

Stöchiometrische Berechnungen.

Unter Stöchiometrie — von στοιχείον Grundstoff und μετρεῖν messen — verstehen wir die Lehre von denjenigen Gesetzen, nach welchen die Vereinigung von Körpern zu neuen Verbindungen, oder aber die Scheidung von zusammengesetzten Stoffen in ihre einfacheren Bestandtheile vor sich geht. — Stöchiometrische Berechnungen sind daher solche, durch welche wir ermitteln können, in welchen Verhältnissen die eben angeführten Vorgänge, d. h. die Vereinigung oder Scheidung von Körpern, vor sich gehen.

Die Stöchiometrie beruht auf zwei Fundamentalsätzen der Chemie:

1. Die Materie ist unzerstörbar; sie kann wohl ihre Form, ihren Zustand ändern, aber sie kann nicht verschwinden oder verloren gehen. Ebensovienig aber kann sie aus sich selbst an Gewicht zunehmen, d. h. sich vermehren. Für jede Zunahme muss sich irgend eine Ursache auffinden lassen, denn aus Nichts kann nicht Etwas werden (Aus Nichts wird Nichts — Aristoteles).

2. Die chemischen Reactionen (Verbindungen oder Trennungen) erfolgen stets nach unabänderlichen Gewichtsverhältnissen oder Multiplen derselben.

Wenn dieser Satz vollkommen richtig ist, und das Gegentheil ist bisher nicht erwiesen, wenn ferner die unabänderlichen Verhältnisse, nach denen die Verbindungen oder Scheidungen der Körper vor sich gehen, für jeden einzelnen Stoff festgestellt sind, so ist es klar, dass wir in der Lage sein müssen, durch Rechnung bestimmen zu können, in welchem Verhältniss die bei der Scheidung eines Körpers sich ergebenden einfacheren Bestandtheile desselben auftreten müssen, und in welchen Verhältnissen wir einfachere Körper zusammenbringen müssen, um einen bestimmten zusammengesetzten Körper in bestimmter Menge zu erhalten.

Ist dieses Ziel bisher auch noch nicht für alle Körper im weitesten Sinne erreicht worden, so sind wir doch gegenwärtig im Stande, solche Voraussagen für eine ganze Anzahl namentlich der

praktisch wichtigsten Stoffe zu machen, und es ist kein Zweifel, dass im Verlaufe der Zeit das Gleiche in der That für alle Körper wird erreicht werden.

Die stöchiometrischen Berechnungen setzen neben der Vertrautheit im Rechnen, namentlich mit der Regel-de-tri und mit Decimalbrüchen, eine vollkommene Kenntniss der einschlägigen Reactionen voraus. In allen Fällen geht man am sichersten zu Werke, wenn man sich die Reaktionsgleichung zu Papier bringt und dann für die einzelnen Symbole die ihnen zukommenden Zahlen einsetzt.

Bei Verbindungen ist die Summe der Gewichte der in ihnen enthaltenen Atome gleich dem Molekulargewicht der betreffenden Verbindungen.

So ist z. B. die Salzsäure ClH aus 1 Atom Cl und 1 Atom H zusammengesetzt. Wir finden ihr Molekulargewicht, indem wir die Atomgewichte dieser Elemente addiren:

$$\begin{array}{r} \text{Cl} = 35,5 \\ \text{H} = 1 \\ \hline 36,5 = \text{Molekulargewicht von HCl.} \end{array}$$

In gleicher Weise berechnet sich das Molekulargewicht der Schwefelsäure H_2SO_4 zu 98

$$\begin{array}{r} \text{H}_2 = 2 \\ \text{S} = 32 \\ \text{O}_4 = 64 \\ \hline 98, \end{array}$$

das des kohlensauren Natriums Na_2CO_3 zu 106

$$\begin{array}{r} \text{Na}_2 = 46 \\ \text{C} = 12 \\ \text{O}_3 = 48 \\ \hline 106. \end{array}$$

Wenn wir nun, wie dies in einigen Beispielen sogleich geschehen soll, in den Gleichungen für die Formeln die betreffenden Atom- und Molekulargewichte einsetzen, so müssen wir in allen Fällen darauf achten, dass wir auch wirklich mit denjenigen Grössen operiren, welche wir durch die Zahlen ausdrücken. Wenn wir beispielsweise durch Rechnung finden, dass wir zu irgend einer Operation 100 g Salzsäure HCl bedürfen, so müssen wir im Gedächtniss behalten, dass die Verbindung HCl gasförmige Salzsäure ist, von welcher unsere offic. Salzsäure nur 25 % enthält. Wir müssen daher zur Erlangung eines richtigen Resultates die 4fache Menge der officinellen Säure, also 400 g anwenden, denn erst diese Menge enthält 100 g der Verbindung HCl .

Haben wir ferner bei irgend einer Operation 106 g Natriumcarbonat Na_2CO_3 anzuwenden, so würden wir einen Fehler begehen,

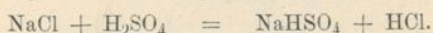
wenn wir etwa 106 g der krystallisirten Soda anwenden wollten. Diese krystallisirt mit 10 Mol. $\text{H}_2\text{O}(\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O})$ und erst 286 g derselben enthalten 106 g der Verbindung Na_2CO_3 .

Beispiele.

1. Wie viel Kochsalz und Schwefelsäure wird gebraucht, um 1000 g officineller Salzsäure darzustellen?

Die offic. Salzsäure ist eine 25%ige wässrige Auflösung von gasförmiger Salzsäure (HCl) in Wasser. Wir brauchen also nur 250 g wasserfreier Salzsäure darzustellen und diese in 750 g Wasser einzuleiten.

Die Gewinnung der Salzsäure geschieht nach der Gleichung



Es entsteht also stets 1 Mol. Salzsäure aus 1 Mol. Kochsalz, oder jedes gebildete Molekül Salzsäure setzt das Vorhandensein eines Moleküles Kochsalz voraus. Wir berechnen also zunächst, wie viel Kochsalz wir für 250 g HCl bedürfen.

$$\begin{array}{l} \text{HCl} : \text{NaCl} = 250 : x \\ 36,5 \quad 58,5 \\ x = 400 \text{ g Kochsalz.} \end{array}$$

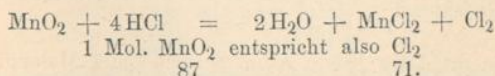
Nachdem wir diese Zahl gefunden, ist es uns eine geringe Mühe, zu berechnen, wie viel Schwefelsäure wir für die 400 g Kochsalz anwenden müssen.

$$\begin{array}{l} \text{NaCl} : \text{H}_2\text{SO}_4 : 400 : x \\ 58,5 \quad 98 \\ x = 670 \text{ g H}_2\text{SO}_4. \end{array}$$

Die gefundene Zahl 670 bezieht sich aber auf wasserfreie, 100%ige Schwefelsäure; benutzen wir zur Darstellung gewöhnliche, z. B. englische Schwefelsäure, so müssen wir dem Wassergehalt derselben Rechnung tragen. Da derselbe etwa 5%, also rund $\frac{1}{20}$ beträgt, so werden wir $\frac{1}{20}$ der 670 g, also etwa 34 g zuzählen müssen, mithin 400 g Kochsalz und 704 g englische Schwefelsäure anwenden.

2. Wie viel Chlorgas können wir mit 100 g Braunstein gewinnen?

Die Entwicklung des Chlors durch Braunstein (Mangansuperoxyd) findet in nachstehender Formel ihren Ausdruck:



Wir machen daher folgenden Ansatz:

$$\begin{array}{l} \text{MnO}_2 : \text{Cl}_2 = 100 : x \\ 87 \quad 71 \\ x = 81,6 \text{ g Chlor.} \end{array}$$

Da 1 Liter Chlorgas bei 760 mm Druck und 0° C. = 3,173 g wiegt, so wird die erhaltene Menge unter denselben Verhältnissen einem Volumen von 25,71 Litern entsprechen.

Die angestellte Rechnung aber bezieht sich auf ganz reines, 100%iges Mangansuperoxyd. Der Braunstein des Handels enthält jedoch in der Regel nur 60% MnO_2 . Wir werden daher unsere Rechnung dahin modificiren müssen, dass wir entweder für die Zahl 100 in der obigen Gleichung direct 60 einsetzen oder das Resultat auf 60%igen Braunstein umrechnen. 100%iges MnO_2 würde uns 81,6 g Chlor geben, wie viel 60%iges?

$$100 : 81,6 = 60 : x$$

$$x = 48,96 \text{ g Chlor.}$$

$$48,96 \text{ g Chlor} = 15,43 \text{ Liter bei 760 mm. B. und } 0^\circ \text{ C.}$$

3. Wie viel Bromkalium werden aus 200 g Brom erhalten?

Betrachten wir die Symbole des Broms und des Bromkaliums, Br und KBr, so sehen wir, dass jedes Atom Brom je einem Mol. Bromkalium entspricht. Wir machen daher den Ansatz:

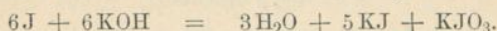
$$\text{Br} : \text{KBr} = 200 : x$$

$$80 \quad 119$$

$$x = 297 \text{ g Bromkalium.}$$

4. Wie viel Jod werden wir für 100 g festes Aetzkali brauchen und wie viel Jodkalium wird gewonnen werden?

Die Reaction zwischen Jod und Aetzkali erfolgt nach der Gleichung:



Das gebildete jodsaure Kalium wird durch Glühen mit Kohle gleichfalls in Jodkalium umgewandelt, so dass schliesslich aus 6KOH mit 6J auch 6KJ resultiren. Wir machen daher nachstehenden Ansatz:

$$\text{KOH} : \text{J} = 100 : x$$

$$56 \quad 127$$

$$x = 227 \text{ g Jod.}$$

Um zu finden, wie viel Jodkalium erhalten werden wird, erinnern wir uns, dass je 1 Mol. KOH auch 1 Mol. KJ liefert.

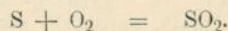
$$\text{KOH} : \text{KJ} = 100 : x$$

$$56 \quad 166$$

$$x = 296 \text{ g Jodkalium.}$$

5. Wie viel Schwefligsäureanhydrid lässt sich aus 100 g Schwefel erhalten?

Die Verbrennung des Schwefels zu Schwefligsäureanhydrid erfolgt nach nachstehender Gleichung:



Es entspricht daher jedem Atom Schwefel je 1 Molekül SO_2 .

Die aus 100 g Schwefel gebildete Menge SO_2 erfahren wir durch folgenden Ansatz:

$$\text{S} : \text{SO}_2 = 100 : x$$

$$32 \quad 64$$

$$x = 200 \text{ g Schwefligsäureanhydrid.}$$

6. Wie viel offic. Salpetersäure lässt sich aus 1 kg Natronsalpeter gewinnen?

Die Salpetersäure wird durch Destillation von Natronsalpeter mit Schwefelsäure gewonnen.



85 Th. Natronsalpeter ergeben 63 Th. Salpetersäure; diejenige Menge HNO_3 , welche aus 1000 g Natronsalpeter erhalten werden kann, erfahren wir durch nachstehende Rechnung:

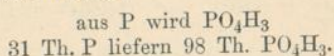
$$\begin{array}{l} 85 : 63 = 1000 : x \\ x = 741 \text{ g HNO}_3. \end{array}$$

Die Salpetersäure des Arzneibuchs ist aber nicht wasserfreie Salpetersäure von der Formel HNO_3 , sondern sie ist eine Auflösung von 25 Th. dieser Verbindung in 75 Th. Wasser; wir müssen daher berechnen, wie viel 25%ige Säure 741 g der Verbindung HNO_3 ergeben.

$$\begin{array}{l} 25 : 100 = 741 : x \\ x = 2964 \text{ g Acidum nitricum (25\%).} \end{array}$$

7. Wie viel offic. Phosphorsäure lässt sich aus 100 g Phosphor gewinnen?

Die Darstellung der Phosphorsäure erfolgt durch Oxydation von Phosphor bei Anwesenheit von Wasser:



Wir berechnen nun, wie viel PO_4H_3 100 g Phosphor liefern müssen.

$$\begin{array}{l} \text{P : PO}_4\text{H}_3 = 100 \text{ g P : } x \\ 31 : 98 = 100 : x \\ x = 316 \text{ g PO}_4\text{H}_3. \end{array}$$

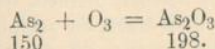
Die officinelle Phosphorsäure aber enthält nur 25% der Verbindung PO_4H_3 ; wir müssen also berechnen, wie viel 316 g PO_4H_3 uns von solcher 25%igen Phosphorsäure liefern werden.

$$\begin{array}{l} 25 : 100 = 316 : x \\ x = 1264 \text{ g Phosphorsäure (von 25\%).} \end{array}$$

Einfacher erhält man dasselbe Resultat durch Multiplication von 316 mit 4.

8. Wie viel Arsenigsäureanhydrid wird durch Verbrennen von 50 g metall. Arsen gewonnen?

Die Bildung des Arsenigsäureanhydrides (Acidum arsenicosum) aus metallischem Arsen erfolgt nach nachstehender Gleichung:

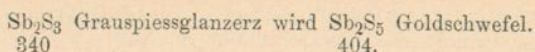


Es geben also 150 Th. Arsenmetall 198 Th. Arsenigsäureanhydrid; wie viel geben 50 g Arsenmetall?

$$\begin{array}{l} 150 : 198 = 50 : x \\ x = 66 \text{ g Arsenigsäureanhydrid (As}_2\text{O}_3). \end{array}$$

9. Wie viel Goldschwefel können 500 g Grauspiessglanzerz liefern?

Die Darstellung des Goldschwefels aus dem Grauspiessglanzerz (Sb_2S_3) läuft darauf hinaus, dass diesem Schwefel zugeführt wird.



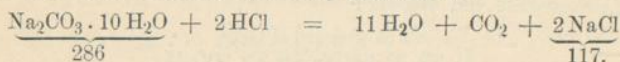
Dabei ergeben 340 Th. Grauspiessglanzerz 404 Th. Goldschwefel; wie viel ergeben 500 g Grauspiessglanzerz?

$$\begin{aligned} 340 : 404 &= 500 : x \\ x &= 594 \text{ g Goldschwefel.} \end{aligned}$$

Eine solche Ausbeute wird jedoch in der Praxis niemals erreicht werden, da einmal das angewendete Grauspiessglanzerz niemals ganz rein ist und ferner bei der Darstellung des Schlippe'schen Salzes die Mutterlaugen, um vorhandenes Arsen zu beseitigen, weggegossen werden.

10. Wie viel Kochsalz kann aus 500 g krystall. Soda erhalten werden und wie viel offic. Salzsäure wird dazu gebraucht?

Bei dieser Berechnung ist im Auge zu behalten, dass die Soda mit 10 Mol. Wasser krystallisirt. Ihre Zusammensetzung wird durch die Formel $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ausgedrückt, ihr Molekulargewicht ist daher = 286. — Wir berechnen zuerst, wie viel Kochsalz erhalten werden wird. Der Reactionsvorgang lässt sich durch folgende Gleichung ausdrücken:



286 Th. Soda liefern also 117 Th. Kochsalz; wie viel müssen 500 g Soda liefern?

$$\begin{aligned} 286 : 117 &= 500 : x \\ x &= 205 \text{ g Kochsalz.} \end{aligned}$$

Um nun zu erfahren, wie viel Salzsäure zur Sättigung der vorhandenen 500 g Soda erforderlich ist, müssen wir uns nochmals das Reactionsschema vergegenwärtigen.



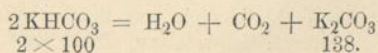
Wir ersehen aus dieser Gleichung, dass zur Umwandlung von 286 Th. kryst. Soda in Kochsalz 73 Th. Salzsäure (HCl) erforderlich sind; wie viel werden also 500 g Soda verbrauchen?

$$\begin{aligned} 286 : 73 &= 500 : x \\ x &= 127 \text{ g HCl.} \end{aligned}$$

Indessen müssen wir uns bewusst bleiben, dass die Verbindung HCl nicht identisch ist mit der von der Pharmacopöe recipirten Salzsäure. Wollten wir diese letztere benutzen, so müssten wir, da sie nur 25% HCl enthält, die gefundenen 127 g mit 4 multipliciren. Wir erreichen also unseren Zweck entweder mit 127 g gasförmiger oder mit 508 g officineller Salzsäure.

11. Wie viel Kaliumcarbonat kann aus 500 g Kaliumbicarbonat gewonnen werden?

Beim Erhitzen geht das Kaliumbicarbonat unter Abgabe von Kohlensäure nach folgender Gleichung in Kaliumcarbonat über:

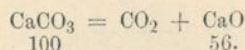


Es werden also 200 Th. Kaliumbicarbonat 138 Th. Kaliumcarbonat liefern; wie viel werden 500 g Kaliumbicarbonat ergeben?

$$\begin{aligned} 200 : 138 &= 500 : x \\ x &= 345 \text{ g Kaliumcarbonat.} \end{aligned}$$

12. Wie viel Aetzkalk kann aus 1000 g Marmor erhalten werden?

Marmor, welcher fast reines Calciumcarbonat ist, geht beim Glühen nach folgender Gleichung in Aetzkalk über:

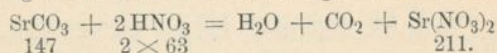


100 Th. Marmor geben daher 56 Th. Aetzkalk; wie viel Aetzkalk geben 1000 g Marmor?

$$\begin{aligned} 100 : 56 &= 1000 : x \\ x &= 560 \text{ g Aetzkalk.} \end{aligned}$$

13. Wie viel Salpetersäure wird gebraucht, um 500 g Strontiumcarbonat in Strontiumnitrat umzuwandeln, und wie viel wird von der letzteren (wasserfreien) Verbindung erhalten?

Die Bildung des Strontiumnitrates erfolgt nach der Gleichung:



Wir ersehen aus derselben, dass 147 Th. Strontiumcarbonat 211 Th. Strontiumnitrat ergeben; wie viel wird aus 500 g Strontiumcarbonat gewonnen werden?

$$\begin{aligned} 147 : 211 &= 500 : x \\ x &= 717 \text{ g Strontiumnitrat.} \end{aligned}$$

Aus derselben Gleichung erfahren wir, dass zur Sättigung von 147 Th. Strontiumcarbonat 126 Th. Salpetersäure (HNO_3) erforderlich sind; wie viel Salpetersäure (HNO_3) werden 500 g Strontiumcarbonat verbrauchen?

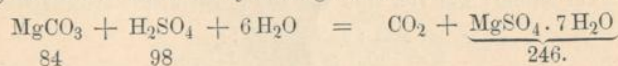
$$\begin{aligned} 147 : 126 &= 500 : x \\ x &= 428 \text{ g HNO}_3. \end{aligned}$$

Wollten wir offic. Salpetersäure anwenden, so müssen wir in Betracht ziehen, dass diese nur 25% HNO_3 enthält; wir müssten also feststellen, in welcher Menge der officinellen Säure 428 g HNO_3 enthalten sind.

$$\begin{aligned} 25 : 100 &= 428 : x \\ x &= 1712 \text{ g offic. Salpetersäure.} \end{aligned}$$

14. Wie viel Magnesiumsulfat (Bittersalz) lässt sich aus 500 g reinem Magnesit gewinnen und wie viel Schwefelsäure wird dazu gebraucht?

Die Reaction zwischen Magnesit und Schwefelsäure geht nach folgender Gleichung und in den unter die Symbole gesetzten Gewichtsverhältnissen vor sich.



Wir erfahren daraus, dass 84 Th. Magnesit 246 Th. krystallisirtes Bittersalz geben; wie viel geben 500 g Magnesit?

$$84 : 246 = 500 : x$$

$$x = 1464 \text{ g Magnesiumsulfat (MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O)}.$$

Aus derselben Gleichung ging hervor, dass 84 Th. Magnesit zur Ueberführung in Magnesiumsulfat 98 Th. Schwefelsäure erforderten; wie viel Schwefelsäure ist für 500 g Magnesit erforderlich?

$$84 : 98 = 500 : x$$

$$x = 583 \text{ g H}_2\text{SO}_4.$$

Die gefundene Zahl 583 bezieht sich aber auf wasserfreie, 100%ige Schwefelsäure. Wenden wir englische Schwefelsäure an, so ist zu berücksichtigen, dass dieselbe nur etwa 95% H_2SO_4 enthält; wir müssen daher $\frac{1}{20}$ der gefundenen Zahl zuzählen und entweder 583 g wasserfreie oder 612 g englische Schwefelsäure (95%) benutzen.

15. Wie viel Zinkchlorid kann aus 300 g Zinkmetall gewonnen werden und wie viel offic. Salzsäure wird dazu nöthig sein?

Die Bildung des Zinkchlorides aus Zink und Salzsäure kann durch nachstehende Gleichung veranschaulicht werden:



Es geben also 65 Th. Zinkmetall 136 Th. Zinkchlorid; wie viel geben 300 g Zinkmetall?

$$65 : 136 = 300 : x$$

$$x = 627 \text{ g Zinkchlorid.}$$

Aus der nämlichen Gleichung ist ersichtlich, dass zur Ueberführung von 65 Th. Zinkmetall in Zinkchlorid 73 Th. Salzsäure HCl erforderlich sind; wie viel Salzsäure ist für 300 g Zinkmetall nöthig?

$$65 : 73 = 300 : x$$

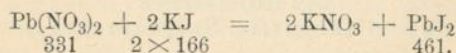
$$x = 337 \text{ g HCl.}$$

Die officinelle Salzsäure aber enthält nur 25% der Verbindung HCl. Wir müssen daher von dieser Säure 4×337 g anwenden.

$$x = 1348 \text{ g Acid. hydrochloric. (25\%).}$$

16. Wie viel Bleijodid kann aus 100 g Bleinitrat erhalten werden; wie viel Jodkalium muss angewendet werden?

Bleijodid bildet sich aus Bleinitrat und Jodkalium nach folgender Gleichung:



331 Th. Bleinitrat geben 461 Th. Bleijodid; wie viel geben 100 Th. Bleinitrat?

$$331 : 461 = 100 : x$$

$$x = 139 \text{ g Bleijodid.}$$

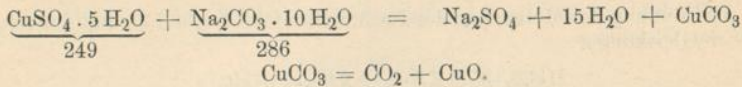
Zur Umwandlung von 331 Th. Bleinitrat in Bleijodid sind 332 (2×166) Th. Jodkalium nöthig; wie viel sind für 100 g Bleinitrat erforderlich?

$$331 : 332 = 100 : x$$

$$x = 100,3 \text{ g Jodkalium.}$$

17. Wie viel kryst. Natriumcarbonat ist erforderlich, um 100 g kryst. Cuprisulfat in Kupferoxyd zu verwandeln und wie viel wird von letzterem erhalten?

Die Umwandlung des Cuprisulfates in Kupferoxyd erfolgt in zwei Phasen. Zuerst wird durch Soda Cupricarbonat gefällt, welches durch schwaches Glühen in Cuprioxyd verwandelt wird. Es ist dabei im Auge zu behalten, dass das Cuprisulfat mit 5 Mol. H_2O krystallisirt, welche bei der Rechnung berücksichtigt werden müssen.



Aus dieser Gleichung ist ersichtlich, dass 249 Th. kryst. Cuprisulfat 286 Th. kryst. Soda erfordern; wie viel ist für 100 g Cuprisulfat nöthig?

$$249 : 286 = 100 : x$$

$$x = 115 \text{ kryst. Natriumcarbonat.}$$

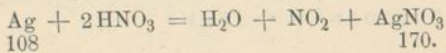
Beim Verfolgen der beiden Gleichungen ergibt sich, dass 249 Th. kryst. Cuprisulfat schliesslich 79 Th. Kupferoxyd liefern; wie viel werden 100 g Cuprisulfat ergeben?

$$249 : 79 = 100 : x$$

$$x = 31,7 \text{ g Kupferoxyd (CuO).}$$

18. Wie viel Silbernitrat lässt sich aus 200 g reinem Silbermetall gewinnen?

Die Umwandlung des Silbers zu Silbernitrat durch Salpetersäure geschieht nach der Gleichung



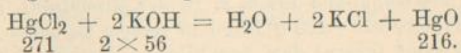
108 Th. Silber liefern also 170 Th. Silbernitrat; wie viel liefern 200 g Silber?

$$108 : 170 = 200 : x$$

$$x = 314 \text{ g Silbernitrat (AgNO}_3\text{).}$$

19. Wie viel Quecksilberoxyd (Hydr. oxydat. v. h. p.) lässt sich aus 250 g Mercurichlorid gewinnen und wie viel offic. Kalilauge wird dabei verbraucht?

Die Bildung des gefällten Quecksilberoxyds aus den genannten Materialien kann durch folgende Gleichung veranschaulicht werden:



Aus derselben ist ersichtlich, dass 271 Th. Mercurichlorid (Sublimat) 216 Th. Quecksilberoxyd ergeben; wie viel wird aus 250 g Mercurichlorid resultiren?

$$271 : 216 = 250 : x$$

$$x = 199 \text{ g Quecksilberoxyd.}$$

Die obige Gleichung zeigt uns ferner, dass zur Ueberführung von 271 Th. Mercurichlorid in Quecksilberoxyd 112 Th. KOH erforderlich sind; wie viel werden für 250 g Mercurichlorid nöthig sein?

$$271 : 112 = 250 : x$$

$$x = 104 \text{ g Kalihydrat KOH.}$$

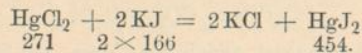
Da die officinelle Kalilauge nur 15% festes Kalihydrat (KOH) enthält, so müssen wir diejenige Menge suchen, in welcher 104 g KOH enthalten sind.

$$15 : 100 = 104 : x$$

$$x = 694 \text{ g Liq. Kali caustici.}$$

20. Es sollen 100 g Mercurijodid (Hydr. bijodat. rbr.) dargestellt werden; wie viel Mercurichlorid und wie viel Jodkalium ist dazu erforderlich?

Die Bildung des Mercurijodides aus Mercurichlorid und Jodkalium erfolgt nach der Gleichung



Wir ersehen aus der Gleichung, dass für 454 Th. Mercurijodid 271 Th. Mercurichlorid erforderlich sind; wie viel Mercurichlorid werden für 100 g Mercurijodid nöthig sein?

$$454 : 271 = 100 : x$$

$$x = 59,6 \text{ g Mercurichlorid HgCl}_2.$$

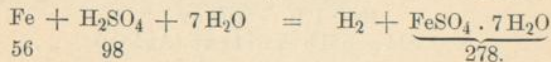
Für 454 Th. Mercurijodid waren ferner 332 Th. Jodkalium erforderlich; wie viel werden für 100 g Mercurijodid gebraucht werden?

$$454 : 332 = 100 : x$$

$$x = 73 \text{ g Jodkalium.}$$

21. Es sollen 1000 g krystall. Ferrosulfat dargestellt werden; wie viel Eisendraht und wie viel engl. Schwefelsäure wird gebraucht werden?

Die Auflösung des Eisens in Schwefelsäure bezw. die Bildung des Eisensulfates kann durch folgende Gleichung veranschaulicht werden:



Die Formel zeigt, dass 278 Th. kryst. Ferrosulfat aus 56 Th. Eisenmetall entstanden sind; aus wie viel entstehen 1000 g?

$$278 : 56 = 1000 : x$$

$$x = 201 \text{ g metall. Eisen.}$$

Da jedoch das technische Eisen, z. B. der Eisendraht, nie ganz rein ist, wird es sich empfehlen, 210–220 g Eisen in Arbeit zu nehmen.

Die Formel zeigt ferner, dass zur Bildung von 278 Th. krystall. Ferrosulfat 98 Th. H_2SO_4 nöthig sind; wie viel H_2SO_4 sind für 1000 g Ferrosulfat erforderlich?

$$278 : 98 = 1000 : x$$

$$x = 353 \text{ g H}_2\text{SO}_4.$$

Da jedoch die engl. Schwefelsäure nur etwa 95% H_2SO_4 enthält, so müssen wir der Zahl 353 den zwanzigsten Theil, also 18 zuzählen und 371 g engl. Schwefelsäure anwenden.

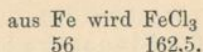
22. Wie viel Eisen müssen wir auflösen, um 2000 g Liquor ferri sesquichlorati zu bekommen?

Der Liquor Ferri sesquichlorati enthält etwa 30% wasserfreies Eisenchlorid. Es werden daher 2000 g wie viel enthalten?

$$100 : 30 : 2000 : x$$

$$x = 600 \text{ g wasserfreies Eisenchlorid FeCl}_3.$$

Die Gewinnung des Eisenchlorids läuft daraus hinaus, dass Eisen chlorirt wird;



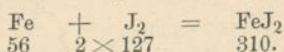
Es setzen also 162,5 Th. FeCl₃ 56 Th. Fe voraus; wie viel Eisen wird 600 g FeCl₃ entsprechen?

$$162,5 : 56 = 600 : x$$

$$x = 207 \text{ g metall. Eisen.}$$

23. Es sollen 50 g Ferrum jodatum dargestellt werden. Wie viel Jod und Eisen muss angewendet werden?

Die Bildung des Eisenjodürs geht nach folgender Gleichung vor sich:



Es ergibt sich aus dieser Gleichung, dass zur Erlangung von 310 Th. Eisenjodür 56 Th. Eisen erforderlich sind; wie viel Eisen ist für 50 g Eisenjodür nöthig?

$$310 : 56 = 50 : x$$

$$x = 9,1 \text{ g Eisen.}$$

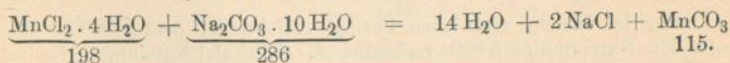
Es sind ferner für 310 Th. Eisenjodür 254 Th. Jod erforderlich; wie viel Jod wird für 50 g Eisenjodür verwendet werden müssen?

$$310 : 254 = 50 : x$$

$$x = 40,9 \text{ g Jod.}$$

24. Es sollen 100 g Mangancarbonat dargestellt werden. Wie viel Manganchlorid und kryst. Soda ist dazu nöthig?

Die Umsetzung des mit 4 Mol. H₂O krystallisirenden Manganchlorürs mit krystall. Soda erfolgt nach der Gleichung



Es sind daher zur Bildung von 115 Th. Mangancarbonat 198 Th. Manganchlorür erforderlich. Wie viel Manganchlorür sind für 100 g Mangancarbonat nöthig?

$$115 : 198 = 100 : x$$

$$x = 172 \text{ g Manganchlorür MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O.}$$

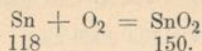
Aus derselben Gleichung ist ersichtlich, dass zur Umsetzung von 198 Th. Manganchlorür 286 Th. kryst. Soda nöthig sind; wie viel wird für 172 g Manganchlorür verwendet werden müssen?

$$198 : 286 = 172 : x$$

$$x = 249 \text{ g kryst. Soda Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O.}$$

25. Wie viel Zinnasche (SnO₂) kann aus 500 g Zinnmetall gewonnen werden?

Die Bildung der Zinnasche aus Zinn lässt sich durch folgende Gleichung veranschaulichen:

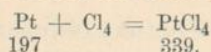


Es entstehen also aus 118 Th. Zinnmetall 150 Th. Zinnasche; wie viel Zinnasche bildet sich aus 500 g Zinnmetall?

$$\begin{array}{l} 118 : 150 = 500 : x \\ x = 635 \text{ Zinnasche SnO}_2. \end{array}$$

26. Wie viel trockenes Platinchlorid ist aus 30 g Platinmetall zu erhalten?

Die Bildung des Platinchlorids aus Platin erfolgt nach der Gleichung



Es ergeben 197 Th. Platinmetall 339 Th. Platinchlorid. Wie viel Platinchlorid entsteht aus 30 g Platinmetall?

$$\begin{array}{l} 197 : 339 = 30 : x \\ x = 51,6 \text{ Platinchlorid PtCl}_4. \end{array}$$

27. Es sollen 200 g Natrium benzoicum dargestellt werden. Wie viel Benzoësäure und wie viel Natriumbicarbonat ist anzuwenden?

Die Bildung des Natriumbenzoates ist durch nachfolgende Gleichung zu veranschaulichen:



Aus dieser Formel ergibt sich, dass zur Bildung von 162 Th. Natriumbenzoat 122 Th. Benzoësäure erforderlich sind. Wie viel Benzoësäure ist zur Darstellung von 200 g Natriumbenzoat anzuwenden?

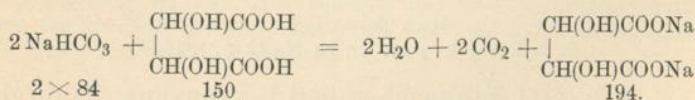
$$\begin{array}{l} 162 : 122 = 200 : x \\ x = 151 \text{ g Benzoësäure C}_6\text{H}_5 \cdot \text{COOH}. \end{array}$$

Ferner ist aus der nämlichen Formel ersichtlich, dass 122 Th. Benzoësäure 84 Th. Natriumbicarbonat verbrauchen. Wie viel Natriumbicarbonat ist für 151 g Benzoësäure nöthig?

$$\begin{array}{l} 122 : 84 = 151 : x \\ x = 104 \text{ g Natriumbicarbonat NaHCO}_3. \end{array}$$

28. Wie viel Weinsäure erfordern 2g Natriumbicarbonat zur Sättigung?

Die Sättigung des Natriumbicarbonates durch Weinsäure wird durch folgendes Schema veranschaulicht:



Es zeigt sich, dass 168 Th. Natriumbicarbonat 150 Th. Weinsäure zur

Neutralisation bedürfen; wie viel Weinsäure ist für 2 g Natriumbicarbonat erforderlich?

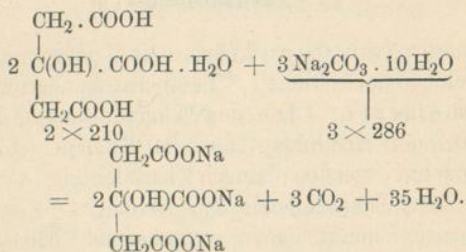
$$168 : 150 = 2 : x$$

$$x = 1,8 \text{ g Weinsäure.}$$

Die englischen Brausepulver des Arzneibuches enthalten also einen geringen Ueberschuss an Natriumbicarbonat.

29. Wie viel kryst. Natriumcarbonat ist erforderlich, um 4 g Citronensäure zu neutralisiren?

Die Neutralisation der Citronensäure durch kohlensaures Natrium erfolgt nach folgender Gleichung. Bei Aufstellung derselben ist im Auge zu behalten, dass die Citronensäure eine dreibasische Säure ist, und dass sie mit 1 Mol. Wasser krystallisirt. Ferner darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass der krystall. Soda die Formel $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ zukommt. Mit Berücksichtigung dieser Thatsachen wird also der Neutralisationsvorgang durch folgende Formel auszudrücken sein:



Es ergibt sich daraus, dass 420 Th. Citronensäure von 858 Th. krystall. Natriumcarbonat gesättigt werden. Wie viel Natriumcarbonat ist zur Sättigung von 4 g Citronensäure erforderlich?

$$420 : 858 = 4 : x$$

$$x = 8,2 \text{ g kryst. Natriumcarbonat.}$$

Die *Potio Riveri* enthält daher eine geringe Menge Natriumcarbonat mehr, als zur Sättigung der Citronensäure erforderlich wäre.

Für die angeführten Beispiele sind durchweg abgerundete Atomgewichtszahlen benutzt worden. Die sich dadurch ergebenden Differenzen sind so gering, dass sie für unsere Zwecke vernachlässigt werden können. Für diese Lizenz war ausserdem der Umstand maassgebend, dass die meisten practischen Werke ihren Berechnungen die gleichen abgerundeten Zahlen zu Grunde legen.