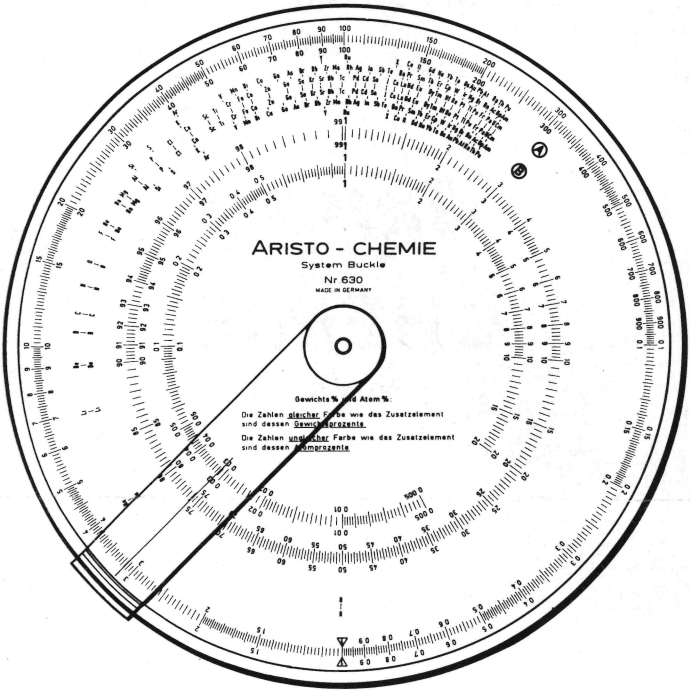
GEBRAUCHSANLEITUNG

ARISTO CHEMIE

Nr. 630

DENNERT & PAPE · ARISTO-WERKE · HAMBURG

Rechenscheibe ARISTO-CHEMIE Nr. 630



Die Rechenscheibe ARISTO-Chemie bewährt sich bei allen Rechnungen mit Atom- und Molekulargewichten. Während alle bisher bekannten Sonderrechenstäbe für Chemiker nur spezielle Marken für Atomgewichte oder Molekulargewichte aufweisen, gibt die Rechenscheibe ARISTO-Chemie die Atomgewichte aller Elemente, ermöglicht das Rechnen mit Atomgewichten, das Ablesen der Atomgewichts- oder Molekulargewichtsverhältnisse zweier Stoffe und erleichtert die sonst umständliche Umrechnung von Atom- oder Molprozenten in Gewichtsprozente.

Die Rechenscheibe ARISTO-Chemie besteht aus zwei identisch eingeteilten Scheiben, nämlich einer festen Grundscheibe (schwarz ausgelegt und mit (A) bezeichnet) und einer drehbaren Scheibe (rot ausgelegt und mit (B) bezeichnet).

Den äußeren Teilungsring bilden zwei identische logarithmische Skalen, beziffert von 0,1 bis 1000, mit denen alle Multiplikationen und Divisionen ausgeführt werden können, die aber gleichzeitig Atomgewichtsskalen für die im nächst inneren Ring angegebenen Elemente sind. Die Elemente sind in der Reihenfolge ihrer Atomgewichte als Marken eingetragen und mit entsprechenden Symbolen bezeichnet (Elementenskala), so daß mit der Einstellung des Drehzeigers auf die Marke eines Elementes das zugehörige Atomgewicht in der Außenskala abgelesen werden kann.

Die beiden inneren Skalen sind Prozentskalen, die im Zusammenhang mit den Marken der Elemente zur Umrechnung At. % ⟷ Gew. % dienen.

1. Atomgewichtstabelle

Zur Ablesung des Atomgewichtes eines Elementes wird einfach der Strich des Drehzeigers auf die Strichmarke des gewünschten Elementes in der schwarzen oder roten Färbe gestellt, worauf dessen Atomgewicht auf der gleichfarbigen Aussenskala unter dem Strich des Drehzeigers abgelesen werden kann.

2. Atomgewichtsverhältnisse

Zur Ablesung der Atomgewichtsverhältnisse zweier Elemente X und Y werden die Strichmarken dieser beiden Elemente durch Drehen der transparenten Scheibe übereinandergestellt, damit stehen sich in den logarithmischen Außenskalen auch die Atomgewichte dieser Elemente gegenüber.

Als Proportion geschrieben lautet die Aufgabe:

$$\frac{X}{Y} = \frac{?}{\triangle} = \frac{\triangle}{?}$$

Daraus erkennt man eine einfache Farbregel: Bei der Einstellung eines Verhältnisses X : Y hat die Ergebnisskala die gleiche Einfärbung wie die für X eingestellte Marke und die Ablesung des Ergebnisses muß gegenüber der Ablesemarke △ erfolgen, die mit der Y-Marke gleichfarbig ist.

Es ist gleichgültig, ob das Element X auf Scheibe (A) und das Element Y auf Scheibe (B) eingestellt wird oder ob die Elemente auf den Scheiben vertauscht eingestellt werden.

Alle Atomgewichtsverhältnisse, deren Wert grösser als 0,1 ist, werden direkt in der richtigen Kommastellung abgelesen. Werte kleiner als 0,1 erscheinen um 4 Dezimale zu groß, da sich der Skalenring nach 4 Dekaden schließt.

Beispiel 1: Atomgewichtsverhältnis der Elemente Na und Cl

Stellt man Na auf der schwarzen und Cl auf der roten Skala übereinander, dann erscheint das Verhältnis Na:Cl auf der schwarzen Außenskala bei der roten Dreiecksmarke △ .

Man liest ab: Na : Cl = 0,648. Mit derselben Grundeinstellung kann man aber auch das Verhältnis Cl : Na = 1,542 auf der roten Außenskala bei der schwarzen Dreiecksmarke ablesen.

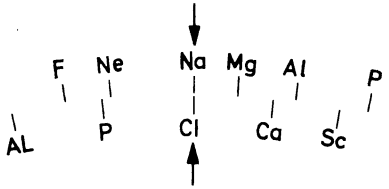


Fig. 2

Fig. 3

Beispiel 2: Das Atomgewichtsverhältnis C(12) : U(238) ist natürlich nicht 504 wie direkt abgelesen wird, sondern 0,0504; das Verhältnis U : C erscheint dagegen in der richtigen Dezimalstellung und ergibt 19,83.

3. Molekulargewichtsverhältnisse

Der Vorgang ist grundsätzlich derselbe wie bei der Bestimmung der Atomgewichtsverhältnisse, nur werden die beiden Molekulargewichte auf den Aussenskalen einander gegenübergestellt. Bei Ueberschreitung der "Nahtstelle" des Skalenrings (0,1/1000) ist die Verschiebung um 4 Dezimalstellen zu berücksichtigen. Eine grobe Ueberschlagsrechnung sichert vor Ablesefehlern.

Beispiel: Gesucht seien die Molekulargewichtsverhältnisse von Al_2O_3 und SiO_2. - Für die Atomgewichte von O, Al und Si liest man auf der "Atomgewichtstabelle" wie unter 1. beschrieben ab: 16, 26,9 und 28,1. Dies ergibt die Molekulargewichte 101,8 für Al_2O_3 und 60,1 für SiO_2. Diese Zahlen werden auf den Aussenskalen einander gegenübergestellt; bei den Dreiecksmarken liest man die Molekulargewichtsverhältnisse ab: Al_2O_3 : SiO_2 = 1,692 oder SiO_2 : Al_2O_3 = 0,592.

4. Umwandlung von Atom-% oder Mol-% in Gewichts-% und umgekehrt bei Zweistoffsystemen

Die Komponenten können entweder aus 2 Elementen bestehen (binäre Systeme, z.B. Fe-C), oder aus 2 Verbindungen (quasibinäre Systeme, z.B. Al_2O_3-SiO_2).

a) Binäre Systeme (beide Komponenten sind Elemente)

Da sich die Prozentgehalte der beiden Komponenten eines Zweistoffsystems stets zu 100 ergänzen, genügt es, die Umwandlung für eines der beiden Elemente zu betrachten. Dieses Element werde als "Zusatzelement" bezeichnet.

Die Grundeinstellung der Scheibe ist dieselbe wie die unter 2. beschriebene: Die beiden Elemente werden auf den Elementenskalen einander gegenübergestellt. - Nunmehr stehen sich auf den beiden inneren Skalenringen ("Prozentskalen") die Gewichtsprozentzahlen und die ihnen entsprechenden Atomprozentzahlen einander direkt gegenüber, und zwar sind stets die Zahlen in der Farbe des Zusatzelementes dessen Gewichtsprozente, die Zahlen ungleicher Farbe somit seine Atomprozente. Mit dieser einen Einstellung können alle Prozentgehalte eines gegebenen Zweistoffsystems direkt abgelesen werden.

Die innere der beiden Prozentskalen ist eine Wiederholung der äusseren, jedoch mit Erweiterung in Richtung der kleinen Gehalte unter 1 % bis zu 0,005 %.

Da die obengenannte "Farbregel" unter allen Umständen gültig ist, ist es nicht nur gleichgültig, auf welcher Scheibe das Zusatzelement gewählt wird, sondern es ist auch belanglos, welches der beiden Elemente als "Zusatzelement" bestimmt wird; letztere Bezeichnung dient nur der kürzeren Darstellung der "Farbregel". Aus obigem geht hervor:

Für ein gegebenes Zweistoffsystem genügt stets eine einzige Grundeinstellung beliebiger Farbwahl, um die Umwandlung im ganzen Skalenbereich von 0,005 % bis 99,995 % direkt abzulesen, und dies, obwohl das Skalenende von 99,0 % bis 99,995 % gar nicht mehr auf der Scheibe verzeichnet ist. Sollten diese hohen Gehalte benötigt werden, so wird einfach das andere Element als "Zusatzelement" betrachtet, dessen Gehalte dann als Ergänzung zu 100 von 1 % bis 0,005 % gehen.

Allerdings muß auf unzulässige Skalenüberschneidungen geachtet werden, die jedoch nur in extremen Fällen vorkommen und in der Praxis leicht erkennbar sind, zumal da sie durch die Ueberschreitung der (absichtlichen) Skalenunterbrechung gekennzeichnet sind. Es ist nützlich, sich an eine bestimmte Arbeitsregel zu gewöhnen, zum Beispiel die kleinen Gehalte stets so weit wie möglich auf der inneren Skala abzulesen, das Zusatzelement stets auf der Scheibe (A) einzustellen u.s.w.

Beispiel Fe-C: Hier wird vernünftigerweise C als Zusatzelement bestimmt, weil die praktisch vorkommenden C-Gehalte bis höchstens 6,7 Gew. % C vorkommen. - Man stellt auf den Elementenskalen C und Fe einander gegenüber. Wird C auf der schwarzen Skala gewählt, dann sind auf den inneren Skalen nach der Farbregel die schwarzen Prozentzahlen Gewichtsprozente von C, die roten seine Atomprozente.

Im innersten Skalenring stehen sich beispielsweise - um nur einige Werte aus der Vielzahl herauszugreifen - folgende Werte gegenüber:

0,0466	At. % C (rot)	=	0,01	Gew. % C (schwarz)
0,1	At. % C (rot)	=	0,0215	Gew. % C (schwarz)
20,0	At. % C (rot)	=	5,1	Gew. % C (schwarz)

Gehalte über 20 At. % C stehen auf der äußeren der beiden Prozentskalen. Für das Carbid Fe_3C mit 25 At. % C liest man z. B. 6,68 Gew. % C ab.

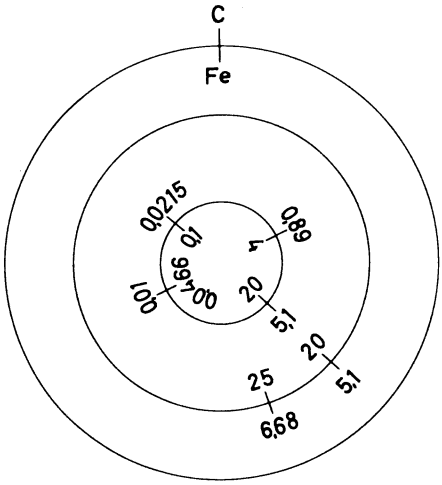


Fig. 4

Geht man auf der äusseren Skala von dem vorgenannten Wert 25 At. % C (rot) zurück zu kleineren Werten, so erkennt man zwischen 5 und 4 At. % C (rot) den Beginn einer unzulässigen Ueberschneidung. Während 5 At. % C im Innen- und Aussenring noch richtig abgelesen werden, ist es klar, daß 4 At. % C nicht, wie im Aussenring steht, 98,89 Gew. % C entsprechen, sondern 0,89 Gew. % C, wie im Innenring richtig abgelesen wird.

Gehalte unter 0,005 Gew. % C (= 0,0232 At. % C) können nicht mehr direkt abgelesen werden. In diesem Gebiet sind aber die Atomgehalte sehr gut angenähert proportional zu den Gewichtsgehalten, so daß bei dem 10 mal oder 100 mal grösseren Werten abgelesen und das Ergebnis durch 10 oder 100 geteilt werden kann. So ergibt sich analog zu obigen Beispielen 0,001 Gew. % C = 0,00466 At. % C oder 0,001 At. % C = 0,000215 Gew. % C.

b) Quasibinäre Systeme (mindestens eine Komponente ist eine Verbindung)

Die Handhabung der Rechenscheibe ist völlig analog dem vorgehend beschriebenen Fall, mit der Massgabe, daß anstelle der Atomgewichte die Molekulargewichte treten. Grundeinstellung im Aussenring. Auf den Prozentskalen stehen sich dann die Molprozentzahlen und die Gewichtsprozentzahlen der Komponenten gegenüber. Die Farbregel gilt auch hier unter allen Umständen.

Beispiel: Gesucht sind die Gewichtsanteile der Komponenten von Mullit der Formel (3. Al_2O_3 · 2. SiO_2). Die Komponenten sind Al_2O_3 (60 At. %) und SiO_2 (40 At. %), mit den Molekulargewichten 101,8 und 60,1. Wenn man Al_2O_3 als "Zusatzkomponente" betrachtet, findet man 71,7 Gew. % Al_2O_3, fasst man SiO_2 als Zusatzkomponente auf, so liest man ab: 28,3 Gew. % SiO_2. Kontrolle: die beiden Gehalte ergänzen sich zu 100.

5. Ternäre Systeme

Die Umrechnung in Systemen mit mehr als zwei Komponenten kann bekanntlich grundsätzlich nicht mit einer einzigen Grundeinstellung gelöst werden, es sei denn, man verwende einen Rechentisch mit zusätzlicher Bewegungskomponente.

Die Umrechnung kann jedoch mit Hilfe der vorliegenden Rechenscheibe wesentlich erleichtert werden, was am Beispiel der Dreistoffsysteme erläutert wird.

Die drei Komponenten haben die Atom- oder Molekulargewichte A, B, C, ihre Anteile in Gewichtsprozenten seien a, b, c, in Atom- oder Molprozenten α, β, γ. Die Beziehung zwischen Gew. % und At. % kann geschrieben werden:

$$\frac{a}{100 - a} = \frac{A}{B} \cdot \frac{\alpha}{\beta + C/B \cdot \gamma}$$

$$\left(\text{bzw.} \quad \frac{\alpha}{100 - \alpha} = \frac{B}{A} \cdot \frac{a}{b + B/C \cdot c}\right)$$

Die entsprechenden Gleichungen für b und c erhält man durch zyklische Vertauschung.

Nun ist aber die Rechenscheibe so gebaut, daß zusammengehörige Werte von x und x/(100-x) auf dem gleichen Radius liegen, und zwar x auf den Prozentskalen, x/(100-x) auf den Aussenskalen. Wenn also der Wert der rechten Seite obiger Gleichung bekannt ist, so braucht man ihn nur auf dem Aussenring mittels des Drehzeigers einzustellen, um auf der gleichfarbigen Prozentskala am Läuferstrich direkt den Wert x ablesen zu können.

Zur Berechnung der rechten Seite obiger Gleichung können die Produkte und Quotienten auf der Rechenscheibe (unter Benutzung der Aussenskalen als Rechenschieber) eingestellt und mit der Einstellung der Atomgewichtsverhältnisse gekoppelt werden.

Beispiel: Gesucht sind die Gewichtsanteile der ternären Verbindung $Fe\,Si_2\,Al_4$. Die Atomprozente der Komponenten sind durch die Formel der Verbindung gegeben: α = 14,29 At. % Fe; β = 28,57 At. % Si; γ = 57,14 At. % Al. Es wird die Berechnung von a (Gew. % Fe) nach obiger Gleichung durchgeführt.

Elemente Al ("C") auf schwarzer und Si ("B") auf roter Skala gegenüberstellen und auf schwarzer Aussenskala beim roten Wert γ = 57,14 das Zwischenergebnis C/B · γ = 55,0 ablesen. Hierzu β = 28,57 addiert, gibt β + C/B · γ = 83,57. Quotient 14,29 : 83,57 mit den Aussenskalen ausrechnen und Drehzeiger auf dem Ergebnis (bei der roten Dreiecksmarke) stehen lassen; dieses Zwischenergebnis braucht nicht abgelesen zu werden.

Elemente Fe ("A") auf roter Skala und Si ("B") auf schwarzer Skala gegenüberstellen und Endergebnis a = 25,4 Gew. % Fe beim Läuferstrich auf der roten Prozentskala ablesen. Entsprechend findet man b = 25,5 Gew. % Si und c = 49,1 Gew. % Al (a + b + c = 100).

Es ist leicht ersichtlich, daß die im obigen Beispiel beschriebene Berechnungsart noch verschiedene Varianten erlaubt. Die Rechnung für Systeme mit mehr als drei Komponenten ist nicht wesentlich umständlicher. Für jede weitere Komponente ist eine Ablesung mehr erforderlich, weil im Nenner der rechten Seite der Umwandlungsformel ein weiteres additives Glied der Form $D/B \cdot \delta$ hinzutritt.

Alle Rechte, insbesondere die der Uebersetzung vorbehalten
Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet . Printed in Germany
Copyright 1957 by DENNERT & PAPE, Hamburg-Altona · 1.Auflage 010757