

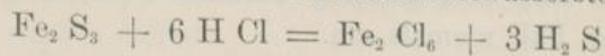
## I. Die Operationen.

### 1. Auflösung, Krystallisation, Fällung.

Wird ein Körper mit Hilfe einer Flüssigkeit zu einem homogenen Liquidum verwandelt, so heisst der Vorgang Auflösung bei festen, Absorption bei gasförmigen, und Mischung bei flüssigen Körpern.

Man unterscheidet erstens eine einfache Lösung, bei welcher die Körper durch das Lösungsmittel in ihrer chemischen Zusammensetzung keine Veränderung erleiden, und zweitens eine chemische, bei welcher das Lösungsmittel auf die Körper so einwirkt, dass neue Verbindungen entstehen.

Ein Beispiel für eine einfache Lösung wäre diejenige von Kochsalz in Wasser. Hier ist das Kochsalz als solches im Wasser gelöst, und bleibt beim Verdunsten des letzteren unverändert zurück. Lösen wir dagegen Eisensulfid in wässriger Salzsäure, so enthält die Lösung kein Eisensulfid mehr, sondern Eisenchlorid und Schwefelwasserstoff.



Es ist also eigentlich nicht das Eisensulfid in Salzsäure, sondern das durch die Salzsäure aus Eisensulfid gebildete Eisenchlorid im Wasser der Salzsäure löslich. Verdunsten wir eine solche Lösung, so besteht der Rückstand daher nicht aus Eisensulfid, sondern aus Eisenchlorid.

Man unterscheidet bei einfachen Lösungen ungesättigte und gesättigte. Erstere sind solche, welche vom gelösten Körper das Maximum von dem enthalten, was der Menge des Lösungsmittels, dem Drucke, unter welchem dasselbe sich befindet und der Temperatur desselben entspricht; letztere aber solche, welche vom betreffenden Körper weniger enthalten, als die angegebenen Umstände gestatten würden.

Eine chemische Lösung ist, was die Menge des gelösten Körpers betrifft, nur von der Menge des Lösungsmittels, nicht aber von der Temperatur abhängig.

Bei der Auflösung ist darauf zu achten, dass die Körper in möglichst zerkleinertem Zustande (gepulvert) der Einwirkung des Lösungsmittels preisgegeben werden. Man hat sich auch zu erinnern, dass die Lösung durch Erwärmen gewöhnlich sehr erleichtert und beschleunigt wird. Bei chemischen Lösungen ist es zweckmässig, die zu lösenden Körper zuvor mit etwas destillirtem Wasser zu versetzen; man vermeidet dadurch einen häufig störenden Ueberschuss des chemischen Lösungsmittels und erleichtert den Process der Lösung selbst. Es kommt nämlich vor, dass der neuentstandene, in Wasser zwar lösliche im chemischen Lösungsmittel aber unlösliche Körper, den zu lösenden überzieht und die weitere Einwirkung des chemischen Lösungsmittels verhindert. Lässt man z. B. auf Zink concentrirte Schwefelsäure einwirken, so überzieht sich das Metall sehr bald mit einer Lage von Zinksulfat, so dass die Wasserstoffentwicklung aufhört; wird aber das Zinksulfat durch Wasser gelöst, verwendet man also gehörig verdünnte Schwefelsäure, so tritt dieser Fall niemals ein.

Den Gegensatz zur Auflösung bildet die Krystallisation und die Fällung (Präcipitation). Beide Operationen bezwecken den Körper behufs Trennung von anderen oder behufs Erkennung in feste Form zu bringen.

Die Krystallisation wird bewirkt durch eine mehr minder rasche Entziehung des Lösungsmittels und besteht in einer regelmässigen Gruppierung der Moleküle des gelösten Körpers.

Die Krystallisation ist also der directe Gegensatz einer einfachen Lösung. Die Fällung bewirkt, strenge genommen, keine Entziehung des Lösungsmittels, sondern erzeugt entweder analog der chemischen Lösung neue (unlösliche) Körper, wie z. B. bei der Fällung von Chlorbarium mit Schwefelsäure (der neue Körper ist schwefelsaures Barium), oder bewerkstelligt eine Verdrängung oder Verdünnung des ursprünglichen Lösungsmittels, ohne den gelösten Körper zu verändern, wie das z. B. bei der Fällung von Gyps aus wässriger Lösung durch Alkohol der Fall ist.

## 2. Abdampfen, Einengen, Verdunsten.

Das Abdampfen geschieht entweder zu dem Zweck, um übermässig grosse Flüssigkeitsmengen, oder aber um flüchtige Säuren und dergleichen fortzuschaffen.

Man kann eine Flüssigkeit entweder zur Trockene abdampfen (eindampfen, verdampfen) oder nur bis zu einer bestimmten Menge; in letzterem Falle wird die Operation auch Einengen genannt.

Das Abdampfen oder Einengen kann über freiem Feuer, oder am Wasserbade geschehen, letzteres ist immer vorzuziehen, wenn der Rückstand bei höherer Temperatur als der Siedepunkt des Wassers, zersetzt, zerstört oder verflüchtigt werden könnte.

Ueber freiem Feuer sollen also nur Lösungen von nicht flüchtigen, anorganischen Verbindungen abgedampft werden und unter diesen auch nur solche, die bei höherer Temperatur keine Veränderung ihrer Zusammensetzung erleiden können.

Als Wasserbäder kann man Töpfe, Schalen etc. aus Metall oder Porcellan benützen, doch empfehlen sich, was

die Zweckmässigkeit der Form und die Dauerhaftigkeit des Materials anbelangt, am meisten Schalen aus Kupferblech, die ein grosses Segment einer Kugel darstellen, da sie bei geringster Oberfläche die grösste Menge Wasser fassen.

Das Verdunsten ist nichts anderes, als ein langsames Abdampfen. Es geschieht also entweder bei gewöhnlicher oder nur schwach erhöhter Temperatur, bei gewöhnlichem Luftdruck, oder unter der Glocke einer Luftpumpe.

### 3. Decantiren, Filtriren, Coliren, Dialysiren.

Die drei ersteren Operationen bezwecken die Trennung flüssiger Theile von festen.

Lässt man die in einer Flüssigkeit vorhandenen festen Theile absitzen (sich am Boden des Gefässes ansammeln) und giesst man die über ihnen befindliche Flüssigkeit einfach ab, so nennt man das Decantation; lässt man dagegen das Gemisch ein Medium passiren, welches nur die Flüssigkeit durchlässt, die festen Theile aber zurückhält, so heisst die Manipulation Filtration.

Zur Filtration verwendet man gewöhnlich ungeleimtes Papier (Filtrirpapier).

Man verfertigt die einfachen Filter, indem man ein quadratisches Stück Papier vierfach zusammenfaltet. Man erhält nun eine Düte die auf einer Seite aus drei, auf der anderen aus einer Lamelle besteht. Die oberen Spitzen dieser Lamellen schneidet man rund ab und bringt das so entstandene Filter in einen Trichter, dessen Winkel  $60^\circ$  betragen soll. — Bevor man filtrirt ist es oft zweckmässig, das Filter mit destillirtem Wasser zu befeuchten, es legt sich so besser an die Wand des Trichters und erleichtert das Filtriren bedeutend, da dann seitlich keine Luft durchgesaugt wird.

Zur raschen Filtration gebraucht man oft sogenannte

Faltenfilter. Man kann dieselben so verfertigen, dass man das vierfach zusammengelegte Papier fächerförmig weiter faltet, und dann auseinander zieht.

Die Colirung ist gleichfalls eine Filtration; man verwendet hiezu gewöhnlich Leinwandlappen in denen der Niederschlag, nach dem Abtropfen der Flüssigkeit, ausgepresst wird.

Es versteht sich von selbst, dass zur Filtration ferner die verschiedensten porösen Körper benützt werden können. Man kann z. B. auch durch Thon, Baumwolle, Asbest etc. filtriren.

Während die Filtration, wie früher bemerkt wurde, zur Trennung von festen und flüssigen Theilen benützt wird, dient die Dialyse zur Trennung von krystalloiden und colloiden Körpern.

Zu colloiden Körpern werden Leimsubstanz, Eiweiss u. dergl., zu krystalloiden anorganische und organische Salze oder überhaupt in Wasser lösliche, meist krystallisirbare Substanzen gezählt.

Zur Dialyse verwendet man thierische Membranen (Pergament) oder sogenanntes vegetabilisches Pergament d. i. ein Papier welches mit verdünnter Schwefelsäure behandelt wurde und dadurch dichter, pergamentartig geworden ist.

Indem man nun die Mischung colloider und krystalloider Körper in eine auf einer Seite mit Pergament überspannte Trommel bringt und diese in destillirtes Wasser hängt, diffundiren die krystalloiden in's Wasser hinüber, während die colloiden in der Trommel bleiben.

Das Wasser ausserhalb der Trommel muss öfters gewechselt werden.

#### 4. Schmelzen, Verpuffen, Aufschliessen, Glühen.

Das Schmelzen bezweckt entweder die Vereinigung oder Zersetzung von Körpern. Tritt die Reaction unter Knall oder Geräusch ein, so nennt man sie im Allgemeinen Verpuffung. Doch versteht man unter Verpuffung im engeren Sinne das Schmelzen der Körper mit Substanzen, die leicht Sauerstoff abgeben, also oxydirend wirken, wie salpetersaure und chloresaure Salze. Das Verpuffen mit solchen Körpern geschieht also entweder zum Zwecke einer Oxydation, oder um die Gegenwart oder Abwesenheit gewisser Körper zu beweisen. — Man kann z. B. Salze auf Salpetersäure oder Chlorsäure prüfen, indem man sie mit Cyankalium schmilzt.

Werden Körper zu dem Zwecke geschmolzen, um sie in eine, in Wasser oder Säuren lösliche Form zu bringen, wie das z. B. bei gewissen Silicaten oder schwefelsauren alkalischen Erden der Fall ist, so heisst die Operation Aufschliessen.

Das Glühen bezweckt entweder die Trennung feuerbeständiger Theile von flüchtigen, oder die Ueberführung eines Körpers in eine andere Modification, oder aber das Erkennen der Natur der Körper im Allgemeinen, ob sie feuerbeständig oder schmelzbar sind, ob sie organische Substanzen enthalten oder nicht.

Das Schmelzen, Aufschliessen und Glühen geschieht in Porcellan-, Silber- oder Platintiegeln; das Verpuffen gewöhnlich am Platinblech oder Platinlöffelchen.

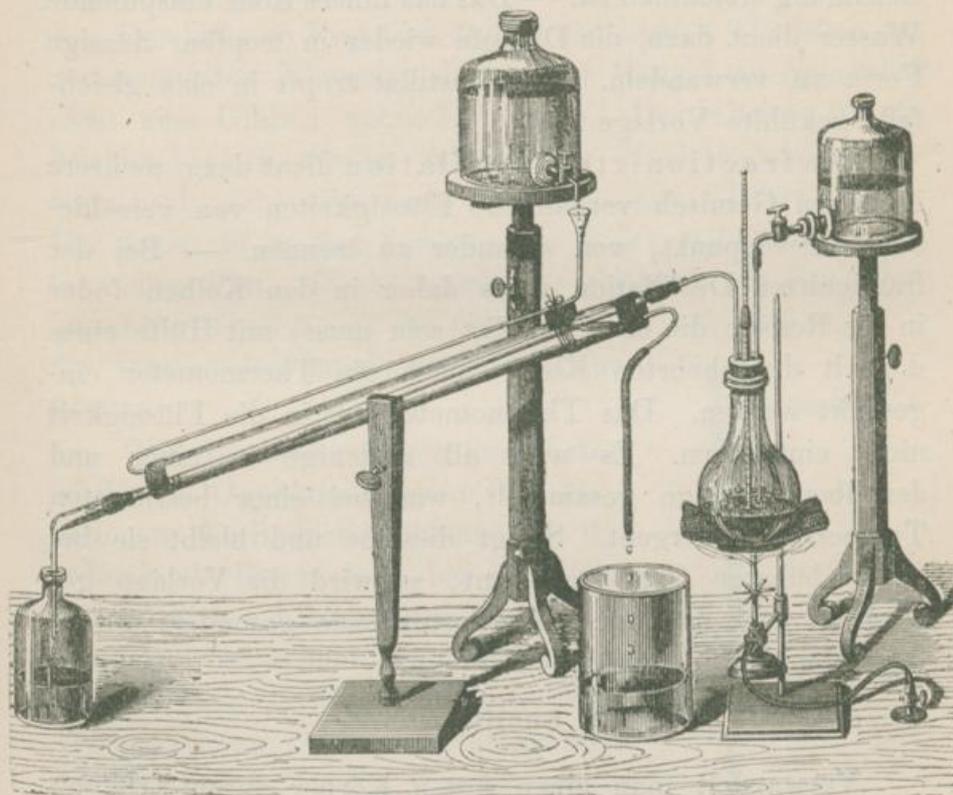
Es sei hier bemerkt, dass in Platingefässen keine Substanzen behandelt werden dürfen, die Chlor entwickeln. Salpetersaure Alkalien, Kali und Natronhydrat, Cyanalkalimetalle, Metalle und Schwefelmetalle dürfen in Platingefässen nicht geschmolzen, und leicht desoxydirbare Metalloxyde, Schwermetalle mit organischen Säuren und phosphorsaure Salze bei Gegenwart organischer Verbindungen, darin nicht geglüht werden.

Es ist zweckmässig, die Tiegel beim Glühen in Dreiecke aus starkem Platindraht zu setzen.

### 5. Destillation.

Die Destillation hat entweder die Trennung einer flüchtigen Flüssigkeit von einer weniger flüchtigen, oder die Trennung einer flüchtigen Flüssigkeit von einer nicht flüchtigen, oder einem festen Körper zum Zweck, wenn dabei

Fig 1.



der sich verflüchtigende Theil gewonnen werden soll. Da dieser in Dampfform entweicht, so muss er durch Abkühlung wieder in tropfbar flüssige Form verwandelt werden.

Zur Destillation, wie sie bei analytischen Arbeiten vorgenommen wird, dient die Vorrichtung wie sie in Fig. 1 abgebildet ist.

Die zu destillirende Flüssigkeit wird in den Kolben gebracht und entweder am Drahtnetz oder im Wasserbade erwärmt, letzteres in dem Fall, wenn der Siedepunkt der abzudestillirenden Flüssigkeit tiefer, als derjenige des Wassers ist, oder wenn der Körper überhaupt leicht flüchtig ist.

Statt des Kolbens kann auch eine Retorte verwendet werden, die auf dieselbe Weise wie jener, mit dem Liebig'schen Kühler verbunden wird, dessen Einrichtung aus der Zeichnung ersichtlich ist. — Das das innere Rohr umspülende Wasser dient dazu, die Dämpfe wieder in tropfbar flüssige Form zu verwandeln. Das Destillat tropft in eine gleichfalls gekühlte Vorlage h.

Die fractionirte Destillation dient dazu, mehrere in einem Gemisch vorhandene Flüssigkeiten von verschiedenem Siedepunkt, von einander zu trennen. — Bei der fractionirten Destillation muss daher in den Kolben (oder in die Retorte die dann tubulirt sein muss) mit Hülfe eines doppelt durchbohrten Korkes noch ein Thermometer eingesenkt werden. Das Thermometer soll in die Flüssigkeit nicht eintauchen. Es wird all dasjenige in einer und derselben Vorlage gesammelt, was bei einer bestimmten Temperatur übergeht. Steigt dieselbe und bleibt sie bei einem höheren Grade constant, so wird die Vorlage gewechselt und das nun Ueberdestillirende gesondert aufzufangen u. s. f.

### 6. Sublimation.

Verwandelt man einen festen Körper durch Erhitzen in Dampfform und verdichtet man die Dämpfe wieder durch Abkühlung, so nennt man diese Operation Sublimation.

Die Sublimation ist daher die Destillation fester Körper.

Die Sublimation zu analytischen Zwecken wird gewöhnlich in Glasröhren, die an einem Ende zugeschmolzen sind, ausgeführt.

Sollen Körper vor Oxydation geschützt werden, so müssen sie in gewissen Gasarten, z. B. Kohlensäure, Wasserstoff sublimirt werden. Man verwendet dann an beiden Enden offene Röhren und verbindet das eine Ende derselben mit dem Gasentwicklungsapparat.

### 7. Die Anwendung des Löthrohrs.

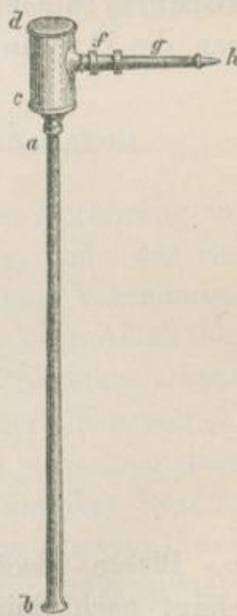
An der Flamme unterscheidet man bekanntlich drei Theile oder Kegel.

Der innerste Kegel ist dunkel und enthält Theilchen des verbrennenden Körpers, die wegen Mangel an Sauerstoff nicht zum Glühen gebracht werden. Der mittlere ist der leuchtende. In diesem werden die Kohletheilchen zwar auch noch nicht verbrannt, aber doch zum Glühen erhitzt. Der äusserste ist fast farblos; hier findet vollständige Verbrennung statt. Dieser äusserste, reichlich mit Sauerstoff versehene Theil heisst die Oxydations-, der innere, leuchtende die Reductionsflamme.

Wie die Benennungen ausdrücken, wird die Oxydationsflamme zu Oxydationen, die Reductionsflamme, die ihre reducirende Eigenschaft den glühenden Kohletheilchen verdankt, zu Reductionsversuchen verwendet. — Aufgabe des Löthrohrs ist es nun, einerseits diese Wirkungen zu verstärken, andererseits der Flamme die zu den Versuchen nothwendige Richtung und Form zu geben.

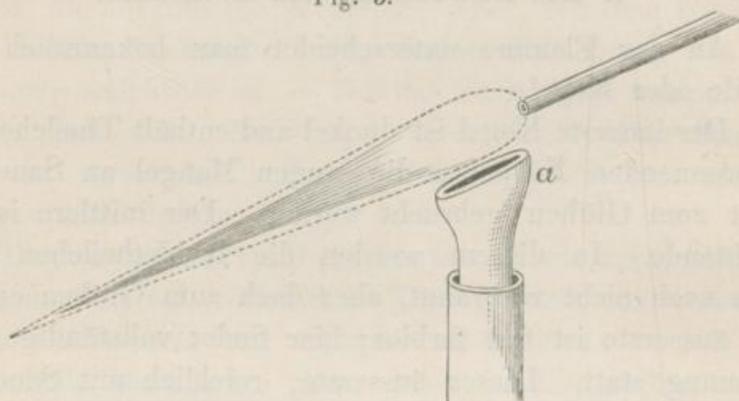
Das Löthrohr, Fig. 2, besteht aus einem Rohr a mit einem Mundstück b, einem kleinen Hohlraum (Windkasten) c d und dem Ansatz f g h, der bei h gewöhnlich mit einer Platinspitze versehen ist.

Fig. 2.



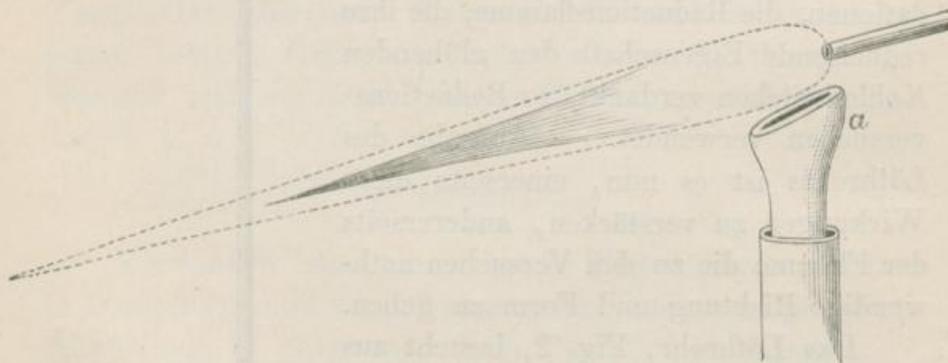
Mit diesem Instrumente bläst man nun in eine Flamme, die aus einem schiefen Spalt (Fig. 3, 4, a) hervorbrennt, und zwar so, dass man die Löthrohrspitze nur an den Rand der Flamme bringt und nur mässig bläst, wenn man die Reductionsflamme (Fig. 3), die Spitze aber

Fig. 3.



tiefer in die Flamme bringt und stärker bläst, wenn man die Oxydationsflamme (Fig. 4), gebrauchen will.

Fig. 4.



Das Blasen geschieht nur mit den Wangenmuskeln. Es gelingt nach einiger Uebung, auf diese Weise einen continuirlichen Luftstrom zu erzeugen, während man durch die Nase ruhig athmet. Die Flamme hat man natürlich auf's

Object zu richten, welches sich entweder auf Holzkohle, oder auf einem Platinblech, oder im Oehr eines Platindrahtes befindet.

Man bedient sich der Holzkohle (Fichten-, Linden- oder Weidenkohle, weil diese Sorten ziemlich arm an Asche sind), wenn man ein Metalloxyd reduciren oder einen Körper auf seine Schmelzbarkeit prüfen will. — Die Substanz wird in ein kleines Grübchen gebracht, das man mit einem Messer in die Kohle gegraben hat.

Des Platinblechs und Platindrahtes bedient man sich bei Oxydationsversuchen, des letzteren ausserdem dann, wenn man einen Körper mit sogenannten Flussmitteln behandeln will. Man biegt zu diesem Zwecke das Ende des Drahtes zu einem kleinen Oehr um, befeuchtet es mit etwas Wasser und taucht es in's gepulverte Flussmittel (Borax, Phosphorsalz etc.), schmilzt den anhaftenden Theil in der Gas- oder Weingeistflamme zu einem Tropfen, befeuchtet diesen nach dem Erkalten mit der Lösung der zu prüfenden Substanz und schmilzt wieder.

#### 8. Prüfung der Reaction einer Flüssigkeit.

Es giebt gewisse Farbstoffe, welche in Berührung mit Säuren oder Alkalien ihre Farbe verändern, und zwar sind manche derselben so empfindlich, dass diese Veränderung auch schon durch ein Minimum von Säure oder Alkali hervorgebracht wird. — So wird der blaue Lackmusfarbstoff durch Säure roth und der durch Säure geröthete von Alkali wieder blau gefärbt. Man verwendet denselben daher zur Prüfung der verschiedenen Lösungen auf ihre Reaction und zwar entweder in Form eines wässrigen Auszugs (Lackmustinctur), oder in Form des sogenannten Reagenspapiers (mit Lackmustinctur getränktes und dann getrocknetes Filtrirpapier).

Die blaue Lackmustinctur ist der wässrige Auszug des Lackmusfarbstoffes, dessen freies Alkali durch Salz- oder Schwefelsäure genau neutralisirt wird; die rothe wird aus der blauen durch Ansäuern mit den genannten Säuren erzeugt.

Wird demnach blaue Lackmustinctur, oder blaues Lackmuspapier durch eine Flüssigkeit roth gefärbt, so ist letztere sauer; wird dagegen rothe Lackmustinctur oder rothes Lackmuspapier blau gefärbt, so reagirt sie alkalisch.

Auch andere Farbstoffe werden häufig verwendet, aus denen die betreffenden Tincturen und Reagenspapiere auf ähnliche Weise bereitet werden, wie aus Lackmus.

Vorzüglich zu erwähnen sind:

1) Der gelbe Curcumafarbstoff (die Tinctur mit Alkohol bereitet). Er wird durch Alkalien und Borsäure braun gefärbt, von anderen Säuren aber nicht verändert.

2) Der blau-violete Georginenfarbstoff wird von Säuren roth, von Alkalien grün gefärbt.

3) Der braunrothe Campechenholzfarbstoff (als wässrige Abkochung) wird von Alkalien blauviolett, von Säuren rein gelb gefärbt.

#### 9. Das Wägen.

Da es nicht im Plane dieser Schrift liegt auch die quantitative Analyse ausführlich zu behandeln und quantitative Bestimmungen nur dort angeführt werden, wo sie unausweichlich sind, so verweisen wir in Allem was auf quantitative Analysen Bezug hat, also auch was die Details bei der Ausführung von Wägungen betrifft, auf die ausführlichen Werke über quantitative Analyse.

Hier sei nur kurz Folgendes erwähnt:

Die Wägungen werden entweder mit eigentlichen chemischen Waagen, oder bei minder genauen Bestimmungen auch mit besseren Apothekerwaagen vorgenommen.

Man geht bei Wägungen am besten systematisch und zwar in der Weise vor, dass man, bei höheren Gewichten beginnend so lange immer die nächstfolgenden kleineren versucht, bis beide Wagschaalen sich im Gleichgewichte befinden. — Wir hätten z. B. ein Uhrglas zu tariren:

Wir beginnen bei 5 Gramm; 5 Gramm zu schwer;  
4 Gramm zu leicht; 4.5 Gramm zu schwer; 4.2 Gramm  
zu leicht; 4.3 Gramm zu leicht; 4.4 Gramm zu leicht;  
4.45 Gramm zu schwer; 4.42 Gramm zu leicht; 4.43 genau.

Die häufigste Verwendung finden die Differenzwägungen. Wir hätten z. B. einige Krystalle von Eisenvitriol zu wägen. Wir legen sie auf ein Uhrglas und wägen sie mit demselben.

Wir finden Uhrglas + Substanz = 4.937 Gramm,

Nach Entfernung der Krystalle,

Uhrglas allein . . . . . = 3.192 „

Daher das Gewicht der Krystalle = 1.745 Gramm.