, werden zu 136,65 Volumtheilen ausgedehnt. Dieses Gesetz erleidet eine Einschränkung, indem man gefunden hat, dass dieser Coefficient bei stärkerem Drucke etwas steigt, doch ist diese Zunahme von keinem wesentlichen Einfluss auf die Gültigkeit des Gesetzes bei den gewöhnlich vorkommenden Schwankungen des Atmosphärendruckes.

Ihr Ausdehnungscoefficient ist = 0,003665.

Durch Abkühlung zieht sich die Luft, wie alle Körper, auf ein geringeres Volumen zusammen, indem sie dabei ebenfalls obigem Coefficienten folgt. Das Volumen der Gase, und sonach auch der atmosphärischen Luft ist aber, wie bereits weiter oben gezeigt wurde (S. 14), nicht allein abhängig von der Temperatur, sondern auch von dem Drucke, dem sie ausgesetzt sind. Je stärker sie zusammengedrückt werden, desto mehr vermindert sich ihr Volumen. Die atmosphärische Luft folgt daher dem sogenannten Mariotte'schen Gesetze, welches lautet:

Die Volumina der Gase verhalten sich umgekehrt proportional dem Drucke, unter dem sie sich befinden.

Mariotte's Gesetz.

Das Volumen der atmosphärischen Luft ist sonach, wie das aller übrigen Gase, abhängig von der Temperatur und vom Drucke, der auf sie wirkt.

Diese beiden Gesetze haben eine sehr hervorragende praktische Bedeutung. Es kommt nämlich nicht selten in der praktischen Chemie vor, dass Gase, die sich über Sperrflüssigkeiten in Röhren oder Glocken von Glas eingeschlossen finden, gemessen werden. Da nun aber das Volumen eines Gases bei verschiedener Temperatur und bei verschiedenem Luftdrucke, dessen Einfluss sich auf das Volumen der Gase natürlich auch geltend macht, ein verschiedenes ist, so ist klar, dass eine Volumenbestimmung eines Gases keinen Werth hat, wenn man die Temperatur und den Barometerstand nicht kennt, unter welchen sie genommen wurde. Um gemeinverständliche Resultate zu erhalten, ist man übereingekommen, die

Praktische Bedeutung dieser Gesetze.

Reduction
der Gasvolu-
mina auf
Normaltem-
peratur und
Normalbaro-
meterstand.

bei einer bestimmten Temperatur und bei einem bestimmten Barometerstande gemessenen Gasvolumina stets auf Normaltemperatur und Normalbarometerstand, d. h. auf eine Temperatur von 0° und einen Barometerstand von 760 Millimeter zu reduciren. Zu diesem Behufe findet nachstehende Formel Anwendung:

Nennt man das Volumen eines Gases bei 0° und 760^{mm} Barometerstand x , so ist es bei t° C. und 760^{mm} B.St. = $x (1 + 0,003665 \cdot t)$, und bei t° C. und b ^{mm} B.St. nach dem Mariotte'schen Gesetze:

$$= \frac{760 x \cdot (1 + 0,003665 \cdot t)}{b},$$

setzt man dieses Volumen = v , so ist

$$x = \frac{b \cdot v}{760 \cdot (1 + 0,003665 \cdot t)}.$$

Hierbei
kann auch
die Tension
des Wasser-
dampfes in
Betracht
kommen.

Bei Volumenbestimmungen von Gasen ist ferner darauf Rücksicht zu nehmen, ob sie trocken oder mit Wasserdampf gemengt sind. Ist letzteres der Fall, so muss die Tension des Wasserdampfes in Betracht gezogen und die dadurch bedingte Spannkraft, in Millimetern ausgedrückt, von dem Barometerstande abgezogen werden.

Diffusion der
Gase.

So wie alle übrigen Gase besitzt auch die atmosphärische Luft die Eigenschaft, sich vermöge ihrer Expansivkraft mit allen übrigen gasförmigen Körpern mehr oder minder rasch zu vertheilen oder zu diffundiren. Wenn man zwei Gefässe, von denen das eine Kohlensäuregas und das andere Wasserstoffgas enthält, mit einander durch eine enge Röhre verbindet, so findet man nach einiger Zeit die Kohlensäure und das Wasserstoffgas in beiden Gefässen gleichmässig verbreitet. Diese Erscheinung nennt man Diffusion der Gase.

Wenn ein Raum zwei oder mehrere Gase gemengt enthält, so ist die Expansivkraft derselben gleich der Summe der Pressungen der einzelnen Gase. Es verhält sich jedes Gas in Beziehung auf die anderen wie ein leerer Raum, oder seine Spannkraft setzt der des anderen Gases keinen Widerstand entgegen. Diese Erscheinung lässt sich auch so ausdrücken: der Verbreitung eines Gases in einem Raume setzt ein anderes in diesem Raume befindliches Gas kein Hinderniss entgegen. Nach Graham verhalten sich die diffundirten Gasvolumina umgekehrt wie die Quadratwurzel aus der Dichtigkeit dieser Gase. Die Geschwindigkeit, mit welcher diese Diffusion erfolgt, ist ungleich bei verschiedenen Gasen, und zwar im Allgemeinen desto grösser, je specifisch leichter das in der Diffusionsröhre enthaltene Gas ist.

Praktische
Folgerun-
gen, gezogen
aus der
Diffusion
der Luft
durch feste
Körper,
Bausteine,
Mörtel, für
die Salubri-
tät unserer
Wohnungen.

Die Diffusion der Gase und der atmosphärischen Luft erfolgt auch durch feste Körper, wenn dieselben porös sind, durch Gyps, Bausteine,

*) Hat man ein Gas von einer höheren Temperatur auf eine niedrigere zu reduciren, so ist die Formel, wenn x das Volumen des Gases bei dieser Temperatur ist:

$$\frac{x}{(1 + 0,003665 \cdot t)}$$

Kork, thierische Blase und Cautchouk, ferner durch irdene unglasirte Gefässe, endlich selbst durch dünne Schichten von Flüssigkeiten.

Diese Thatsache ist von grosser praktischer Wichtigkeit für die Salubrität unserer Wohnungen. Bisher hat der Mensch, einem glücklichen Gefühle folgend, zur Erbauung von Wohnungen immer Materialien gewählt, durch welche die Diffusion der Gase von statten gehen kann. Eine nothwendige Bedingung für die Möglichkeit des Verweilens in Räumen ist die Möglichkeit des Luftwechsels. Wenn Menschen und Thiere in von der äusseren Luft vollkommen abgeschlossenen Räumen verweilen, so würde die Luft sehr bald verdorben, sie würde verarmt an Sauerstoff und beladen mit Kohlensäure. Da nun aber die Kohlensäure ein positiv schädliches Gas ist, so würden bei den Personen, die solche Luft athmen müssten, sich Symptome krankhafter Natur kundgeben, lange bevor jener Punkt eingetreten wäre, wo der Sauerstoff der Luft so vermindert erschiene, dass er zum Athmen nicht mehr hinreichte. In unseren Wohnungen wird nun der Luftwechsel nicht allein, wie man vielfach irrtümlich glaubt, nur durch die Ritzen und Spalten unserer Fenster und Thüren, durch das Oeffnen derselben vermittelt, sondern in viel höherem Grade durch die Myriaden Poren unserer Mauerwände. Je leichter die Diffusion durch diese von statten geht, desto vollständiger wird der Luftwechsel sein, und wegen der porösen Beschaffenheit unserer Backsteine und Sandsteine sind in dieser Beziehung dieselben Marmor, Granit, bei weitem vorzuziehen, und Häuser von Eisen oder Glas, durch welche Diffusion nicht stattfindet, würden am Ende ebenso unbehaglich sein, wie sogenannte Makintosh-Kleider, und zwar aus demselben Grunde. Es wäre ferner wohl möglich, dass die Schädlichkeit feuchter Wohnungen für die Gesundheit nicht so sehr auf der Einwirkung der Feuchtigkeit für den Organismus, als vielmehr darauf beruhen würde, dass durch die Feuchtigkeit die Poren der Bausteine, des Mörtels verschlossen und dadurch für die Diffusion der Luft als kleine Wassersperren untauglich würden.

In Wasser ist die atmosphärische Luft etwas löslich, doch wurde bereits weiter oben auseinandergesetzt, dass die vom Wasser gelöste Luft nicht mehr die Zusammensetzung der atmosphärischen besitzt, sondern sauerstoffreicher ist. Das auf unserer Erde tropfbarflüssig vorkommende Wasser enthält stets mehr oder weniger Luft aufgelöst, und durch diese Luft geht die Respiration der Fische und Wasserthiere vor sich. Durch Erhitzen des Wassers wird die Luft aus selbem ausgetrieben und ebenso auch durch Verminderung des auf selbem lastenden Druckes, unter der Luftpumpe u. s. w. Der Gehalt unseres Brunnen-, Seewassers etc. an Luft ist daher auch vom Luftdrucke abhängig, und es erklärt sich hieraus, warum in Alpenseen keine Fische leben können, da bei einer Erhebung von 5000 bis 6000 Fuss über die Meeresfläche in Folge des verminderten Luftdruckes das Wasser dieser Seen nicht mehr Luft genug aufgelöst enthält, um die Respiration der Fische unterhalten zu können.

Ueber die Rolle des Sauerstoffs der Luft bei der Verbrennung der

Luftgehalt
des Wassers.

Körper und der Respiration der Thiere und Menschen wurde bereits weiter oben bei Gelegenheit des Sauerstoffs gesprochen.

Eudiometrische Methoden.

Die Methoden, deren man sich bedient, um die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft zu ermitteln, heissen eudiometrische. Sie beruhen alle darauf, dass man einem vorher genau gemessenen Volumen Luft mittelst eines leicht oxydirbaren Körpers, wie Wasserstoff, Phosphor, feinvertheiltes Eisen etc. etc., den Sauerstoff entzieht und das Volumen oder Gewicht des verschwundenen Sauerstoffgases, oder das des rückständigen Stickstoffgases durch Wägung oder Messung bestimmt. Die Menge des Wassers und der Kohlensäure wird bestimmt, indem man gemessene Volumina Luft durch vorher genau gewogene Röhren leitet, welche Substanzen enthalten, die das Wasser und die Kohlensäure vollständig zurückhalten. Zur Bestimmung des Wassers dienen mit Chlorcalcium gefüllte Röhren, zur Bestimmung der Kohlensäure mit Kalihydrat gefüllte. Ihre Gewichtszunahme entspricht dem Wasser- und Kohlensäuregehalte für das durchgeleitete Luftvolumen.

Schliesslich möge hier die Erläuterung eines Ausdrucks Platz finden. Man spricht in der Physik und Chemie oft von einem Drucke von 3, 6, 30, 50 etc. Atmosphären, dem ein Gas ausgesetzt wird, oder der überhaupt auf einen Körper wirkt. Unter dem Ausdruck Druck einer Atmosphäre versteht man einen Druck gleich dem Gewichte einer Quecksilbersäule von 760 Millimeter Höhe, unter einem Drucke von 3, 6, 30, 50 Atmosphären einen solchen, der 3 mal, 6 mal, 30 mal, 50 mal so gross ist, wie der einer Quecksilbersäule von der bezeichneten Höhe.

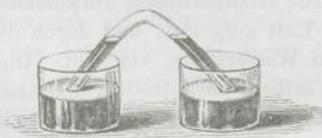
Chemische Technik und Experimente.

Beweis, dass sich durch Einwirkung von elektr. Funken auf ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff Salpetersäure bildet.

Dass sich Stickstoff und Sauerstoff durch den elektrischen Funken bei Gegenwart von Wasser und einer starken Basis zu Salpetersäure verbinden können, lässt sich durch nachstehenden Versuch zeigen:

Eine U-förmig gekrümmte mit Quecksilber gefüllte Glasröhre (Fig. 46) stellt

Fig. 46.



man mit ihren beiden offenen Enden in zwei mit Quecksilber gefüllte Gläser, und lässt in den oberen Theil der U-förmigen Röhre eine gewisse Menge von Luft und etwas Kalilauge treten. Man verbindet hierauf das Quecksilber des einen Glases mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine, und das des anderen Glases durch eine Metallkette mit dem Fussboden. Durch anhaltendes Drehen der Scheibe der Elektrisirmaschine lässt man eine Reihe elektrischer Funken durch die in der Glasröhre enthaltene Luft schlagen, worauf die Vereinigung einer gewissen Menge der beiden Gase erfolgt. Die Kalilösung enthält dann eine gewisse Menge salpetersaures Kali, worin sich die Salpetersäure durch die geeigneten Reagentien, namentlich durch Indigolösung und Schwefelsäure, nachweisen lässt.

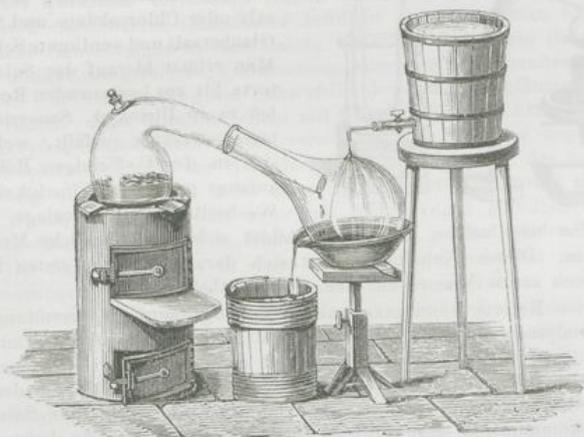
Die Bildung von Salpetersäure bei der Verbrennung des Wasserstoffgases in Sauerstoffgas lässt sich in folgender Weise anschaulich machen: Man füllt einen

etwa 2 Liter fassenden Glaskolben mit reinem Sauerstoffgas, und senkt in selben eine mit ihrem unteren Ende nach aufwärts gebogene und in eine feine Spitze mündende Gasleitungsröhre, aus welcher Wasserstoffgas ausströmt. Sobald sich das im Kolben befindliche Sauerstoffgas mit atmosphärischer von aussen eindringender Luft mischt, färbt sich der Inhalt des Kolbens von gebildeter salpetriger Säure gelblich, und das gebildete Wasser röthet Lackmus, entfärbt Indigolösung, und giebt überhaupt die charakteristischen Reactionen der Salpetersäure.

Zur Darstellung des Salpetersäurehydrats bringt man gleiche Gewichtstheile gepulverten und getrockneten Salpeters und concentrirter Schwefelsäure derart in eine gläserne Retorte, die zweckmässig mit einem durch einen Glasstöpsel verschliessbaren Tubulus versehen ist, dass man zuerst den Salpeter in die Retorte bringt, und hierauf durch eine in den Tubulus gesetzte Trichterröhre die Schwefelsäure eingiesst. Die Retorte wird nun, wie es Fig. 47 versinnlicht, in eine Sandkapselle oder auf die Ringe eines sogenannten Windofens gelegt, und nach angelegter geräumiger Vorlage, in welche der Hals der Retorte am besten bis in die Mitte reicht, unter guter Abkühlung in einer Weise, wie es Fig. 47 ohne weitere Erklärung genügend veranschaulicht, bei anfangs gelindem, dann verstärktem Feuer destillirt, so lange noch wenig gefärbte Säure übergeht. Steigert man

Darstellung des Salpetersäurehydrats.

Fig. 47.



gegen das Ende der Operation die Temperatur bis zum Schmelzen des Rückstandes, so zersprengt die geschmolzene Salzmasse die Retorte beim Erkalten fast immer. Um in diesem Falle die Retorte zu retten, muss man in selbe vor dem vollständigen Erkalten in kleinen Parthien heisses Wasser giessen, und so das Salz theilweise lösen.

Um die so gewonnene von Untersalpetersäure gelb gefärbte Salpetersäure von dieser und überhaupt von den niederen Oxydationsstufen des Stickstoffs zu befreien, leitet man durch die noch warme Säure einen Strom trockener Kohlensäure, welche die Untersalpetersäure, salpetrige Säure etc. austreibt, und die Säure dadurch farblos macht.

Mit Salpetersäurehydrat lassen sich zur Erläuterung ihrer Eigenschaften folgende Versuche anstellen.

1. Constatirung der sauren Eigenschaften; 2. Einwirkung auf Wolle und thierische Gewebe (ein Stück Tuch etc.); 3. Einwirkung des Lichtes; 4. Einwirkung auf Kohle, Phosphor, Schwefel, auf Kupfer, auf eine Legirung von Gold

Experimente mit Salpetersäure.

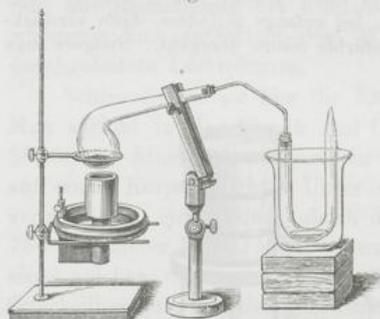
und Silber; 5. auf organische Stoffe: Entzündung des Terpentins durch Salpetersäure. Zur Anstellung dieses Versuchs ist es am zweckmässigsten, ein Gemisch von höchst concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäurehydrat und rectificirtes reines Terpentinöl anzuwenden, und um sich vor Verletzung zu schützen, das Gefäss, in welchem sich das Terpentinöl befindet, an einem langen Stiele zu befestigen und selbes in das Säuregemisch, welches sich in einem Porzellanschälchen befindet, zu giessen. 6. Entfärbung der Indigolösung, und 7. eigenthümliche Färbung der Eisenvitriollösung durch Salpetersäure.

Die rothe rauchende Salpetersäure erhält man durch Destillation von 101,2 Thln. Salpeter und 49 Thln. concentrirter Schwefelsäure, oder auch wohl durch Destillation von 100 Thln. Salpeter, 3,5 Thln. Stärkemehl und 100 Thln. Schwefelsäure von 1,85 specif. Gew.

Darstellung
der Untersal-
petersäure.

Um Untersalpetersäure darzustellen, füllt man eine schwer schmelzbare Glasretorte zu $\frac{1}{3}$ mit wohl ausgetrocknetem und gepulvertem salpetersauren Bleioxyd,

Fig. 48.



und verbindet dieselbe, wie in Fig. 48 ersichtlich ist, mit einer U-förmig gekrümmten, zu einer feinen offenen Spitze ausgezogenen Röhre, die in ein Cylinderglas zu stehen kommt, in welchem sich eine Kältemischung befindet (Kochsalz oder Chlorcalcium und Schnee, oder Glaubersalz und verdünnte Schwefelsäure). Man erhitzt hierauf das Salz in der Retorte bis zur beginnenden Rothgluth, wobei es in Bleioxyd, Sauerstoff und Untersalpetersäure zerfällt, welche letztere sich in der U-förmigen Röhre zu einer anfangs grünlichen Flüssigkeit verdichtet. Wechselt man die Vorlage, so sind die folgenden Parthien farblos, und hierauf bildet sich eine reichliche Menge krystalisirter Säure. Dieses Verhalten erklärt sich daraus, dass die ersten Parthien gewöhnlich noch etwas Wasser aus dem Salze enthalten.

Statt der Retorte kann man auch eine sogenannte Verbrennungsröhre (für Elementaranalysen) anwenden, und dieselbe im Verbrennungsofen mit glühenden Kohlen erhitzen; in diesem Falle aber darf man die Röhre höchstens zur Hälfte mit dem Salze füllen, es muss oberhalb desselben durch Aufklopfen der Röhre ein Canal hergestellt werden, und es ist dahin zu sehen, dass das Salz bald zum Schmelzen kommt, und der vordere Theil der Röhre gehörig heiss bleibt, weil das sich aufblähende Salz sich sonst pfpoffartig vorschiebt und die Röhre verstopft.

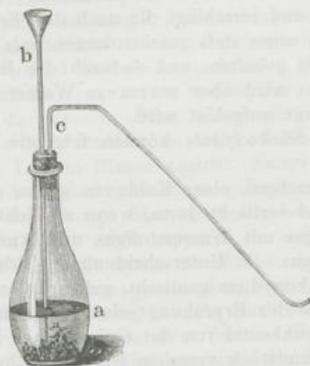
Die Bildung des salpétrigsauren Ammoniaks bei der Verbrennung des Wasserstoffs in atmosphärischer Luft erläutert man zweckmässig mittelst des auf Seite 104 Fig. 29 abgebildeten Apparates. Man lässt das Wasserstoffgas 2 bis 3 Stunden lang brennen, und prüft dann das im Ballon *b* angesammelte Wasser. Es ist vollkommen neutral; schüttelt man es aber mit einer durch Schwefelsäure angesäuerten reinen Jodkaliumlösung, und hierauf mit Schwefelkohlenstoff, so nimmt letzterer von aufgelöstem freiem Jod eine blassrothe Färbung an. Ebenso wird dadurch eine sehr verdünnte schwach angesäuerte Lösung von übermangansaurem Kali entfärbt. (Empfindlichste Reactionen auf salpétrige Säure.)

Darstellung
des Stick-
oxyds.

Das Stickoxyd erhält man am einfachsten durch Uebergiessen von Kupferdrehspähnen mit einer Salpetersäure von 1,2 spec. Gew. in dem bestehend (Fig. 49) abgebildeten Apparate und Aufangen des sich entwickelnden Gases über Wasser. Wenn die Salzlösung sehr concentrirt wird, so lässt die Gasentwicklung nach; durch Nachgiessen von Wasser, oder indem man die Salzlösung ab- und neue Salpetersäure nachgiess, wird sie wieder in lebhaften Gang gebracht.

Die Eigenschaften des Stickoxydgases können durch folgende Experimente erläutert werden:

Fig. 49.



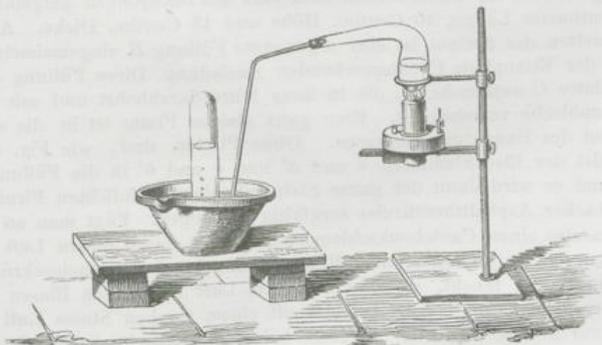
1. Bildung rother Dämpfe bei der Berührung von Stickoxydgas mit atmosphärischer Luft, oder Sauerstoffgas. Man füllt einen Cylinder mit Stickoxydgas, verschliesst die Mündung unter Wasser mit einer Glasplatte und stellt ihn, indem man ihn aus dem Wasser zieht, aufrecht. Wenn man über den Cylinder, bevor man die Glasplatte wegzieht, einen zweiten gleich weiten mit atmosphärischer Luft gefüllten mit der Mündung nach abwärts stellt, und dann die Glasplatte wegzieht, so lässt sich, indem sich die rothen Dämpfe sehr bald durch beide Cylinder gleichmässig vertheilen, durch dieses Experiment zugleich die Diffusion der Gase veranschaulichen. Um Sauerstoff zu Stickoxydgas treten zu lassen, füllt man

Experimente mit Stickoxydgas.

einen mit einer Tubulatur versehenen Ballon mit Stickoxydgas, und fügt ihn an einen Sauerstoff enthaltenden Gasbehälter luftdicht an. Lässt man hierauf unter einigem Drucke Sauerstoffgas in den Ballon einströmen, so färbt sich der Inhalt des Ballons dunkel rothgelb. 2. Verbrennung einer stark glühenden Kohle und des Phosphors. 3. Verbrennung des Schwefelkohlenstoffs mit glänzendem, weisslich-blauem Lichte. Man bringt in einen mit Stickoxydgas gefüllten hohen Cylinder einige Tropfen Schwefelkohlenstoff, verschliesst den Cylinder sogleich wieder mit einer Glasplatte, schüttelt zur Beförderung der Verdunstung des Schwefelkohlenstoffs tüchtig durcheinander, zieht dann die Glasplatte weg, und nähert einen brennenden Spahn. Auch mittelst einer mit Stickoxydgas gefüllten Flasche gelingt das Experiment ganz gut. 4. Das Stickoxydgas besitzt keine sauren Eigenschaften. Man fängt Stickoxyd in einer Glocke über Quecksilber auf, und lässt dann Lackmustinctur zu dem Gase treten. Ihre Farbe wird nicht verändert. Leitet man aber hierauf einige Blasen Sauerstoffgas ein, so wird sie sogleich geröthet. 5. Verhalten des Stickoxyds gegen Eisenvitriollösung. Man giesst in eine mit Stickoxydgas gefüllte Flasche etwas Eisenvitriollösung und schüttelt tüchtig um. Die Eisenvitriollösung färbt sich schwarz, und auch die Eisenvitriollösung in dem Glase wird dunkel gefärbt sein.

Die Darstellung des Stickoxydulgases wird in dem Apparate Fig. 50 vorgenommen.

Fig. 50.



Darstellung des Stickoxydulgases.

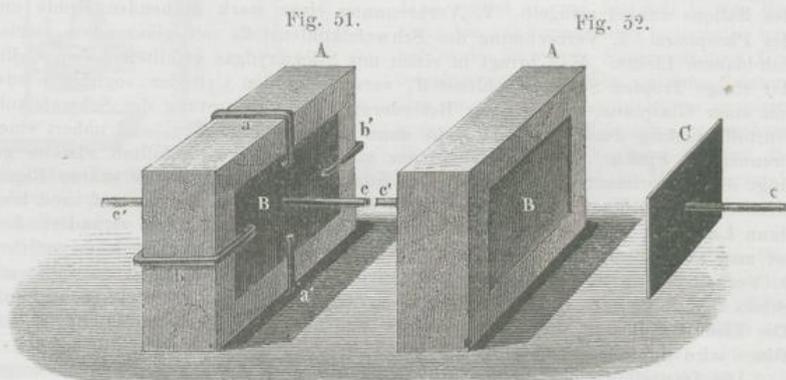
Zur Bereitung des salpetersauren Ammoniaks trägt man zerstoßenes kohlen-saures Ammoniak in mit etwas Wasser verdünnte chemisch reine und namentlich chlorfreie Salpetersäure ein, so lange noch Aufbrausen erfolgt, und setzt zuletzt noch einen kleinen Ueberschuss hinzu. Man verdampft die Auflösung, bis ein Tropfen auf einer kalten Glasplatte erstarrt, und zerschlägt die nach dem Erkalten sich bildenden festen Kuchen in Stücke. Es muss stets geschmolzenes Salz angewendet werden. Die Hitze muss stets mässig gehalten, und dadurch die Bildung weisser Dämpfe vermieden werden. Das Gas wird über warmem Wasser aufgefangen, da es von kaltem in erheblicher Menge aufgelöst wird.

Zur Erläuterung der Eigenschaften des Stickoxyduls können folgende Experimente angestellt werden.

1. Verbrennung eines Spahns, eines Kerzens, einer Kohle etc. genau so wie beim Sauerstoffgase. 2. Brennender Schwefel verlischt darin, wenn er nicht stark erhitzt ist. 3. Vermischen von Stickoxydulgas mit Wasserstoffgas und Anzünden des explosiven Gasgemenges wie beim Knallgas. 3. Unterscheidung des Stickoxyduls vom Sauerstoff: Stickoxydulgas und Stickoxydgas gemischt, geben keine rothgelben Dämpfe. 4. Um das Gas zum Behufe der Erprobung seiner Wirkung einzuathmen, sammelt man es in einem Cautchoukbeutel von der Grösse einer Rindsblase, der mit einem zollweiten hölzernen Mundstück versehen ist, und athmet es mit zugehaltener Nase durch ein paar Minuten oder so lange ein, als das Gas reicht, und bis die Wirkung eintritt.

Um die Durchdringlichkeit der Bausteine für Gase: ihre Porosität, zu erläutern, dient ganz vortreflich nachstehender von Pettenkofer construirte Apparat:

Experi-
mente mit
Stickoxy-
dulgas.



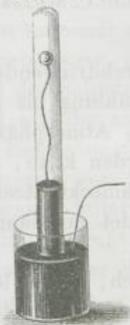
A, Fig. 52, ist ein Bausandstein oder eine aus Backsteinen aufgeführte Mauer von 82 Centimeter Länge, 40 Centim. Höhe und 13 Centim. Dicke. An den beiden Längsseiten des Steines ist eine sogenannte Füllung B eingemeisselt von einer der Dicke der Eisenplatte C entsprechenden Ausladung. Diese Füllung dient dazu, die Eisenplatte C aufzunehmen, die in ihrer Mitte durchbohrt und mit der Röhre c (aus Eisenblech) versehen ist. Eine ganz gleiche Platte ist in die entgegengesetzte Wand des Bausteines eingesetzt. Diese Platten sind, wie Fig. 51 versinnlicht, mittelst der Eisenklammern a und a' und b und b' in die Füllung fest eingelassen, und es wird dann der ganze Stein mit einem luftdichten Firniss, am besten Offenbacher Asphalttheerfirniss sorgfältig überzogen. Fügt man an die Röhre c des Apparates einen Cautchoukschlauch, und bläst durch diesen Luft ein, während die an der entgegengesetzten Röhre c angebrachte Cautchoukröhre in ein Gefäss mit Wasser taucht, so sieht man die Luft in grossen Blasen durch das Wasser entweichen. Bläst man durch c mit einem raschen Stosse Luft ein, während man vor c' eine angezündete Kerze hält, so verlischt diese, wie wenn man

sie direct ausgeblasen hätte. Verbindet man *c* durch einen Cautchoukschlauch mit der Gasleitung, so kann man schon nach wenigen Minuten das Gas bei *c'* anzünden; die Flamme ist aber natürlich schwach und nur in der Röhre *c'* sichtbar. Treibt man nun aber durch *c* einen raschen Luftstrom, so brennt das Leuchtgas bei *c'* mit schuhlanger Flamme heraus. Man kann sich auch einen derartigen Apparat im Kleinen mit einer Sandsteinscheibe von etwa der Grösse eines Zweithalerstücks und 1 Zoll Dicke anfertigen lassen; ein derartiger kleiner Apparat dient namentlich dazu, um zu zeigen, dass wenn Bausteine feucht sind, sie keine Luft mehr durchlassen. Man kann nämlich auch mit diesem Apparate, indem man durch *c* Luft einbläst, so viel Luft durchtreiben, dass aus *c'*, welches unter Wasser taucht, Luft in Blasen austritt. Saugt man aber durch *c'* Wasser auf, so dass dieses in den Stein gelangt, so gelingt es selbst mit der heftigsten Anstrengung nicht mehr, eine einzige Blase Luft durchzutreiben. Der Grund, warum man durch den Pettenkofer'schen Apparat so auffallende Wirkungen erzielt, ist einfach. Indem nämlich die ganze Oberfläche des Steins mit einem impermeablen Ueberzuge versehen ist, kann die in dem Steine befindliche Luft, die man durch Einblasen neuer Luft verdrängt, nicht nach allen Seiten und daher unmerklich entweichen, sondern sie wird in dem Steine selbst concentrirt, und genöthigt, auf dem einzig möglichen Wege, nämlich durch die Röhre *c'*, zu entweichen.

Um die Absorption des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft durch Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur zu zeigen, misst man ein gewisses in einer genau

Absorption
des Sauer-
stoffs der
atmosphäri-
schen Luft.

Fig. 53.



calibrierten Glasröhre enthaltenes und durch Quecksilber abge-
sperrtes Volumen atmosphärischer Luft mit Berücksichtigung
des Barometer- und Thermometerstandes genau ab, und bringt
hierauf, wie Fig. 53 zeigt, eine an einem hinlänglich langen
Platindrahte befestigte Phosphorkugel in das Gas ein. Um
eine solche Phosphorkugel zu erhalten, schmilzt man Phosphor
unter Wasser, und giesst ihn stets unter Wasser von etwa
40° C. in eine Pistolenkugelform von kleinem Kaliber. Man
sticht in die Form, so lange der Phosphor noch flüssig ist, den
an seinem Ende ringförmig zusammengedrehten Platindraht,
und taucht nun die Form in kaltes Wasser, wobei der Phos-
phor erstarrt. Die Phosphorkugel lässt man so lange im Gase,
als noch Volumenabnahme stattfindet, und sich um die Phos-
phorkugel herum weisse Nebel beobachten lassen. Nach 24
Stunden erfolgt in der Regel keine Volumenabnahme mehr.
Man zieht hierauf den Phosphor vorsichtig heraus, und misst

das rückständige Gasvolum. Was verschwunden ist war Sauerstoff. Reducirt man
die Gasvolumina auf Normaltemperatur und Normalbarometerstand, so wird die für
das verschwundene Sauerstoffgas sich ergebende Zahl dem Verhältniss von 21 Vo-
lumprocenten sich nähern.

Verbindungen des Stickstoffs mit Wasserstoff.

Verbindungen des Stickstoffs mit Wasserstoff.

Der Stickstoff verbindet sich mit Wasserstoff in vier Verhältnissen. Diese Verbindungen sind:

	N	H
NH = Imid	14	1
NH ₂ = Amid	14	2
NH ₃ = Ammoniak	14	3
NH ₄ = Ammonium	14	4

Die zwei ersten dieser Verbindungen werden wir in der organischen Chemie, die letzte bei den Alkalien kennen lernen, zu denen sie wegen der Aehnlichkeit ihres Verhaltens in nächster Beziehung steht.

A m m o n i a k.

Formel NH₃. Aeq. 17. Proc. Zusammensetzung: Wasserstoff 17,61, Stickstoff 82,39. Specif. Gewicht 0,5893 (Atmosph. Luft = 1), des liquiden bei 0° C. 0,6234 (Wasser von 0° = 1).

Eigenschaften.

Das Ammoniak ist ein farbloses Gas von stechend durchdringendem, zu Thränen reizendem Geruch, welches durch starke Abkühlung bis auf - 40° C, oder bei + 10° C unter einem Druck von 6¹/₂ Atmosphären zu einer farblosen, beweglichen Flüssigkeit verdichtet werden kann, die bei - 80° C. krystallinisch erstarrt. Das Ammoniakgas schmeckt ätzend, bräunt Curcuma-, bläut geröthetes Lackmuspapier und bildet mit sauren Gasen dicke weisse Dämpfe.

In Wasser ist das Ammoniakgas ausserordentlich löslich, bei 0° löst eine Gramme Wasser unter einem Drucke von 760^{mm} (Normalbarometerstand) 0,899 Grammes Ammoniak auf, demnach bei dieser Temperatur über 1000 C. C., und diese Absorption erfolgt mit solcher Schnelligkeit, dass in einen mit diesem Gase gefüllten Cylinder das Wasser wie in einen leeren Raum stürzt.

Die wässerige Auflösung des Ammoniakgases riecht wie das Gas, schmeckt ätzend laugenhaft, reagirt stark alkalisch und verhält sich überhaupt den caustischen Alkalien, von denen weiter unten die Rede sein wird, vollkommen ähnlich. Sie führt den Namen Ammoniakliquor, caustisches Ammoniak oder Salmiakgeist, und findet in der Technik und analytischen Chemie eine ausgedehnte Anwendung.

Durch Kochen verliert diese Auflösung, die im gesättigten Zustande ein specif. Gew. 0,875 zeigt, alles Ammoniak wieder, und es bleibt gewöhnliches Wasser zurück.

Ammoniak, durch eine glühende Röhre geleitet oder der Einwirkung eines galvanischen Stromes ausgesetzt, zerfällt in seine Bestandtheile, in ein Gemenge von Wasserstoff und Stickstoff; mit Luft oder Sauerstoffgas

Ammoniakliquor, Salmiakgeist.