

Stöchiometrische Berechnungen.

Unter Stöchiometrie — von στοιχείον Grundstoff und μέτρον 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 Bestandteile 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 Reaktionen (Verbindungen oder Trennungen) erfolgen stets nach unabänderlichen Gewichtsverhältnissen oder Multiplen derselben.

Wenn dieser Satz vollkommen richtig ist, und das Gegenteil 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 Verhältnis die bei der Scheidung eines Körpers sich ergebenden einfacheren Bestandteile 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 Tat für alle Körper wird erreicht werden.

Die stöchiometrischen Berechnungen setzen neben der absoluten Vertrautheit im Rechnen, namentlich mit der Regeldetri und mit Dezimalbrüchen, eine vollkommene Kenntnis der einschlägigen Reaktionen voraus. In allen Fällen geht man am sichersten zu Werke, wenn man sich zunächst die Fragestellung durchaus klar macht, alsdann 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 addieren:

$$\begin{array}{r} \text{Cl} = 35,45 \\ \text{H} = 1,01 \\ \hline 36,46 = \text{Molekulargewicht von HCl.} \end{array}$$

In gleicher Weise berechnet sich das Molekulargewicht der Schwefelsäure H_2SO_4 zu 98,08

$$\begin{array}{r} \text{H}_2 = 2,02 \\ \text{S} = 32,06 \\ \text{O}_4 = 64 \\ \hline 98,08 \end{array}$$

das des kohlensauren Natriums Na_2CO_3 zu 106,10

$$\begin{array}{r} \text{Na}_2 = 46,10 \\ \text{C} = 12 \\ \text{O}_3 = 48 \\ \hline 106,10 \end{array}$$

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 arbeiten, welche wir durch die Zahlen ausdrücken. Wenn wir beispielsweise durch Rechnung finden, daß wir zu irgend einer Operation 36,46 g Salzsäure HCl bedürfen, so müssen wir im Gedächtnis behalten, daß die Verbindung HCl gasförmige Salzsäure ist, von welcher unsere offiz. Salzsäure nur 25% enthält. Wir müssen daher zur Erlangung eines richtigen Resultates die vierfache Menge der officinellen Säure, also 145,84 g, anwenden, denn erst diese Menge enthält 36,46 g der Verbindung HCl .

Haben wir ferner bei irgend einer Operation 106,10 g Natriumkarbonat Na_2CO_3 anzuwenden, so würden wir einen Fehler begehen, wenn wir etwa 106,10 g der kristallisierten Soda anwenden wollten. Diese kristallisiert mit 10 Mol. Wasser ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$) und erst 286,3 g derselben enthalten 106,1 g der Verbindung Na_2CO_3 .

Für die im nachfolgenden angeführten Beispiele sind die auf S. 15 dieses Buches wiedergegebenen revidierten Atomgewichte benützt worden. Die Rechnungen werden durch Anwendung gebrochener Zahlen freilich etwas umständlicher, indessen sind diese Atomgewichte einmal von dem Arzneibuche vorgeschrieben, sie müssen also, wenn man nicht in unabsehbare Schwierigkeiten geraten will, auch angewendet werden. — Uebrigens gewöhnt sich der Schüler auch leicht an das Rechnen mit mehrstelligen Zahlen und endlich kann er seine Rechnungen wesentlich vereinfachen durch Benützung der Logarithmen. Wir würden es für einen offenbaren Gewinn erachten, wenn die jüngeren Fachgenossen durch die „revidierten Atomgewichte“ mehr als bisher angeregt werden würden, das Rechnen mit Logarithmen zu pflegen.

Beispiele.

1. Wieviel Kochsalz und Schwefelsäure wird gebraucht, um 1000 g offizineller Salzsäure darzustellen?

Die offiz. 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 Moleküls Kochsalz voraus. Wir berechnen also zunächst, wieviel Kochsalz wir für 250 g HCl bedürfen.

$$\begin{array}{l} \text{HCl} : \text{NaCl} = 250 : x \\ 36,46 \quad 58,5 \\ x = 401 \text{ g Kochsalz.} \end{array}$$

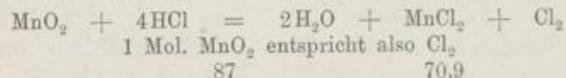
Nachdem wir diese Zahl gefunden, ist es uns eine geringe Mühe, zu berechnen, wieviel Schwefelsäure wir für die 401 g Kochsalz anwenden müssen.

$$\begin{array}{l} \text{NaCl} : \text{H}_2\text{SO}_4 = 401 : x \\ 58,5 \quad 98,08 \\ x = 672 \text{ g H}_2\text{SO}_4. \end{array}$$

Die gefundene Zahl 672 bezieht sich aber auf wasserfreie, 100%ige Schwefelsäure; benützen 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 $\frac{1}{19}$ der 672 g, also etwa 36 g zuzählen müssen, mithin 401 g Kochsalz und 708 g englische Schwefelsäure anwenden.

2. Wieviel Liter 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:

$$\begin{array}{l} \text{MnO}_2 : \text{Cl}_2 = 100 : x \\ 87 \quad 70,9 \\ x = 81,5 \text{ g Chlor.} \end{array}$$

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 25,7 Litern entsprechen.

Die angestellte Rechnung aber bezieht sich auf ganz reines, 100%iges Mangan-superoxyd. Der Braunstein des Handels enthält jedoch in der Regel nur 60% MnO_2 . Wir werden daher unsere Rechnung dahin modifizieren müssen, daß wir entweder für die Zahl 100 in der obigen Gleichung direkt 60 einsetzen oder das Resultat auf 60%igen Braunstein umrechnen. 100%iges MnO_2 würde uns 81,5 g Chlor geben, wieviel 60%iges?

$$100 : 81,5 = 60 : x$$

$$x = 48,90 \text{ g Chlor.}$$

$$48,90 \text{ g Chlor} = 15,4 \text{ Liter bei 760 mm B. und } 0^\circ \text{ C.}$$

3. Wieviel Kaliumbromid wird aus 200 g Brom erhalten?

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

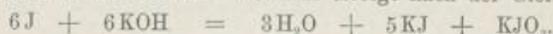
$$\text{Br} : \text{KBr} = 200 : x$$

$$79,96 \quad 119,11$$

$$x = 298 \text{ g Kaliumbromid.}$$

4. Wieviel Jod werden wir für 100 g festes Aetzkali brauchen und wieviel Kaliumjodid wird gewonnen werden?

Die Reaktion zwischen Jod und Aetzkali erfolgt nach der Gleichung:



Das gebildete jodsäure Kalium wird durch Glühen mit Kohle gleichfalls in Kaliumjodid umgewandelt, so daß schließlich aus 6KOH mit 6J auch 6KJ resultieren. Wir machen daher nachstehenden Ansatz:

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

$$56,16 \quad 126,85$$

$$x = 226 \text{ g Jod.}$$

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

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

$$56,16 \quad 166$$

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

5. Wieviel 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:

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

$$32,06 \quad 64,06$$

$$x = 199,8 \text{ g Schwefligsäureanhydrid.}$$

6. Wieviel officinelle Salpetersäure läßt sich aus 1 kg Natronsalpeter gewinnen?

Die Salpetersäure wird durch Destillation von Natronsalpeter mit Schwefelsäure gewonnen.



$$85,09$$

$$63,05$$

85,09 Tl. Natronsalpeter ergeben 63,05 Tl. Salpetersäure; diejenige Menge HNO_3 , welche aus 1000 g Natronsalpeter erhalten werden kann, erfahren wir durch nachstehende Rechnung:

$$85,09 : 63,05 = 1000 : x$$

$$x = 741 \text{ g } \text{HNO}_3.$$

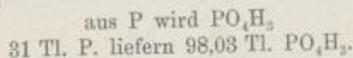
Die Salpetersäure des Arzneibuches ist aber nicht wasserfreie Salpetersäure von der Formel HNO_3 , sondern sie ist eine Auflösung von 25 Tl. dieser Verbindung in 75 Tl. Wasser; wir müssen daher berechnen, wie viel 25%ige Säure 741 g der Verbindung HNO_3 ergeben.

$$25 : 100 = 741 : x$$

$$x = 2964 \text{ g Acidum nitricum (25\%).}$$

7. Wieviel officinelle Phosphorsäure läßt sich aus 100 g Phosphor gewinnen?

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



Wir berechnen nun, wieviel PO_4H_3 100 g Phosphor liefern müssen.

$$\begin{array}{l} \text{P : } \text{PO}_4\text{H}_3 = 100 \text{ g P : } x \\ 31 : 98,03 = 100 : x \\ x = 316 \text{ g } \text{PO}_4\text{H}_3. \end{array}$$

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.

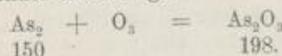
$$25 : 100 = 316 : x$$

$$x = 1264 \text{ g Phosphorsäure (von 25\%).}$$

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

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

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



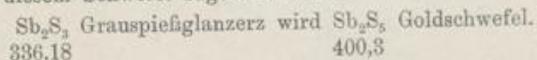
Es geben also 150 Tl. Arsenmetall 198 Tl. Arsenigsäureanhydrid; wieviel geben 50 g Arsenmetall?

$$150 : 198 = 50 : x$$

$$x = 66 \text{ g Arsenigsäureanhydrid (As}_2\text{O}_3\text{).}$$

9. Wieviel 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 336,18 Tl. Grauspießglanzerz 400,3 Tl. Goldschwefel; wieviel ergeben 500 g Grauspießglanzerz?

$$336,18 : 400,3 = 500 : x$$

$$x = 595 \text{ g Goldschwefel.}$$

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 Schlipfeschen Salzes die Mutterlaugen, um vorhandenes Arsen zu beseitigen, weggegossen werden.

10. Wieviel Kochsalz kann aus 500 g kristallisierter Soda erhalten werden und wieviel officinelle Salzsäure wird dazu gebraucht?

Bei dieser Berechnung ist im Auge zu behalten, daß die Soda mit 10 Mol. Wasser kristallisiert. Ihre Zusammensetzung wird durch die Formel $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ausgedrückt, ihr Molekulargewicht ist daher = 286,3. — Wir berechnen zuerst, wie viel Kochsalz erhalten werden wird. Der Reaktionsvorgang läßt sich durch folgende Gleichung ausdrücken:



286,3 Tl. Soda liefern also 117 Tl. Kochsalz; wieviel müssen 500 g Soda liefern?

$$\begin{aligned} 286,3 : 117 &= 500 : x \\ x &= 204 \text{ g Kochsalz.} \end{aligned}$$

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



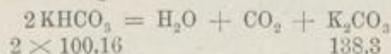
Wir ersehen aus dieser Gleichung, daß zur Umwandlung von 286,3 Tl. krist. Soda in Kochsalz 72,92 Tl. Salzsäure (HCl) erforderlich sind; wieviel werden also 500 g Soda verbrauchen?

$$\begin{aligned} 286,3 : 72,92 &= 500 : x \\ x &= 127,4 \text{ g HCl.} \end{aligned}$$

Indessen müssen wir uns bewußt bleiben, daß die Verbindung HCl nicht identisch ist mit der von dem Arzneibuch aufgenommenen Salzsäure. Wollen wir diese letztere benützen, so müssen wir, da sie nur 25% HCl enthält, die gefundenen 127,4 g mit 4 multiplizieren. Wir erreichen also unseren Zweck entweder mit 127,4 g gasförmiger oder mit 509,6 g officineller Salzsäure.

11. Wieviel Kaliumkarbonat kann aus 500 g Kaliumbikarbonat gewonnen werden?

Beim Erhitzen geht das Kaliumbikarbonat unter Abgabe von Kohlensäure und Wasser nach folgender Gleichung in Kaliumkarbonat über:



Es werden also 200,32 Tl. Kaliumbikarbonat 138,3 Tl. Kaliumkarbonat liefern; wieviel werden 500 g Kaliumbikarbonat ergeben?

$$\begin{aligned} 200,32 : 138,3 &= 500 : x \\ x &= 345 \text{ g Kaliumkarbonat.} \end{aligned}$$

12. Was bedeutet die Prüfungsvorschrift des Arzneibuches bei Kali causticum fustum: „Kocht man eine Lösung von 1 g Kaliumhydroxyd in 10 ccm Wasser mit 15 ccm Kalkwasser und filtriert, so soll das Filtrat, in überschüssige Salpetersäure gegossen, Gasblasen nicht entwickeln?“

Diese Prüfungsvorschrift soll den Gehalt des Kaliumhydroxyds an Kaliumkarbonat begrenzen. Etwa vorhandenes Kaliumkarbonat nämlich setzt sich mit dem Calciumhydroxyd des Kalkwassers nach folgender Gleichung um:



Da (nach S. 536) 15 ccm Kalkwasser = 0,0222–0,0249 g Calciumhydroxyd enthalten, so hätte man folgende Ansätze zu machen:

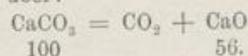
$$\text{a) } 74,02 : 138,3 = 0,0222 : x \quad x = 0,0415 \text{ g K}_2\text{CO}_3$$

$$\text{b) } 74,02 : 138,3 = 0,0249 : x \quad x = 0,0465 \text{ g "}$$

Da diese Mengen in 1,0 g Kaliumhydroxyd enthalten sein dürfen, so ergibt sich für dieses ein zulässiger Höchstgehalt von 4,15—4,65% Kaliumkarbonat.

13. Wieviel Aetzkalk kann aus 1000 g Marmor erhalten werden?

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

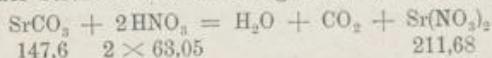


100 Tl. Marmor geben daher 56 Tl. Aetzkalk; wieviel Aetzkalk geben 1000 g Marmor?

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

14. Wieviel Salpetersäure wird gebraucht, um 500 g Strontiumkarbonat in Strontiumnitrat umzuwandeln, und wieviel wird von der letzteren (wasserfreien) Verbindung erhalten?

Die Bildung des Strontiumnitrates erfolgt nach der Gleichung:



Wir ersehen aus derselben, daß 147,6 Tl. Strontiumkarbonat 211,68 Tl. Strontiumnitrat ergeben; wieviel wird aus 500 g Strontiumkarbonat gewonnen werden?

$$\begin{array}{l} 147,6 : 211,68 = 500 : x \\ x = 717 \text{ g Strontiumnitrat.} \end{array}$$

Aus derselben Gleichung erfahren wir, daß zur Sättigung von 147,6 Tl. Strontiumkarbonat 126,1 Tl. Salpetersäure (HNO₃) erforderlich sind; wieviel Salpetersäure (HNO₃) werden 500 g Strontiumkarbonat verbrauchen?

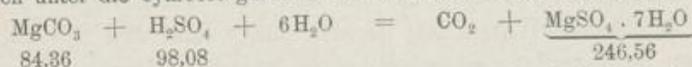
$$\begin{array}{l} 147,6 : 126,1 = 500 : x \\ x = 427 \text{ g HNO}_3. \end{array}$$

Wollen wir offiz. Salpetersäure anwenden, so müssen wir in Betracht ziehen, daß diese nur 25% HNO₃ enthält; wir müßten also feststellen, in welcher Menge der officinellen Säure 427 g HNO₃ enthalten sind.

$$\begin{array}{l} 25 : 100 = 427 : x \\ x = 1708 \text{ g offiz. Salpetersäure.} \end{array}$$

15. Wieviel Magnesiumsulfat (Bittersalz) läßt sich aus 500 g reinem Magnesit gewinnen, und wieviel Schwefelsäure wird dazu gebraucht?

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



Wir erfahren daraus, daß 84,36 Tl. Magnesit 246,56 Tl. kristallisiertes Bittersalz geben; wieviel geben 500 g Magnesit?

$$\begin{array}{l} 84,36 : 246,56 = 500 : x \\ x = 1461 \text{ g Magnesiumsulfat (MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O).} \end{array}$$

Aus derselben Gleichung ging hervor, daß 84,36 Tl. Magnesit zur Ueberführung in Magnesiumsulfat 98,08 Tl. Schwefelsäure erforderten; wieviel Schwefelsäure ist für 500 g Magnesit erforderlich?

$$\begin{array}{l} 84,36 : 98,08 = 500 : x \\ x = 582 \text{ g H}_2\text{SO}_4. \end{array}$$

Die gefundene Zahl 582 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 $\frac{1}{19}$ der gefundenen Zahl zu zählen und entweder 582 g wasserfreie oder 613 g englische Schwefelsäure (von 95%) benutzen.

16. Wieviel Zinkchlorid kann aus 300 g Zinkmetall gewonnen werden, und wieviel officinelle Salzsäure wird dazu nötig sein?

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



Es geben also 65,4 Tl. Zinkmetall 136,3 Tl. Zinkchlorid; wieviel geben 300 g Zinkmetall?

$$\begin{array}{l} 65,4 : 136,3 = 300 : x \\ x = 625 \text{ g Zinkchlorid.} \end{array}$$

Aus der nämlichen Gleichung ist ersichtlich, daß zur Ueberführung von 65,4 Tl. Zinkmetall in Zinkchlorid 72,92 Tl. Salzsäure HCl erforderlich sind; wieviel Salzsäure ist für 300 g Zinkmetall nötig?

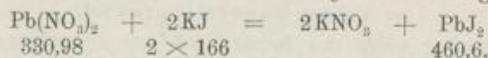
$$\begin{array}{l} 65,4 : 72,92 = 300 : x \\ x = 334,5 \text{ g HCl.} \end{array}$$

Die officinelle Salzsäure aber enthält nur 25% der Verbindung HCl. Wir müssen daher von dieser Säure $4 \times 334,5$ g anwenden.

$$x = 1338 \text{ g Acid. hydrochloric. (25\%).}$$

17. Wieviel Bleijodid kann aus 100 g Bleinitrat erhalten werden; wieviel Kaliumjodid muß angewendet werden?

Bleijodid entsteht aus Bleinitrat und Kaliumjodid nach folgender Gleichung:



330,98 Tl. Bleinitrat geben 460,6 Tl. Bleijodid; wieviel geben 100 Tl. Bleinitrat?

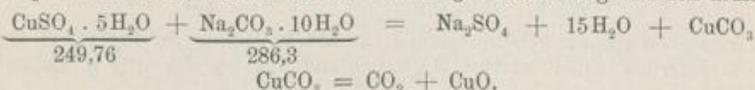
$$\begin{array}{l} 330,98 : 460,6 = 100 : x \\ x = 139 \text{ g Bleijodid.} \end{array}$$

Zur Umwandlung von 330,98 Tl. Bleinitrat in Bleijodid sind 332 (2×166) Tl. Kaliumjodid nötig; wieviel sind für 100 g Bleinitrat erforderlich?

$$\begin{array}{l} 330,98 : 332 = 100 : x \\ x = 100,3 \text{ g Kaliumjodid.} \end{array}$$

18. Wieviel krist. Natriumkarbonat ist erforderlich, um 100 g krist. Cuprisulfat in Kupferoxyd zu verwandeln und wieviel wird von letzterem erhalten?

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



Aus dieser Gleichung ist ersichtlich, daß 249,76 Tl. krist. Cuprisulfat 286,3 Tl. krist. Soda erfordern; wieviel ist für 100 g Cuprisulfat nötig?

$$249,76 : 286,3 = 100 : x$$

$$x = 115 \text{ g krist. Natriumkarbonat.}$$

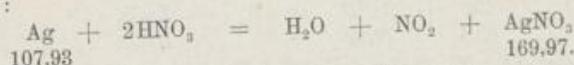
Beim Verfolgen der beiden Gleichungen ergibt sich, daß 249,76 Tl. krist. Cuprisulfat schließlich 79,6 Tl. Kupferoxyd liefern; wieviel werden 100 g Cuprisulfat ergeben?

$$249,76 : 79,6 = 100 : x$$

$$x = 31,8 \text{ g Kupferoxyd (CuO).}$$

19. Wieviel Silbernitrat läßt sich aus 200 g reinem Silbermetall gewinnen?

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



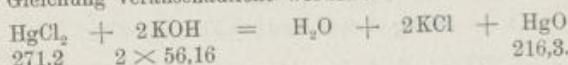
107,93 Tl. Silber liefern also 169,97 Tl. Silbernitrat; wieviel liefern 200 g Silber?

$$107,93 : 169,97 = 200 : x$$

$$x = 314,9 \text{ g Silbernitrat (AgNO}_3\text{).}$$

20. Wieviel Quecksilberoxyd (Hydr. oxydat. v. h. p.) läßt sich aus 250 g Merkurichlorid gewinnen und wieviel 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 271,2 Tl. Merkurichlorid (Sublimat) = 216,3 Tl. Quecksilberoxyd ergeben; wieviel wird aus 250 g Merkurichlorid resultieren?

$$271,2 : 216,3 = 250 : x$$

$$x = 199,4 \text{ g Quecksilberoxyd.}$$

Die obige Gleichung zeigt uns ferner, daß zur Ueberführung von 271,2 Tl. Merkurichlorid in Quecksilberoxyd 112,32 Tl. KOH erforderlich sind; wieviel werden für 250 g Merkurichlorid nötig sein?

$$271,2 : 112,32 = 250 : x$$

$$x = 103,5 \text{ g Kalihydrat (KOH).}$$

Da die officinelle Kalilauge nur 15% festes Kalihydrat (KOH) enthält, so müssen wir diejenige Menge suchen, in welcher 103,5 g KOH enthalten sind.

$$15 : 100 = 103,5 : x$$

$$x = 690 \text{ g Liquor Kali caustici.}$$

21. Es sollen 100 g Merkurijodid (Hydr. bijodat. rbr.) dargestellt werden; wieviel Merkurichlorid und wieviel Kaliumjodid ist dazu erforderlich?

Die Bildung des Merkurijodides aus Merkurichlorid und Kaliumjodid erfolgt nach der Gleichung:



Wir ersehen aus der Gleichung, daß für 454 Tl. Merkurijodid 271,2 Tl. Merkurichlorid erforderlich sind; wieviel Merkurichlorid werden für 100 g Merkurijodid nötig sein?

$$454 : 271,2 = 100 : x$$

$$x = 59,74 \text{ g Merkurichlorid HgCl}_2.$$

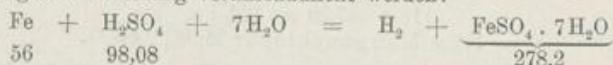
Für 454 Tl. Merkurijodid waren ferner 332 Tl. Kaliumjodid erforderlich; wieviel werden für 100 g Merkurijodid gebraucht werden?

$$454 : 332 = 100 : x$$

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

22. Es sollen 1000 g kristall. Ferrosulfat dargestellt werden; wieviel Eisendraht und wieviel 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 278,2 Tl. krist. Ferrosulfat aus 56 Tl. Eisenmetall entstanden sind; aus wieviel entstehen 1000 g?

$$278,2 : 56 = 1000 : x$$

$$x = 201,3 \text{ g metall. Eisen.}$$

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 278,2 Tl. kristall. Ferrosulfat 98,08 Tl. H_2SO_4 nötig sind; wie viel H_2SO_4 sind für 1000 g Ferrosulfat erforderlich?

$$278,2 : 98,08 = 1000 : x$$

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

Da jedoch die engl. Schwefelsäure nur etwa 95% H_2SO_4 enthält, so müssen wir der Zahl 353 den neunzehnten Teil, also 19 zuzählen und 372 g engl. Schwefelsäure anwenden.

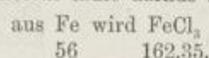
23. Wieviel Eisen müssen wir auflösen, um 2000 g Liquor Ferri sesquichlorati zu bekommen?

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

$$100 : 30 : 2000 : x$$

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

Die Gewinnung des Eisenchlorids läuft daraus hinaus, daß Eisen chloriert wird:



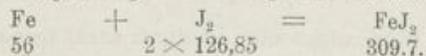
Es setzen also 162,35 Tl. FeCl_3 , 56 Tl. Fe voraus; wieviel Eisen wird 600 g FeCl_3 entsprechen?

$$162,35 : 56 = 600 : x$$

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

24. Es sollen 50 g Ferrum jodatum dargestellt werden. Wieviel 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 309,7 Tl. Eisenjodür 56 Tl. Eisen erforderlich sind; wieviel Eisen ist für 50 g Eisenjodür nötig?

$$309,7 : 56 = 50 : x$$

$$x = 9,04 \text{ g Eisen.}$$

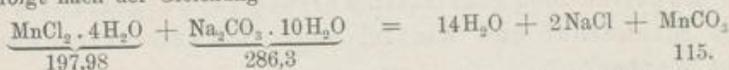
Es sind ferner für 309,7 Tl. Eisenjodür 253,7 Tl. Jod erforderlich; wieviel Jod wird für 50 g Eisenjodür verwendet werden müssen?

$$309,7 : 253,7 = 50 : x$$

$$x = 40,96 \text{ g Jod.}$$

25. Es sollen 100 g Mangankarbonat dargestellt werden. Wieviel Manganchlorür und krist. Soda ist dazu nötig?

Die Umsetzung des mit 4 Mol. H_2O kristallisierenden Manganchlorürs mit kristall. Soda erfolgt nach der Gleichung



Es sind daher zur Bildung von 115 Tl. Mangankarbonat 197,98 Tl. Manganchlorür erforderlich. Wieviel Manganchlorür sind für 100 g Mangankarbonat nötig?

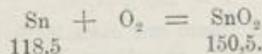
$$115 : 197,98 = 100 : x \\ x = 172 \text{ g Manganchlorür } MnCl_2 \cdot 4H_2O.$$

Aus derselben Gleichung ist ersichtlich, daß zur Umsetzung von 197,98 Tl. Manganchlorür 286,3 Tl. krist. Soda nötig sind; wieviel wird für 172 g Manganchlorür verwendet werden müssen?

$$197,98 : 286,3 = 172 : x \\ x = 249 \text{ g krist. Soda } Na_2CO_3 \cdot 10H_2O.$$

26. Wieviel Zinnasche (SnO_2) kann aus 500 g Zinnmetall gewonnen werden?

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

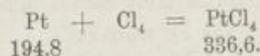


Es entstehen also aus 118,5 Tl. Zinnmetall = 150,5 Tl. Zinnasche; wieviel Zinnasche bildet sich aus 500 g Zinnmetall?

$$118,5 : 150,5 = 500 : x \\ x = 635 \text{ g Zinnasche } SnO_2.$$

27. Wieviel trockenes Platinchlorid ist aus 30 g Platinmetall zu erhalten?

Die Bildung des Platinchlorids aus Platin erfolgt nach der Gleichung



Es ergeben 194,8 Tl. Platinmetall 336,6 Tl. Platinchlorid. Wieviel Platinchlorid entsteht aus 30 g Platinmetall?

$$194,8 : 336,6 = 30 : x \\ x = 51,84 \text{ g Platinchlorid } PtCl_4.$$

28. Es sollen 200 g Natrium benzoicum dargestellt werden. Wieviel Benzoesäure und wieviel Natriumbikarbonat ist anzuwenden?

Die Bildung des Natriumbenzoates ist durch nachfolgende Gleichung zu veranschaulichen:



Aus dieser Formel ergibt sich, daß zur Bildung von 162,12 Tl. Natriumbenzoat 122,06 Tl. Benzoesäure erforderlich sind. Wieviel Benzoesäure ist zur Darstellung von 200 g Natriumbenzoat anzuwenden?

$$162,12 : 122,06 = 200 : x \\ x = 151 \text{ g Benzoesäure } C_6H_5 \cdot COOH.$$

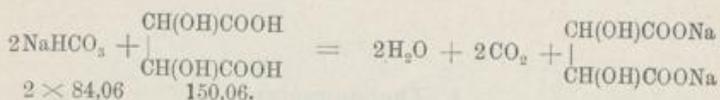
Ferner ist aus der nämlichen Formel ersichtlich, daß 122,06 Tl. Benzoesäure 84,06 Tl. Natriumbikarbonat verbrauchen. Wieviel Natriumbikarbonat ist für 151 g Benzoesäure nötig?

$$122,06 : 84,06 = 151 : x$$

$$x = 104 \text{ g Natriumbikarbonat } \text{NaHCO}_3.$$

29. Wieviel Weinsäure erfordern 2 g Natriumbikarbonat zur Sättigung?

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



Es zeigt sich, daß 168,12 Tl. Natriumbikarbonat 150,06 Tl. Weinsäure zur Neutralisation bedürfen; wieviel Weinsäure ist für 2 g Natriumbikarbonat erforderlich?

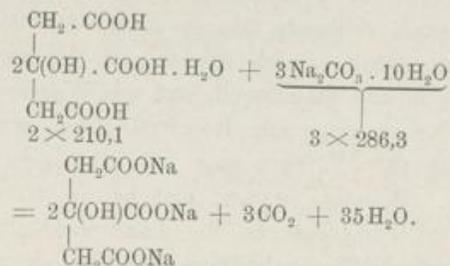
$$168,12 : 150,06 = 2 : x$$

$$x = 1,8 \text{ g Weinsäure.}$$

Die englischen Brausepulver des Arzneibuches enthalten also einen geringen Ueberschuß an Natriumbikarbonat.

30. Wieviel krist. Natriumkarbonat ist erforderlich, um 4 g Zitronensäure zu neutralisieren?

Die Neutralisation der Zitronensäure durch Natriumkarbonat erfolgt nach folgender Gleichung. Bei Aufstellung derselben ist im Auge zu behalten, daß die Zitronensäure eine dreibasische Säure ist, und daß sie mit 1 Mol. Wasser kristallisiert. Ferner darf nicht außer acht gelassen werden, daß der kristall. Soda die Formel $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ zukommt. Mit Berücksichtigung dieser Tatsachen wird also der Neutralisationsvorgang durch folgende Formel auszudrücken sein:



Es ergibt sich daraus, daß 420,2 Tl. Zitronensäure von 858,9 Tl. kristall. Natriumkarbonat gesättigt werden. Wieviel Natriumkarbonat ist zur Sättigung von 4 g Zitronensäure erforderlich?

$$420,2 : 858,9 = 4 : x$$

$$x = 8,17 \text{ g krist. Natriumkarbonat.}$$

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