

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 wässrige 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.

über erhitzten Platinschwamm geleitet, verwandelt es sich in Salpetersäure und Wasser, $\text{NH}_3 + \text{SO} = \text{NO}_5, \text{HO} + 2\text{HO}$; durch activen Sauerstoff wird es in salpetersaures Ammoniak verwandelt. Chlorgas zerlegt es in Stickstoff und Chlorammonium. Dieselbe Zersetzung erfolgt, wenn man Chlorgas durch eine Auflösung des Ammoniakgases in Wasser leitet. Vgl. S. 120. Mit reinem Sauerstoff gemengt, lässt es sich durch den elektrischen Funken oder einen brennenden Körper entzünden und verbrennt zu Wasser und Stickgas.

Vorkommen. Das Ammoniak ist, zum Theil an salpetrige Säure gebunden, ein Bestandtheil der atmosphärischen Luft, wengleich es darin in nur sehr geringer Menge enthalten ist; es ist ferner ein Product der Fäulniss und der trockenen Destillation stickstoffhaltiger organischer Körper. Da sich das Ammoniak bei der Fäulniss stickstoffhaltiger organischer Stoffe bildet, so ist es auch stets in der Damm- oder Ackererde enthalten. Endlich finden sich geringe Spuren desselben in der Expirationsluft.

Bildung und Darstellung. Das Ammoniak kann nicht durch directe Einwirkung von Stickstoff auf Wasserstoff dargestellt werden. Wohl aber bildet sich diese Verbindung, wenn die beiden Elemente in statu nascendi zusammentreffen, so beim Auflösen von Zink in verdünnter Salpetersäure, wobei das Zink sich auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers und der Salpetersäure oxydirt, und dadurch auf der einen Seite Wasserstoff und auf der andern Seite Stickstoff in Freiheit gesetzt werden, die sich im Entstehungszustande zu Ammoniak vereinigen; ferner wenn man ein Gemenge von Stickoxydgas und Wasserstoffgas über erhitzten Platinschwamm leitet: $\text{NO}_2 + 5\text{H} = \text{NH}_3 + 2\text{HO}$. Seine einfachste Darstellung beruht auf der Zerlegung seiner Verbindungen durch caustische Alkalien oder Kalk. Gewöhnlich erhält man es durch Erhitzen eines Gemenges von chlorwasserstoffsäurem Ammoniak und gebranntem Kalk. Soll es als Gas erhalten werden, so muss es über Quecksilber aufgefangen werden. Will man es in wässriger Auflösung, so leitet man das Gas bis zur Sättigung in Wasser.

Volumenverhältnisse. Wenn Ammoniakgas durch den galvanischen Strom zersetzt wird, so zerfällt es in 3 Vol. Wasserstoffgas und 1 Vol. Stickgas, wobei es seinen Umfang verdoppelt, d. h. das Volumen der 3 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Stickstoff ist noch einmal so gross, wie das Volumen des ursprünglichen Ammoniaks war. 1 Volumen Ammoniak enthält demnach:

$\frac{1}{2}$ Volumen Stickstoff . . .	0,4856
$1\frac{1}{2}$ „ Wasserstoff . . .	0,1038

Ein Volumen Ammoniak wägt daher 0,5894

Das specifische Gewicht des Ammoniakgases wurde durch den Versuch = 0,597 gefunden, eine Zahl, welche mit der berechneten sehr nahe übereinstimmt. Die Formel des Ammoniaks ist:



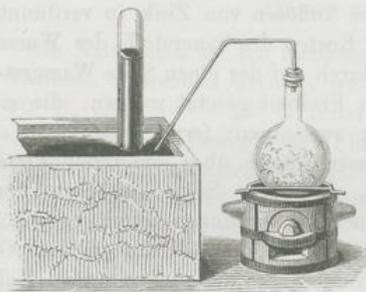
Ein Aequivalent Wasserstoff aber ist = 2 Volumina. Folglich sind drei Aequivalente Wasserstoff = 6 Vol., und es sind in einem Aequivalent Ammoniak 6 Vol. Wasserstoff mit 2 Vol. Stickstoff vereinigt. Da $1\frac{1}{2}$ Vol. Wasserstoff sich mit $\frac{1}{2}$ Vol. Stickstoff zu 1 Vol. Ammoniak condensiren, so müssen sich 6 Vol. H mit 2 Vol. N, d. h. das Vierfache davon, zu 4 Vol. = 1 Aeq. Ammoniak verdichten, und es ist der Raum, welchen 1 Aeq. Stickstoff in Gasgestalt einnimmt, genau so gross, wie der eines Aequivalentes Wasserstoff, und doppelt so gross, wie der eines Aequivalentes Sauerstoff. Man kann dies auch so ausdrücken: 14 Gewichtstheile Stickstoff und 1 Gewichtstheil Wasserstoff nehmen einen gleich grossen Raum ein, der aber doppelt so gross ist, wie der von 8 Gewichtstheilen Sauerstoff.

Chemische Technik und Experimente.

Darstellung
des Ammoniakgases.

Zur Darstellung des Ammoniaks als Gas erhitzt man ein Gemenge von 1 Thl. Salmiak mit 2 Thln. Kalkhydrat in einem mit Gasleitungsröhre versehenen Kolben, und fängt das entweichende Gas, nachdem die atmosphärische Luft ausgetrieben ist, über Quecksilber auf (Fig. 54).

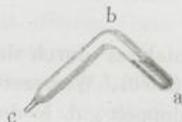
Fig. 54.



Soll das Ammoniakgas getrocknet werden, so muss man es durch eine mit Stücken von geschmolzenem Kalihydrat gefüllte Röhre leiten, da Chlorcalcium zu diesem Zwecke unbrauchbar ist, indem es sich mit Ammoniak selbst verbindet. Zur Verdichtung des Ammoniakgases dient der in Fig. 55 abgebildete Apparat.

In den Schenkel *ab* des natürlich dann noch bei *c* offenen Glasrohres *abc* bringt man Chlorsilber-Ammoniak, eine Verbindung, die man leicht durch Sättigung von Chlorsilber mit trockenem Ammoniakgas erhält, und schmilzt hierauf das Rohr bei *c* vor der Lampe zu. Erwärmt man hierauf das Rohr bei *ab* im Wasserbade, während der Schenkel *c* in

Fig. 55.



eine Kältemischung taucht, so verdichtet sich das frei werdende Ammoniakgas, und sammelt sich in *c* als farblose bewegliche Flüssigkeit an. Nimmt man die Glasröhre aus der Kältemischung, so verschwindet das flüssige Ammoniak rasch, indem es wieder vom Chlorsilber absorbiert wird. Man kann daher den Versuch immer wieder von Neuem anstellen.

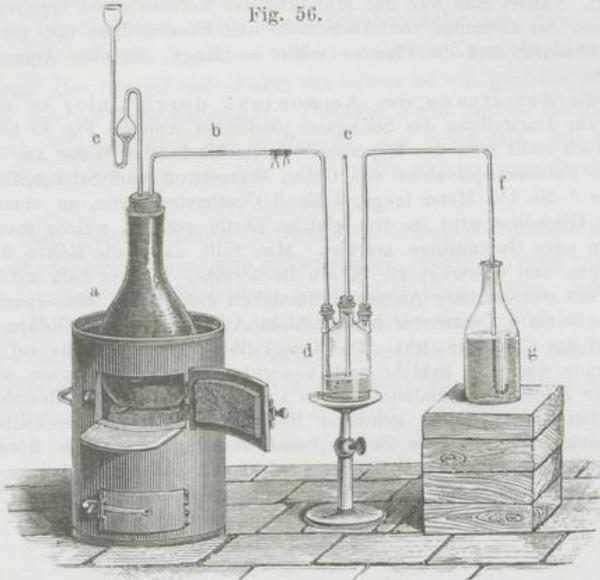
Darstellung
des Ammoniakliquors.

Den Ammoniakliquor oder Salmiakgeist erhält man durch Sättigen von Wasser mit Ammoniakgas. Es dient dazu der Apparat Fig. 56.

Das in dem mit Sicherheitsröhre versehenen Kolben *a* aus Salmiak und Kalkhydrat entwickelte Ammoniakgas wird in der ebenfalls eine Sicherheitsröhre *c* enthaltenden Waschflasche *d* gewaschen, und gelangt von hier in das Absorptionsgefäß *g*, welches zweckmässig in kaltes Wasser gestellt wird. Die Gasleitungsröhre muss bis auf den Boden der Absorptionsflasche reichen, da das speci-

fische Gewicht der entstehenden Ammoniakflüssigkeit geringer ist, wie das des Wassers. Sicherheitsröhren sind ferner unbedingt nothwendig, denn bringt man

Fig. 56.

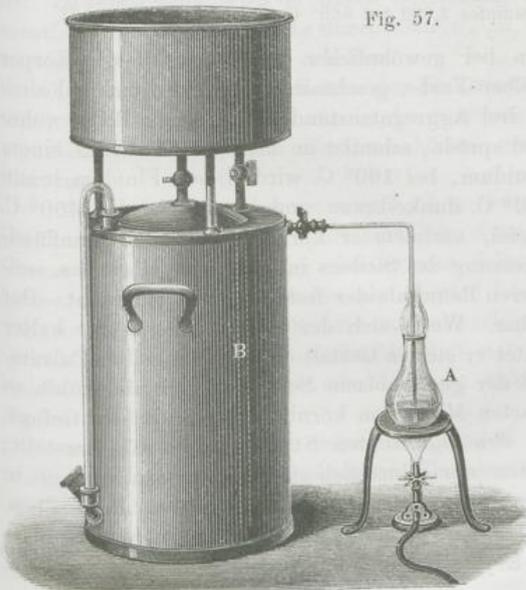


solche nicht an, so stürzt, wenn die Gasentwicklung nachlässt, das Wasser aus der Absorptions- und Waschflasche unfehlbar in den Entwicklungskolben zurück, und die Operation ist verdorben.

Ein sehr interessanter Versuch ist das Schmelzen des Eises im Am-

Schmelzen
des Eises in
Ammoniak.

Fig. 57.



moniakgas unter rascher Volumenabnahme des letzteren. Um diesen Versuch anzustellen, füllt man einen Glaseylinder zu $\frac{2}{3}$ mit Ammoniakgas über Quecksilber, und lässt dann zu dem Gase ein Stückchen Eis hinaufsteigen. Kaum mit dem Ammoniakgas in Berührung, schmilzt das Eis, während das Volumen des Gases rasch abnimmt, und daher das Quecksilber im Cylinder steigt. Dieses Experiment beruht auf der Begierde, mit der das Ammoniak vom Wasser aufgenommen wird.

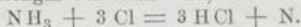
Die Brennbarkeit des Ammoniakgases im Sauerstoffgase zeigt nachstehender Versuch Fig. 57.

In dem weithalsigen Kolben A erhitzt man sehr

concentrirten Ammoniakliquor zum Kochen, und leitet aus dem Gasometer *B* (Fig. 57, S. 155) einen raschen Strom von reinem Sauerstoffgas in die kochende Flüssigkeit. Nähert man nun der Mündung des Kolbens einen brennenden Spahn, so verbrennt das Gemenge von Ammoniak- und Sauerstoffgas mit gelber Flamme an der Mündung und die Flamme währt so lange, bis alles Ammoniak ausgetrieben ist.

Zersetzung
des Ammoniaks
durch
Chlor.

Um die Zersetzung des Ammoniaks durch Chlor zu zeigen, kann man den zur Darstellung des Stickgases dienenden Apparat Fig. 45 benutzen, einfacher jedoch stellt man das Experiment in nachstehender Weise an, welches zugleich die Volumenäquivalenz von Chlor, Wasserstoff und Stickstoff veranschaulicht: eine 1 bis $1\frac{1}{2}$ Meter lange, 2 bis 3 Centimeter weite, an einem Ende geschlossene Glasröhre wird in drei gleiche Theile getheilt, welche man durch Papierstreifen oder Gummiringe markirt. Man füllt dann die Röhre über Wasser mit Chlorgas, und überträgt sie in ein Becherglas, welches halb mit Quecksilber und halb mit concentrirter Ammoniakflüssigkeit gefüllt ist. Man sperrt auf diese Weise eine 5 bis 6 Centimeter hohe Schicht Ammoniak in der Röhre ab, welche alsbald auf das Chlor einwirkt. Das Quecksilber steigt, und die auf dem Metall schwimmende wässrige Schicht perlt von entweichendem Stickgase, während das Chlor unter Bildung von Salmiakwolken verschwindet. Um die Reaction zu beendigen, erhitzt man in leicht geneigter Röhre das auf dem Quecksilber schwimmende Ammoniakvolum zum Sieden, und überträgt dann die Röhre in einen hohen mit Wasser gefüllten Cylinder, in dem sich innerer und äusserer Spiegel ins Niveau stellen können. Man findet dann, dass die 3 Volumina Chlorgas genau durch 1 Volumen Stickgas vertreten sind, nach der Formel:



Schwefel.

Symbol S. Aeq. 16. Specif. Gew. 2,0454 krystallisirt; 1,975 amorph (Wasser = 1).
Specif. Gewicht des Dampfes 2,200 bei 860° C. (Atmosph. Luft = 1).

Eigenschaf-
ten.

Der Schwefel ist ein bei gewöhnlicher Temperatur fester Körper von eigenthümlich blassgelber Farbe, geschmack-, geruchlos und unlöslich in Wasser. Er kann alle drei Aggregatzustände annehmen. Bei gewöhnlicher Temperatur fest und spröde, schmilzt er bei $+ 111^\circ \text{C}$. zu einem dünnflüssigen gelben Liquidum, bei 160°C . wird dieses Fluidum braun und zähflüssiger, bei 200°C . dunkelbraun und ganz zäh, bei 400°C . verwandelt sich der Schwefel, nachdem er kurz zuvor wieder dünnflüssiger war, unter der Erscheinung des Siedens in ein braungelbes Gas, welches einen 500 mal grösseren Raum als der feste Schwefel einnimmt. Der Schwefel ist also destillirbar. Wenn sich der Schwefeldampf mit kalter Luft vermischt, so verdichtet er sich in Gestalt eines feinen gelben Pulvers: Schwefelblumen. Wird der geschmolzene Schwefel rasch abgekühlt, so erstarrt er zu einer compacten Masse von körnig krystallinischem Gefüge, die, in Formen gegossen, den sogenannten Stangenschwefel darstellt; findet dagegen das Erkalten nur allmählich statt, so krystallisirt er in wohlausgebildeten, langen, glänzenden, durchscheinenden, hochgelben, schiefen Prismen mit rhombischer Basis, welche dem fünften Krystallsysteme angehören. Diese Krystalle, anfangs biegsam und durchsichtig,

Schwefel-
blumen.

Stangen-
schwefel.