

Vorlesungsapparate;¹⁾

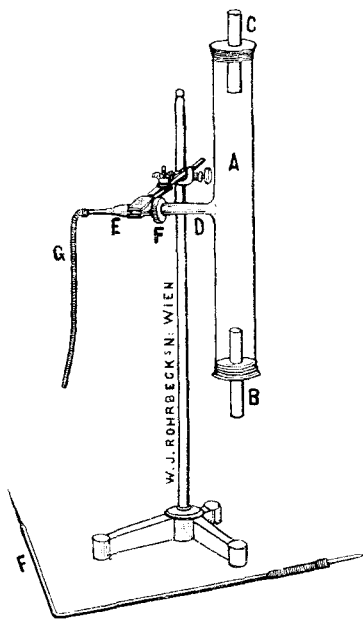
von

Nic. Teclu.

I. Zur Umwendung der Leuchtgasflamme.

Eine zu Vorlesungszwecken sehr bequeme Vorrichtung, um die Erscheinung der Flammenumwendung sehr deutlich

veranschaulichen zu können, ist in der nebenstehenden Abbildung ersichtlich gemacht.



Das Leuchtgas wird durch den Kautschukschlauch *G* in die Röhre *E*²⁾ geleitet, welche durch eine Klemme eines eisernen Statives festgehalten wird. In der Mitte dieser Röhre befindet sich eine Korkscheibe *F*.³⁾ Das Ansatzrohr *D*⁴⁾ der Röhre *A*⁵⁾ läßt sich knapp, aber leicht über das freie, offene Rohrende *E*⁶⁾ schieben und dient als Achse der Röhre *A*, die hierdurch in der Vertikalebene drehbar wird. Die Mündungen der Röhre *A* sind mit je einem durchbohrten Pfropf

¹⁾ Die Apparate wurden von W. J. Rohrbecks Nachfolger in Wien angefertigt.

²⁾ Die Röhre *E* hat bis zur Korkscheibe *F* eine Länge von 5 cm; ihre Weite beträgt 1,5 cm.

³⁾ Die Korkscheibe *F* hat einen Durchmesser von 2 cm und ist 5 mm dick.

⁴⁾ Das Ansatzrohr *D* ist 5 cm lang und 1,5 cm weit.

⁵⁾ Die Röhre *A* besitzt eine Länge von 35 cm; ihre Weite betrug 4 cm

⁶⁾ Das Rohrende *E* hat, von der Korkscheibe *F* an, die Länge von 5 cm und ist 1,5 cm weit.

versehen, durch welche die offenen Röhren¹⁾ *C* und *B* durchgesteckt sind.

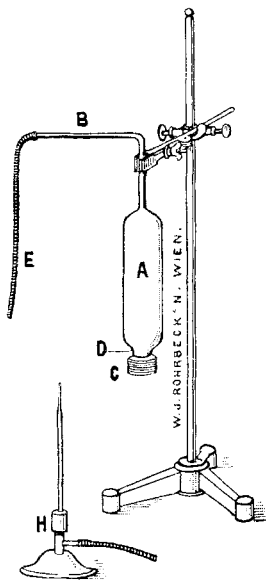
Um den Versuch auszuführen, stellt man durch entsprechendes Drehen die Röhre *A* in horizontale Lage und leitet mittels des Kautschukschlauches *G* Leuchtgas in den Apparat. Dieses verdrängt die Luft aus demselben, worauf man durch Anzünden des Leuchtgases an den Mündungen der Röhren *C* und *B* zwei gewöhnliche, gelb leuchtende Flammen erhält. Dreht man die Röhre *A* nach der einen oder anderen Seite, so verlassen die Flammen in gewissen Zeitabständen, je nach der Lage der Röhre *A*, ihre innegehabte Stellung auf den Röhrenmündungen und verändern auch ihre Farbe. Steht die Röhre *A* beispielsweise lotrecht, so ist an der obersten Rohrmündung eine gelb gefärbte Flamme zu sehen, während von der untersten Rohrmündung sich die Flamme auf die entgegengesetzte Mündung dieser Röhre, im Innern der Röhre *A*, aufsetzt und blau gefärbt leuchtet. Der Körper der oberen Flamme besteht aus Leuchtgas und ist von Luft umgeben, dagegen besteht der Körper der unteren Flamme aus Luft und wird von Leuchtgas begrenzt. Dreht man die Röhre *A* im Kreise herum, dann sieht man, wie die gelben Flammen allmählich nacheinander kleiner werden und durch die Röhren schlüpfen, um sich auf der entgegengesetzten Mündung der letzteren blauleuchtend wieder aufzusetzen, sowie ferner, daß in derselben Reihenfolge eine zunehmende Verkleinerung der blauleuchtenden Flammen erfolgt und diese ebenfalls auf die andere Mündung der betreffenden Röhre gleiten, um hier als gelbleuchtende Flammen wieder aufzutreten. Diese Erscheinungen kennzeichnen die Umwendung der Leuchtgasflamme. Man kann zum Nachweis dieser Vorgänge in den Körper der blauleuchtenden Flamme, der aus Luft besteht, von unten durch die Röhre ein kleines gelbleuchtendes Leuchtgasflämmchen einführen; es wird in der blauleuchtenden Flamme unverändert fortleuchten, aber sofort erlöschen, wenn es höher gehoben, die blauleuchtende Flamme verläßt. Sie entzündet sich erst wieder, sobald die Rohr-

¹⁾ Die Röhre *E* hat bis zur Korkscheibe *F* eine Länge von 5 cm; ihre Weite beträgt 1,5 cm.

mündung des Flämmchens so hoch gehoben wird, daß sie nicht nur die Röhre *A* der Länge nach passiert, sondern auch die über dieser sich befindende Röhre samt ihrer gelbleuchtenden Flamme und an die Luft gelangt.¹⁾

II. Die Verbrennung des Wasserstoffs in Sauerstoff und des Sauerstoffs in Wasserstoff.

Zur Ausführung dieses Versuches dient die durch nebenstehende Zeichnung veranschaulichte Vorrichtung. Sie besteht



aus der Glasröhre *A*²⁾, welche auf der einen Seite *D* enger³⁾ wird und mit einem Meerschäumring *C*⁴⁾ mündet, nach der anderen Seite mit einem rechtwinklig gebogenen Rohr *B*⁵⁾ endet; ferner aus dem Brenner *H*⁶⁾

¹⁾ Da eine solche lange Röhre in der Handhabung Unzukömmlichkeiten verursacht, empfiehlt sich, zu diesem Versuche die rechtwinklig gebogene Glasröhre *F*, welche mit einem Platinröhrchen an einem Ende versehen ist, zu verwenden. Die Röhre ist 4 mm weit und jener Teil derselben, welcher die Platinspitze trägt, hat die Länge von 18 cm, der andere Teil die Länge von 25 cm. Läßt man vermittelst eines Kautschukschlauches das Leuchtgas in diese Röhre strömen, so kann man durch Regeln der Strömung und Entzünden des Gases ein kleines gelbleuchtendes Leuchtgasflämmchen herstellen, welches von unten

in die blauleuchtende und abwechselnd von oben in die gelbleuchtende Flamme eingeführt werden kann, um den angeführten Nachweis bequem zur Anschauung zu bringen.

²⁾ Die Röhre *A* ist 4 cm weit und 15 cm lang.

³⁾ Die engere Röhre *D* hat den Durchmesser von 2,5 cm.

⁴⁾ Der Meerschäumring ist 2 cm breit und 3 mm dick.

⁵⁾ Das rechtwinklig gebogene Rohr hat die Länge von 16 cm und ist in der Mitte gebogen; sie ist 5 mm weit.

⁶⁾ Die Höhe des Brenners beträgt 12 cm.

mit dem Glasrohr $J^1)$, dessen Ende mit einem Röhrechen aus Platin mündet.

Um den Apparat zu handhaben, wird er durch eine Klemme an der Röhre B derart an ein Stativ befestigt, daß die Röhre A eine lotrechte Richtung erhält und der Meerschäumring C die unterste Stelle einnimmt. Man leitet durch die Röhre B mit Hilfe eines Kautschukschlauches, etwa aus einem Gasometer, Sauerstoff in den Apparat²⁾, bis die Luft aus letzterem verdrängt wurde. Ohne das weitere Ausströmen des Sauerstoffs zu behindern, wird der Wasserstoff aus einem Kippschen Apparate mittels eines Kautschukschlauches in den Brenner H geleitet, an der Mündung der Platinspitze entzündet und die Flamme in das Rohr A eingeführt, wo sie als Flamme des verbrennenden Wasserstoffs in Sauerstoff sichtbar wird.

Leitet man durch das Rohr B Wasserstoff und durch den Brenner H Sauerstoff, indem man die Zuleitungsschläuche wechselt, so muß der Wasserstoff, nachdem er aus der Röhre A die Luft verdrängt hat, angezündet werden; die Flamme wird den Meerschäumring C umspielen. Während diese Erscheinung andauert, prüft man den aus der Platinspitze des Brenners ausströmenden Sauerstoff auf seine Reinheit und bringt das Brennerende in die Röhre A , in welcher die Flamme des verbrennenden Sauerstoffs im Wasserstoff sehr deutlich erscheint.³⁾ Bei diesen Versuchen ist darauf zu achten, daß die Zuströmung der Wasserstoffmenge jene des Sauerstoffs etwa um das doppelte übertrifft, da sonst die Flammenerscheinungen sehr beeinträchtigt werden.

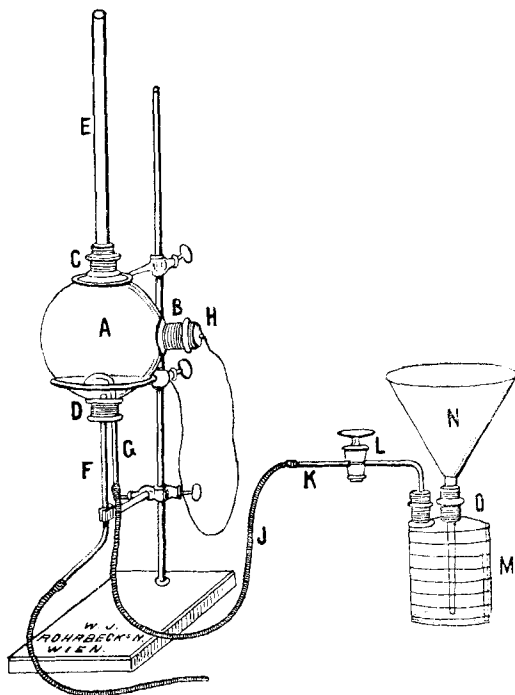
¹⁾ Die Glasröhre hat die Weite von 3 mm und die Länge von 10 cm; sie trägt eine aus Platinblech hergestellte Spitze.

²⁾ Zur Richtschnur für die Stromgeschwindigkeit erfolgt die Gaszuleitung durch einen Gucker, der Wasser enthält.

³⁾ Die Wasserbildung wirkt bei diesen Versuchen nicht störend, da die Röhre A sehr heiß und das Verbrennungsprodukt flüchtig wird.

III. Explosionsapparat mit veränderlicher Explosionswirkung.

Wie aus der nebenstehenden Abbildung zu ersehen ist, besteht die Vorrichtung¹⁾ aus dem Glasballon *A*²⁾ mit drei Tuben *C*, *B* und *D*.³⁾ Durch den Tubus *D* ragt frei die



Röhre *F* in den Ballon, und neben dieser Röhre ist die an einem Ende hakenförmig gebogene Röhre *G*⁴⁾ in den Ballon eingehängt. Ferner befindet sich im Tubus *C* ein luftdicht

¹⁾ Der Fassungsraum des Ballons *A* beträgt 1 Liter.

²⁾ Der Tubus *B* ist 3 cm hoch und 3 cm weit. Die Tuben *C* und *D* sind je 2 cm hoch und 2 cm weit.

³⁾ Die Röhre *F* hat die Länge von 20 cm und ist 8 mm weit. Diese wird an der Spitze enger und hat dort die Weite von 3 mm; das andere Ende ist etwas gebogen zur bequemen Anbringung eines Kautschuk-schlauches.

⁴⁾ Dieses Rohr hat die Länge von 15 cm und ist 3 mm weit.

passender Kautschukpfropf, durch welchen das Glasrohr E^1) dicht schließend eingefügt ist, und endlich verschließt der Pfropf H den Tubus B , ersterer steht mit einer etwa 50 cm langen Schnur in Verbindung, die an das Stativ des Apparates angebunden ist. Weiteres reiht sich an diese Vorrichtung, vermittelt durch einen Kautschukschlauch eine Woulfsche Flasche²⁾, welche einen Trichter³⁾ und eine Gasausströmungsröhre K^4) besitzt.

Die einschlägigen Versuche mit diesem Apparate werden in folgender Weise ausgeführt:

Zunächst wird das Rohr G ausgehängt und in das Rohr F Leuchtgas eingeleitet. Dieses dringt in den Ballon, und da der Tubus B durch den Pfropf H verschlossen ist, kann das Gas nur durch das Rohr E ins Freie gelangen. Zündet man dieses an, so beobachtet man an der oberen Mündung der Röhre eine gelbleuchtende Flamme, die anfänglich wenig Leuchtkraft besitzt, da im Ballon verhältnismäßig viel Luft vorhanden ist, bald nimmt aber die Flamme eine intensivere gelbe Färbung an; die volle Leuchtkraft kann sie aber nicht erlangen, weil das strömende Leuchtgas durch den unteren Tubus fortwährend Luft ansaugt und stets mit Luft gemengt zur Verbrennung kommt. Wenn die Flamme unter den gegebenen Umständen ihre höchste Leuchtkraft erlangt hat, was nach wenigen Minuten der Fall ist, schließt man den Hahn der Gasleitung. Hierdurch wird die Flamme plötzlich um etwa ein Drittel kürzer und verliert immer mehr an Höhe und Leuchtkraft; nach kurzer Zeit verwandelt sie sich in eine blauleuchtende Flamme mit einer gelbleuchtenden Spitze.

¹⁾ Die Länge dieses Rohres beträgt 30 cm; es ragt 2 cm tief in den Ballon und ist 10 mm weit.

²⁾ Die Woulfsche Flasche faßt 0,75 Liter; sie hat zwei Hälse von je 2 cm Weite und Höhe. Durch den einen ist mittels eines Kautschukpfropfes luftdicht ein Trichterrohr eingesetzt und reicht bis zum Boden der Flasche, durch den anderen geht ein ebenso gedichtetes Gasleitungsrohr.

³⁾ Der Rand des Trichters hat 12 cm im Durchmesser, die Höhe desselben beträgt 24 cm und seine Röhre ist 8 mm weit.

⁴⁾ Dieses Rohr ist an einem Ende rechtwinklig gebogen; seine Weite beträgt 6 mm, die Länge 10 cm. Das Rohr besitzt einen Hahn, dessen Bohrung 1 mm im Durchmesser entspricht.

Diese verschwindet auch bald und es tritt die Spaltung der Flamme ein, indem sich die blaue Flamme allmählich in zwei Flammen teilt, in eine größere, äußere und eine kleinere, innere Flamme.¹⁾ Endlich tritt die Flammentrennung ein²⁾, indem die äußere Flamme auf der Mündung der Röhre sitzen bleibt, während die innere mit zunehmender Geschwindigkeit die Röhre hinunter gleitet und das Gemenge von Luft und Leuchtgas im Ballon unter heftiger Explosion entzündet, wobei der Pfropf aus dem Tubus hinaus geschleudert wird.

Setzt man auf die obere Mündung der Röhre *E* eine Siebkappe, etwa eine solche aus Eisendraht, und leitet den früher erwähnten Versuch wieder ein, so wiederholen sich die beobachteten Erscheinungen bis auf die Flammentrennung. Diese kann nicht zustande kommen, weil das Sieb die innere Flamme nicht durchläßt; es entzieht derselben so viel Wärme, daß sie erlöschen muß, und es kann demnach auch keine Explosionswirkung stattfinden.

Um mit Hilfe dieser Vorrichtung nach Belieben schwächere oder stärkere Explosionen bewirken zu können, hat man, während des früher besprochenen Ganges des Versuches, entweder Kohlendioxyd oder Sauerstoff³⁾ in den Ballon einzuleiten. Es geschieht dies in folgender Weise:

Man füllt die Woulfsche Flasche bis zu den Hälsen mit Wasser an, verbindet den von den Röhren *G* und *K* beseitigten Kautschukschlauch *J* mit einem Kohlendioxyd-Entwickler, treibt aus dem Schlauch die Luft aus und verbindet ihn dann mit der Röhre *K*, deren Hahn geöffnet wird.

¹⁾ Über Spaltung und Trennung der Flamme siehe dies. Journ. [2] 44, 246 (1891).

²⁾ Das Jenaer Glas bewährt sich bei diesen Versuchen als sehr widerstandsfähig, und hat zudem die Eigenschaft, bei diesen Versuchen die Flammenfärbung nicht zu beeinträchtigen, so daß die Flammenspaltung und Trennung sehr deutlich sichtbar wird. Bei Anwendung gewöhnlichen Glases müßte die obere Mündung des Glasrohres mit einem metallenen Winkelreif aus Messing, besser aus Eisen oder Nickel versehen sein.

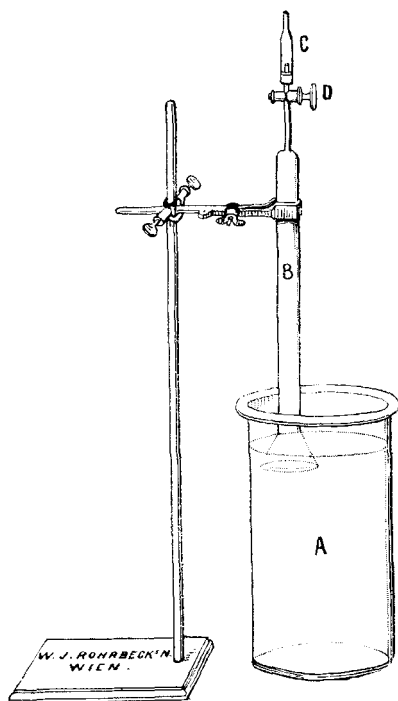
³⁾ Statt dieser Gase kann man auch andere verwenden, z. B. Stickstoff und Lustgas usw.

Durch das Einströmen dieses Gases in die Woulfsche Flasche wird das Wasser in der Flasche fallen und im Trichterrohr steigen. Der Versuch erfordert etwa 114 ccm Kohlendioxyd. Sobald sich diese Menge des Gases in der Flasche angesammelt hat, was an einer Marke erkennbar ist, wird der Hahn geschlossen, damit ist das erforderliche Volumen von Kohlendioxyd unter dem Druck der Wassersäule des Trichterrohres abgesondert. Man streift nun den Kautschukschlauch von dem Gasentwickler ab, bringt das Ende desselben mit der Röhre *G* in Verbindung und hängt sie in den Ballon ein. Wenn nun unter diesen Umständen der Explosionsversuch eingeleitet wird und man in dem Augenblick, da die gelbleuchtende Spitze in der Flamme gerade noch sichtbar ist, den Hahn *L* öffnet, so treibt der Druck der Wassersäule in der Trichterröhre das Kohlendioxyd in den Ballon und mischt sich dort mit den übrigen Gasen. Dieser Vorgang behindert keineswegs das Auftreten der Flammenspaltung und Flammentrennung; die Reaktionswirkung im Ballon ist jedoch so weitgehend gedämpft, daß sie nur mehr als schwaches Geräusch wahrnehmbar wird.

In ganz ähnlicher Weise geht man vor, wenn man die Explosionswirkung zu verstärken beabsichtigt. Man sondert zu diesem Zweck etwa 60 ccm Sauerstoff in der Woulfschen Flasche ab und leitet das Gas unter den früher erwähnten Umständen in den Ballon ein. In diesem Falle gleitet die innere Flamme besonders rasch durch die Röhre in den Ballon, und die Explosion ist, wenn auch vollkommen gefahrlos, sehr heftig; das Nichteinhalten des hier angeführten Verhältnisses zwischen dem Fassungsraum des Ballons und der Menge des Sauerstoffs, indem eine größere Menge dieses Gases in Verwendung käme, würde, abgesehen von den nachteiligen Folgen für das Gehör, leicht auch die Zertrümmerung des Apparates zur Folge haben. Innerhalb der angeführten Grenzen können aber Kohlendioxyd und Sauerstoff in den verschiedensten Mengenverhältnissen zur Reaktion gebracht werden; man erreicht hierdurch mannigfaltige Abstufungen der Explosionswirkung.

IV. Zur Abscheidung des Wasserstoffs aus Wasser mittels Natrium.

Dieser Versuch läßt sich bequem und gefahrlos vermittelst der, durch nebenstehende Zeichnung veranschaulichten



Vorrichtung ausführen. Sie besteht aus einem Glascylinder $A^1)$ und der Röhre $B^2)$, welch letztere durch eine Klemm-
vorrichtung an ein eisernes Stativ befestigt ist. Diese Röhre
mündet nach unten mit einem Trichter³⁾, nach oben verjüngt
sie sich zu einer engeren Röhre⁴⁾, die den Hahn $D^5)$ trägt;

¹⁾ Der Cylinder hat die Höhe von 34 cm und ist 17 cm weit.

²⁾ Die Länge der Röhre beträgt 30 cm; ihre Weite 2,5 cm.

³⁾ Die Höhe des Trichters beträgt 4,5 cm. Der Durchmesser des Trichterrandes entspricht 6 cm.

⁴⁾ Die Röhre hat die Länge von 6 cm; sie besitzt an ihrem oberen Drittel den Hahn D .

⁵⁾ Die Bohrung des Hahnes beträgt 1 mm im Durchmesser.

das nach oben gerichtete Ende der Röhre geht durch einen Kautschukpfropf, auf den, dicht angepaßt, die Röhre C¹⁾ aufsitzt, welche mit einem Platinröhrchen endet.

Zur Ausführung des Versuches wird der Glascylinder bis auf etwa 4 cm unterhalb des Randes mit Wasser angefüllt, dann der Hahn des Trichterrohres geschlossen und die Luft aus der Röhre durch Eingießen von Wasser vollständig verdrängt. Mittels einer Glasplatte, die auf die Trichteröffnung geschoben wird, schließt man die Röhre ab, dreht sie dann um und stellt sie derart in das Wasser, daß sie lotrecht durch die Klemmvorrichtung befestigt, mit dem Trichter etwa 4 cm tief, unter dem Wasserspiegel zu stehen kommt.²⁾

Das zum Zersetzen des Wassers erforderliche Natrium³⁾ wird sodann in einem Kupferdrahtnetz eingewickelt⁴⁾ und mit einer Zange rasch in das Wasser unter den Trichter gebracht, worauf der sich entwickelnde Wasserstoff allmählich das Trichterrohr füllt.⁵⁾ Nachher öffnet man die Klemme des Trichterrohres und senkt letzteres so tief in den Glascylinder, bis der Trichter auf den Boden des Gefäßes aufstößt, und befestigt neuerdings die Trichterröhre in lotrechter Stellung durch die Klemmvorrichtung. Der in der Trichterröhre angesammelte Wasserstoff steht nun unter dem Druck der Wassersäule des Glascylinders und wird beim Öffnen des Hahnes aus der Spitze des Platinröhrchens entweichen und angezündet entflammen. Würde die bei diesem Versuche auftretende Flamme eine schwach blauleuchtende Färbung annehmen, so wäre damit die Bildung von Wasserstoff durch

¹⁾ Die Höhe dieser Röhre, die mit dem Platinröhrchen mündet, beträgt 7 cm, ihre Weite entspricht 1,5 cm.

²⁾ Bei diesem Vorgange ist sorgfältig darauf zu achten, daß keine Bläschen in die Röhre kommen, da diese möglicherweise im weiteren Verlauf des Versuches zu einer Explosion führen könnten.

³⁾ Das Stücken Natrium entspricht etwa einer größeren Bohne und wird in üblicher Weise von Steinöl und von den Krusten befreit.

⁴⁾ Die Größe des Drahtnetzes beträgt 4 cm; es ist sehr feinmaschig und muß bei Benutzung vollkommen trocken sein.

⁵⁾ Beim Füllen der Trichterröhre bleibt meistens im engeren Teil derselben Wasser an den Wandungen der Röhre haften, welches durch Schütteln und Klopfen entfernt werden muß.

diese Reaktion veranschaulicht, allein die Färbung dieser Flamme erscheint intensiv wachsgelb; diesem Versuche muß daher die Erläuterung der Flammenreaktion auf Natrium vorausgeschickt werden.

Wien, Chemisches Laboratorium der Wiener Handels-Akademie, im Januar 1907.

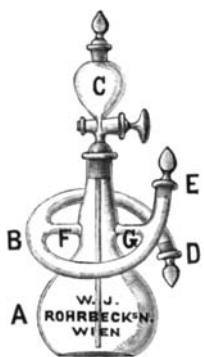
Laboratoriumsapparate;¹⁾

von

Nic. Teclu.

I. Zur quantitativen Bestimmung des Kohlendioxyds.

Durch nebenstehende Abbildung wird eine neue Form²⁾ eines Apparates veranschaulicht, der zur quantitativen Bestimmung des Kohlendioxyds dient. Seine Einrichtung ist aus der Zeichnung leicht verständlich, bis auf die hier gewählte Verbindung zwischen der mit Chlorcalcium gefüllten gewundenen Röhre *B*³⁾ und dem Hals des Kölbchens *A*. Diese ist durch die horizontalen Röhren *G* und *F* vermittelt, von welchen die Röhre *G* offen ist und die Kommunikation des Kölbchens mit der gewundenen Röhre herstellt, während die Röhre *F* dort, wo sie mit der Röhre *B* zusammentrifft, zugeschmolzen ist und keinen Durchlaß gewährt. Es gelangt demnach, bei der Ausführung der Analyse das sich ent-



¹⁾ Diese Apparate werden in Leipzig von Franz Hegershoff, in Wien von W. J. Rohrbecks Nachfolger angefertigt.

²⁾ Siehe Fresenius: Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse, I. Bd., S. 448 (Anmerkung).

³⁾ An den Enden der Röhre *B* ist etwas Glaswolle angebracht, damit beim Entfernen der Glasstöpsel das Chlorcalcium nicht herausfallen kann.