Mit freundlicher Empfehlung des Verlages edition | greis – www.edition-greis.de

NESTLER Rechenschieber für Chemiker Nr. 33

Albert NESTLER Verkaufsgesellschaft, Lahr/Baden

A 1/25

edition greis

Seit mehr als 60 Jahren stellen wir als Sonderheit her:

Logarithmische Rechenschieber aller Systeme

D. R.-Patent
von unübertroffener Genauigkeit

Unser Katalog, der auf Verlangen kostenlos versandt wird, enthält:

Billige Rechenschieber für den Schulgebrauch in vorbildlicher Ausführung · Einfache Rechenschieber für technischen Bedarf

Unsere Originalkonstruktionen: · Rechenschieber System Rietz Rechenschieber für Landmesser „Universal" · Rechenschieber „Elektro" für Elektro-Maschinenbau usw., mit denen wir vor Jahren als erste Firma den Bedürfnissen der fortgeschrittenen Technik Rechnung getragen haben und die auch heute von keinem anderen Erzeugnis überholt sind. Ferner: Rechenschieber für Chemiker, Rechenschieber System Darmstadt, das vollkommenste und neueste Modell, für kaufmännisches Rechnen und Finanzwissenschaft für Eisenbetonkonstrukteure, für Rundholzkubierung

Unsere patentierten

Rechenwalzen

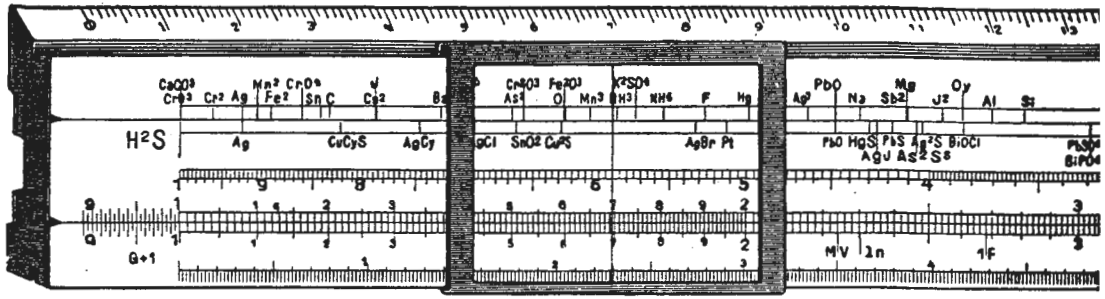
sind das Idealgerät für das kaufmännische Büro. Für Lohnrechnungen und Preiskalkulationen durch keine Rechenmaschine zu ersetzen

Aufklärende Schriften stehen jederzeit zu Diensten

Unser Fabrikationsprogramm umfaßt ferner:

Technische Zeichengeräte wie: Zeichenmaßstäbe aus Holz und Holz mit Zelluloidskalen in allen Längen, Profilen und Teilungen, auch logarithmische, Reißschienen in allen Längen, Holzarten und Ausführungen, Winkel aus Holz und aus Zelluloid, auch verstellbare mit Gradbogen, Reißbretter, aus bestgepflegtem Pappelholz, Schulqualität, Transporteure, Meß-Nivellierlatten- und Fluchtstäbe in hochwertiger Ausführung, ferner verstellbare Präzisionszeichentische im In- und Ausland patentiert, Präzisions-Pantographen in Holz und Metall. Als Neukonstruktion Zeichenmaschinen höchster Präzision. D. R.-Patent und D. R. G. M. Druckschriften und Preise auf Verlangen.

Man verlange beim Einkauf unsere Marke, die unbedingt Gewähr für höchste Genauigkeit und Stabilität gibt.



Nestlers Rechenschieber für Chemiker Nr. 33

Der Rechenschieber dient zur Erleichterung und zugleich zur raschen Ausführung der rechnerischen Arbeiten des Chemikers. Obschon der *Hauptzweck* die quantitative Analysenberechnung für absolute und prozentuale Mengen ist, so können vorteilhaft auch Titrationen, die Reduktion von Gasvolumen auf Normalverhältnisse für Druck und Temperatur, die Bestimmung der Gasgewichte aus den Molekulargewichten. die Stickstoffbestimmung und elektrolytische Prozesse rechnerisch behandelt werden.

Bestandteile des Rechenschiebers. Jeder Rechenschieber besteht, wie die anderen Schieber, aus 3 verschiedenen Teilen; 1 (dem *Stab*, *2*) der *Zunge*, die in der Stabnut beliebig verschiebbar ist, und 3) dem *Läufer*, der über dem Stab verschoben werden kann und auf dem Glase einen feinen Haarstrich trägt, der zur Einstellung auf bestimmte Stellen der Teilungen oder Marken des Stabes oder der Zunge und zur Erleichterung der Ablesung dient.

Beschreibung und Gebrauch der Teilungen und Marken

A. Auf dem Stabe.

1) *Auf dem oberen Stabstreifen* befindet sich eine große Anzahl von Markenstrichen, die den Atom- und Molekulargewichten vieler Elemente und wichtiger chemischer Verbindungen entsprechen. Diese Marken dienen zur quantitativen Bestimmung der *gesuchten* Substanzmengen der Elemente oder Verbindungen. Auf dem Stabstreifenende ist dementsprechend die Bemerkung *„Gesucht"* angebracht. Da die Marken vielfach nahe zusammenfallen, sind sie, um Verwechslungen zu vermeiden und die Übersichtlichkeit zu erhöhen, in Strich und Bezeichnung teils rot, teils schwarz mit verschiedenen Strichlängen dargestellt.

2) *Auf dem unteren Stabstreifen* befindet sich die logarithmische *Teilung* U_1 für die Zahlen 1—:—10, also einer log. Einheit. Diese Teilung ist genau übereinstimmend mit der Teilung U_1 des gewöhnlichen Rechenschiebers und dient in Verbindung mit der Zungenteilung U_2 zu Multiplikationen, Divisionen und zur Berechnung der Dreisätze.

Mit freundlicher Empfehlung des Verlages edition | greis – www.edition-greis.de

Auf dem unteren Stabstreifen U_1 befinden sich auch die Marken:

a) $MV = 22{,}4$ *das Molekular — oder kurz Molvolumen der Gase.* Diese Marke gilt für alle Gase und besagt, daß das Molekulargewicht in Grammen 22,4 *l* Gasvolumen ergibt, oder in Milligrammen 22,4 cm³.

b) $K = \frac{273}{760} = 0{,}3592$ ist die *Reduktionskonstante für Gasvolumen* auf Normaldruck und Normaltemperatur, d. h. das Verhältnis der absoluten Nulltemperatur — 273°C. zum mittleren Barometerstand $p_o = 760$ *mm* Quecksilbersäule für die Meereshöhe Null. Diese Marke dient zur Reduktion eines bei $t°$ C. und p *mm* Quecksilberdruck gegebenen Gasvolumens auf den Normalzustand, d. h. für $O°$ C. und $p_o = 760$ *mm* Quecksilberdruck.

c) $N = \frac{273}{760} \cdot 0{,}0012505 = 0{,}0004492 = K \cdot 0{,}0012505$. Hierin bedeutet 0.0012505 die spez. Dichte von Stickstoff, d. h. 1 *l N* wiegt 0,0012505 kg = 1,2505 g. Mit dieser Marke *N* kann man in Umgehung der Gasvolumenreduktion aus einer bei $t°$ C. und p *mm* Quecksilberdruck aufgefangenen Stickstoffgasmenge direkt das entsprechende Stickstoffgewicht bestimmen.

d) die Marken 1 *F*, 2 *F*, 3 *F*, bedeutet: 1 *F* = 26,8 *Ampère-Stunden*, 2 *F*, 3 *F* sind die Vielfachen davon. Diese Marken dienen zur Ermittlung der gegenseitigen Beziehungen zwischen Stromstärke *i*, Zeitmenge *z* und elektrolytischen Niederschlag *a* bei elektrolytischen Prozessen.

3) *Die Logarithmenteilung „L".* Diese dient, wie bei andern Schiebern, zur Ermittlung der künstlichen Logarithmen (log.) der Zahlen und umgekehrt zur Bestimmung der Zahlen aus gegebenen Logarithmen.

4) *Auf der Rückseite des Stabes* ist eine reichhaltige Tabelle der Atom- und Molekulargewichte vieler Elemente und chemischer Verbindungen.

5) *Auf der Schräge und geraden Kante des Stabes* sind *mm*-Maßstäbe angebracht.

B. Auf der Zunge.

1) *Die obern Zungenteilungen* enthalten auf beiden Seiten der Zunge eine große Anzahl von Markenstrichen für die Atom- und Molekulargewichte vieler Elemente und wichtiger chemischer Verbindungen, die als Niederschläge aus eingewogenen Substanzmengen *gefunden* wurden. Diese gefundenen Niederschläge dienen zur quantitativen Bestimmung von Bestandteilen der eingewogenen, zu untersuchenden Substanzmenge und werden dementsprechend am Zungenende als *„Gefunden"* bezeichnet. Diese Markenreihen sind, wie diejenigen auf dem oberen Stabstreifen rot und schwarz bezeichnet und so auf beide Zungenseiten verteilt, daß die Bestimmungsformen, deren elektropositiver Teil der Schwefelwasserstoffgruppe angehört, auf der einen, alle übrigen auf der anderen Seite der Zunge sich befinden.

2) *Die untere Zungenteilung* U_2 auf jeder Zungenseite ist eine mit der Stabteilung U_1 genau übereinstimmende logarithmische Teilung. Diese beiden Teilungen zusammen dienen, wie schon schon erwähnt,

Mit freundlicher Empfehlung des Verlages edition | greis – www.edition-greis.de

zur raschen Ausführung von Multiplikationen, Divisionen, Dreisätzen, Prozentrechnungen und liefern für jede Einstellung Multiplikationstabellen der eingestellten Zahl.

In der Mitte der Zunge befindet sich eine rückläufige (reziproke) Teilung, die ebenfalls für Multiplikationen und Divisionen verwendet werden kann, die aber auch die zur Teilung U_1 gehörigen reziproken Werke ergibt.

Anwendung des Rechenschiebers

Multiplikationen, Divisionen

Wir verweisen hinsichtlich der Grundsätze, auf denen alle Rechenschieber aufgebaut sind, auf die in unserem Verlag erschienene ausführliche Broschüre:

Der Logarithmische Rechenschieber und sein Gebrauch

die sämtliche Verwendungsmöglichkeiten aufzeigt und sie bis zu den letzten Feinheiten entwickelt.

Für einfache Operationen genügt die folgende kurze Anweisung:

Multiplikation mit Benutzung der Skalen U_1 und U_2.

Es wird der Anfangs- oder Endstrich der Teilung U_2 auf den einen auf der Teilung U_1 mittels des Läuferstriches fixierten Faktor eingestellt und das Ergebnis wird unter dem Multiplikator, der ebenfalls mittels des Läuferstriches auf der Teilung U_2 zu fixieren ist, auf der Teilung U_1 abgelesen.

Beispiel: $14 \times 12 = 168$. Einstellung mit dem Anfangsstrich von U_2 auf 14 von U_1. Das Resultat wird unter dem Teilstrich 12 von U_2 auf U_1 abgelesen. Da der Rechenschieber nur die Ziffernfolge, nicht aber die Stellenzahl gibt, so muß dieselbe entweder geschätzt oder nach der Regel ermittelt werden, daß das Resultat einer Multiplikation soviele Stellen minus 1 enthält als die beiden Faktoren zusammen Stellen haben. Wenn mit dem Endstrich eingestellt wird, ist die Stellenzahl des Resultates gleich der Summe der Stellenzahlen der beiden Faktoren ohne Abzug.

Beispiel: $72 \times 24 = 1728$. Einstellung des Endstriches der Teilung U_2 auf 72 der Teilung U_1. Das Resultat erscheint gegenüber 24 der Teilung U_2 auf der Teilung U_1 Stellenzahl des Produktes nach obiger Regel $2 \times 2 = 4$.

Division mit Benutzung der Skalen U_1 und U_2.

Zur Ermittlung der Resultate von Divisionen wird in der Weise verfahren, daß man den Divisor auf der Zungenskala U_2 mit dem Dividenden auf Skala U_1 mittels des Glasläufers zur Deckung bringt. Das Ergebnis erscheint dann am Anfangs- oder Endstrich der Skala U_2 auf der Skala U_1. Die Stellenzahl ist gleich der Differenz der Stellenzahlen in Divisor und Dividend plus 1, wenn am Anfangsstrich abgelesen wird und gleich dieser Differenz ohne Zuschlag, wenn am Endstrich abgelesen wird.

Beispiel: $864 : 36 = 24$. Läuferstrich über 864 der Skala U_1, 36 der Skala U_2 darunter. Das Resultat erscheint am Anfangsstrich von U_2 auf U_1. Die Stellenzahl ist $3 - 2 + 1 = 2$.

2537 : 43 = 59. Gegenüberstellung von Divisor und Dividend wie beim vorhergehenden Beispiel angegeben. Ablesen des Resultats am Endstrich der Teilung U_2 (Zunge) auf U_1 (Stab) Stellenzahl 4—2=2.

Bei Benutzung der in rot ausgeführten Reziprokteilung in der Mitte der Zunge ist das Verfahren das umgekehrte wie bei Anwendung der gewöhnlichen Skalen, d. h. man stellt bei Multiplikationen die beiden Faktoren einander gegenüber und bei Divisionen stellt man den Anfangs- oder Endstrich der Reziprokteilung auf den Dividenden ein und liest das Resultat unter dem Divisor (reziproke Teilung) auf der Teilung U_1 (Stab) ab.

Die verschiedenen Intervalle der Teilstriche und ihre Bezifferung müssen natürlich genau beobachtet werden.

Die Mantissenteilung am unteren Stabrande gibt die Mantissen, natürlich ohne die Kennziffern, der Briggschen Logarithmen, und zwar in Verbindung mit Teilung U_1 und U_2. In Verbindung mit der Reziprokteilung kann die Mantissenteilung zur direkten Bestimmung der Mantissen der Dezimalbrüche benutzt werden, ohne daß der Umweg über die Subtraktion nötig ist. Die ausführliche Erklärung der sonst noch mit dem Rechenschieber möglichen Rechenvorgänge mit Ausnahme der Spezialrechnungen, für die der Schieber vorgesehen ist, muß der eingangs erwähnten ausführlichen Anleitung vorbehalten werden.

Analysenberechnung

Die als Niederschläge gefundenen Elemente und Radikale sind auf beiden Seiten der Zunge als Gefunden, die gesuchten Elemente und Verbindungen der eingewogenen, zu untersuchenden Substanz auf dem oberen Stabstreifen als Strichmarken einzustellen und als Gesucht bezeichnet.

Beispiel: Chlorbestimmung Cl. Aus einer eingewogenen chlorhaltigen Substanz von $s = 0{,}520$ g wird ein Niederschlag *Ag Cl* von $a = 0{,}370$ *g gefunden. Gesucht* ist die Chlormenge *Cl* in *g* und in % der Substanzeinwage *s*.

Wir erhalten: $x = \frac{Cl}{Ag\ Cl} \cdot a$ Gramm *Cl*. $x = \frac{Cl}{Ag\ Cl} \cdot 0{,}370$ *g Cl*.

oder Chlor $= x\% = \frac{Cl}{Ag\ Cl} \cdot \frac{a}{s} \cdot 100$ der Substanzeinwage. $x\% = \frac{Cl}{Ag\ Cl} \cdot \frac{0{,}370}{0{,}520} \cdot 100$

Schieberrechnung: Man stelle die Marke *Ag Cl* „Gefunden" der Zunge H_2S unter die Marke *Cl* „Gesucht" des oberen Stabstreifens, $\frac{Cl}{Ag\ Cl}$ dann wäre das Substanzverhältnis am Anfangsstrich „1" der Zunge auf dem Stabe ablesbar: ohne aber dort abzulesen, multiplizieren wir dieses mit *a*, indem wir den Glasläufer auf die Zahl $a = 0{,}37$ der Zungenteilung U_2 stellen und erhalten so unter dem Läuferstrich auf der Stabteilung U_1 das Ergebnis $x = 0{,}916$ *g Cl*.

Bei unverändertem Läuferstrich ziehen wir jetzt darunter die Zahl $s = 0{,}52$ der Zungenteilung U_2 und erhalten dann am Anfangsstrich „1" der Zunge auf der Teilung U_1 die Prozentzahl: $x\% = \frac{Cl}{Ag\ Cl} \cdot \frac{0{,}370}{0{,}520} = 17{,}6\%\ Cl.$

Bemerkung: Fiele in anderen Beispielen die Zahl *a* der Zungenteilung links oder rechts außerhalb der Stabteilung, so könnte die Grammenge *x* auf der Stabteilung nicht abgelesen werden. In solchen Fällen setzt man mit Zuhilfenahme des Läufers an Stelle des Anfangsstriches „1" der Zunge den Endstrich „1", oder an Stelle des

Mit freundlicher Empfehlung des Verlages edition | greis – www.edition-greis.de

Endstriches den Anfangsstrich, d. h. *man vertauscht Anfangs- und Endstrich oder umgekehrt*, dann fällt die Zahl *a* der Zungenteilung so, daß daneben auf der Stabteilung abgelesen werden kann. Die Prozentzahl ist für jede Zungenstellung dagegen immer ablesbar, entweder am Anfangs- oder Endstrich der Zungenteilung U_2 auf der Stabteilung U_1.

Beispiel: Bariumbestimmung Ba. Substanzeinwage $s = 0{,}725$ *g*, daraus gefunden *Ba* $SO_4 = a = 0{,}530$ *g*.

Schieberrechnung Man stelle die Marke „Gefunden" *Ba* SO_4 der Zungenrückseite unter die Marke *Ba* „Gesucht" der oberen Stabteilung $\frac{Ba}{Ba\ SO_4}$ setze den Läuferstrich auf die Zahl $a = 0{,}53$ der Zungenteilung U_2 und lese darunter die gesuchte Menge: $x = \frac{Ba}{Ba\ SO_4} \cdot 0{,}530 = 0{,}312$ *g Ba* auf der Stabeinteilung U_1 ab.

Unter den nicht veränderten Läuferstrich schiebe man nun die Zahl $s = 0.725$ der Zungenteilung U_2 und man erhält hier am Endstrich der Zungenteilung U_2 auf der Stabteilung U_1. $x\% = \frac{Ba}{BaSO_4} \cdot \frac{0{,}530}{0{,}725} = 43{,}0\%\ Ba.$

Bemerkung: Zu beachten ist, daß man immer auf die Aequivalenz Rücksicht nehmen muß. So stellt man bei einer Manganbestimmung Mn_3O_4 nicht auf *Mn*, sondern auf Mn_3. Für alle Verbindungen konnten aber diese Vielfachen wegen Platzmangels nicht angegeben werden. Man hat dann das Gesuchte mit der Indexzahl (3) zu multiplizieren wie folgendes Beispiel zeigt.

Beispiel Phosphorsäurebestimmung PO_4. Man fällt aus einer gegebenen Substanzeinwage $s = 0{,}302$ *g* einen Niederschlag als *Mg* NH_4 PO_4, der geglüht wird zu $Mg_2P_2O_7$. Davon wird „gefunden" $a = 0{,}142$ *g*. Der erhaltene Glührückstand ist eine chemische Verbindung, die 2 PO_4-Gruppen umfaßt. Da auf dem Stabe als „gesucht" nur die rote Marke PO_4 angegeben ist, so muß in diesem Falle das, wie nach den vorigen Beispielen, mit PO_4 berechnete Ergebnis hier noch mit der Indexzahl 2 von P_2O_7 multipliziert werden.

Schieberrechnung: Man stelle die Marke $Mg_2P_2O_7$ der Zunge neben die Marke PO_4 (rot) des Stabes $\frac{PO_4}{Mg_2P_2O_7}$ und schiebe nun den Läuferstrich über die Zahl $a = 0{,}142$ der Zungenteilung U_2 und liest dann unter dem Läuferstrich auf der Stabteilung U_1 das Ergebnis: $\frac{x}{2}\% = \frac{PO_4}{Mg_2P_2O_7} \cdot 0{,}142 = 0{,}0605$ *g*, das mit 2 multipliziert

$$x = 0{,}121\ g\ PO_4\ gibt.$$

Schiebt man unter den unveränderten Läuferstrich die Zahl $s = 0{,}302$ der Zungenteilung U_2 so ergibt sich am Anfangsstrich „1" der Zunge auf der Stabteilung U_1

$$\frac{x}{2}\% = \frac{PO_4}{Mg_2P_2O_7} \cdot \frac{0{,}142}{0{,}302} = 20\%;\ x = 2 \times 20 = 40\%\ PO_4$$

Beispiel: Es soll die Kupfermenge in Kupfervitriol bestimmt werden. Abgewogene Substanzmenge *Cu* SO_4

$$s = 0{,}55\ g \text{ „gefunden" als } CuO,\ a = 0{,}162\ g$$

$$x = \frac{Cu}{Cu\ O} \cdot a = \frac{Cu}{Cu\ O} \cdot 0{,}162 = 0{,}1294\ g\ Cu$$

$$x\% = \frac{0{,}1294}{s} \cdot 100 = \frac{0{,}1294}{0{,}55} \cdot 100 = 23{,}55\%\ Cu$$

Schieberrechnung: Wie oben, wenn die Marke *CuO* der Zungenteilung *(H_2S)* unter die Marke *Cu* des Stabes und der Läuferstrich auf die Zahl $a = 0{,}162$ der Zungenteilung U_2 gestellt wird.

Beispiel: Aus einer eingewogenen Substanzmenge $s = 0{,}56\ g$ einer arsenikhaltigen Substanz wird „gefunden" $a = 0{,}52$ g $Mg_2As_2O_7$. Wie groß ist der *As*-Gehalt in g und in %?

$$x = \frac{As_2}{Mg_2As_2O_7} \cdot a = \frac{As_2}{Mg_2As_2O_7} \cdot 0{,}52 = 0{,}251\ g\ As$$

$$\% = \frac{0{,}251}{s} \cdot 100 = \frac{0{,}251}{0{,}56} \cdot 100 = 44{,}8\ \%\ As$$

Schieberrechnung: Man stellt die Marke $Mg_2As_2O_7$ der Zungenrückseite unter die Marke As_2 des Stabes und den Läuferstrich auf die Zahl $a = 0{,}52$ der Zungenteilung U_2 und erhält so auf der Stabteilung U_1 die *As*-Menge in g. Unter den Läuferstrich stellt man nun die Zahl $s = 0{,}56$ und erhält am Endstrich der Zungenteilung U_2 auf der Stabteilung U_1 : $x = 44{,}8\ \%\ As$.

Beispiel: Aus einer eingewogenen Substanzmenge $s = 2{,}45\ g$ eines Silikates wird „gefunden" $a = 0{,}36\ g\ Si\ O_2$, welches ist der Gehalt an Si in g und in %?

$$x = \frac{Si}{Si\,O_2} \cdot a = \frac{Si}{Si\,O_2} \cdot 0{,}36 = 0{,}169\ g\ Si$$

$$x\,\% = \frac{0{,}169}{2{,}45} = 6{,}9\ \%\ Si$$

Schieberrechnung: Man stelle unter die Marke Si der Stabteilung die Marke (rot) $Si\,O_2$ der Zungenrückseite und den Läuferstrich auf die Zahl $a = 0{,}36$ der Zungenteilung U_2, dann erhält man darunter auf der Stabteilung U_1 Si in g, und stellt man unter den Läuferstrich die Zahl $s = 2{,}45$ der Zungenteilung U_2, so ergibt sich an deren Endstrich $x\,\% = 6{,}9\ \%$.

Beispiel: Es soll die prozentuale Zusammensetzung eines Gemisches von *KCl* und *Na Cl* ermittelt werden.

Die abgewogene Substanzmenge $s = 5{,}57\ g$ des Gemisches enthalte $x\ g$ *KCl* und $y\ g$ *Na Cl*. Die gesamte Chlormenge wird mit $Ag\ NO_3$ als *Ag Cl* gefällt, und es ergibt sich „gefunden" $a = 11{,}83$ g *Ag Cl*.

In dieser gefundenen Menge $a\ g$ *Ag Cl sind entstanden*:

v Gramm *Ag Cl* aus x Gramm *K Cl*
z „ „ „ „ y „ *Na Cl*

Dann ist:

1) $v : x = Ag\ Cl : K\,Cl = m = 143{,}36 : 74{,}56 = 1{,}922$
2) $z : y = Ag\ Cl : Na\,Cl = n = 143{,}36 : 58{,}46 = 2{,}455$
$n - m = 0{,}533$
3) $v + z = a = 11{,}83$; also $z = a - v$
4) $x + y = s = 5{,}57$; „ $y = s - x$ und nach 1) $v = m \cdot x$, so ergibt sich aus 2)

$(a - m \cdot x) : (s - x = n$
$a - m\ x = n\ (s - x) = n \cdot s - n\ x$ *daraus*

$$x = \frac{n \cdot s - a}{n - m} \text{ und } x\,\% = \left(\frac{ns - a}{n - m}\right)\frac{100}{s}$$

$$y = \frac{m \cdot s - a}{m - n} \text{ „ } y\,\% = \left(\frac{ms - a}{m - n}\right) \cdot \frac{100}{s}$$

Kontrolle $x + y = s$ $\quad x\,\% + y\,\% = 100\ \%$

Setzt man nun für m, n, s und a die Werte:

$$x = \frac{2{,}455 \cdot 5{,}57 - 11{,}83}{2{,}455 - 1{,}922} = \frac{1{,}84}{0{,}533} = 3{,}45\ g\ K\ Cl;\quad x\,\% = \frac{3{,}45}{5{,}57} \cdot 100 = 61{,}9\ \%$$

$$y = \frac{1{,}922 \cdot 5{,}57 - 11{,}83}{1.922 - 2{,}455} = \frac{-1{,}13}{0{,}533} = 2{,}12\ g\ Na\ Cl;\ y\,\% = \frac{2{,}12}{5{,}57} \cdot 100 = 38{,}1\ \%$$

Kontrolle $\quad x + y = s = 5{,}5 \quad (x + y)\,\% = \quad 100\ \%$

Schieberrechnung: Man suche zuerst die Molekulargewichte aus der Tabelle auf der Rückseite des Stabes:

Mit freundlicher Empfehlung des Verlages edition | greis – www.edition-greis.de

$K\,Cl = 74{,}56$	$Na = 23{,}00$	$Ag = 107{,}90$
	$Cl = 35{,}46$	$Cl = 35{,}46$
	$Na\,Cl = 58{,}46$	$Ag\,Cl = 143{,}36$

Dann erhält man die Quotienten:

$$m = \frac{143{,}36}{74{,}56} = 1{,}922 \text{ und } n = \frac{143{,}36}{58{,}46} = 2{,}455$$

Das übrige ist nach den Auflösungsgleichungen für x und y nur eine Rechnung aus Multiplikationen und Divisionen.

Bemerkung: Das Molekulargewicht von *K Cl* und *Na Cl* könnte man auch ohne Benützung der Tabelle auf der Rückseite finden und m und n so bestimmen, daß man den Läuferstrich über die Zahl 143,36 von *Ag Cl* auf der Stabteilung U_1 stellt und dann die Marke *K Cl* und nachher *Na Cl* der Zungenteilung darunter zieht und je am Endstrich der Zungenteilung U_2 auf der Stabteilung U_1: $m = 1{,}922$ und $n = 2{,}455$ abliest.

Ferner beachte man, daß die Multiplikationen 2,455 · 5,57 und 1,922 · 5,57 mit einer Zungenstellung gemacht werden können, wenn man den Endstrich der Zungenteilung U_2 auf 5,57 der Stabteilung U_1 einstellt und bei 2,455 und 1,922 der Zungenteilung auf der Stabteilung U_1 abliest.

Beispiel: Es soll die prozentuale Zusammensetzung eines Gemisches von *K Cl* und *K Br* ermittelt werden.

Die abgewogene Substanzmenge $s = 2.95\ g$ des Gemisches enthalte $x\ g$ *K Cl* und $y\ g$ *KBr*. Die Mischung wird mit $Ag\ NO_3$ als *Ag Cl* und *Ag Br* gefällt und „gefunden" $Ag\,Cl + Ag\,Br = a = 4{,}94\ g$.

v Gramm *Ag Cl* entstehen aus x Gramm *K Cl*
z „ *Ag Br* „ „ y „ *K Br*

Dann ist:

1) $v : x = Ag\,Cl : K\,Cl = m = 143{,}36 : 74{,}56 = 1{,}922$
2) $z : y = Ag\,Br : K\,Br = n = 187{,}82 : 119{,}02 = 1{,}576$
$n - m = -0{,}346$

Dann ist wieder nach der allgemeinen Formel:

$$x = \frac{1{,}576 \cdot 2{,}95 - 4{,}94}{-0{,}346} = \frac{-0{,}29}{-0{,}346} = 0{,}84\ g\ K\,Cl;\quad x\,\% = \frac{0{,}84}{2{,}95} \cdot 100 = 28{,}45\ \%$$

$$y = \frac{1.922 \cdot 2{,}95 - 4{,}94}{0{,}346} = \frac{0.73}{0{,}346} = 2{,}11\ g\ K\,Br;\quad y\,\% = \frac{2{,}11}{2{,}95} \cdot 100 = 71{,}55\ \%$$

Kontrolle: $x + y = s = 2{,}95\ g$; $\quad (x + y\,\%) = 100{,}00\ \%$

Benutzt man anstatt $Ag\ NO_3$ zu Untersuchung Schwefelsäure H_2SO_4, so wird „gefunden"

$a = 2{,}526\ g$; K_2SO_4 Molekulargewicht = 174,27)
v Gramm K_2SO_2 entstehen aus $x\ g\ K\,Cl$
z „ „ „ „ $y\ g\ K\ Br$

Dann ist:

1) $v : x = K_2SO_4 : 2\ K\,Cl = m = 174{,}27 : 149.12 = 1{,}168$
2) $z : y = K_2SO_4 : 2\ K\,Br = n = 147{,}27 : 238{,}04 = 0{,}733$
$n - m = -0{,}435$

Dann ergibt sich;

$$x = \frac{0{,}733 \cdot 2{,}95 - 2{,}526}{-0{,}435} = \frac{-0{,}366}{-0{,}435} = 0{,}84\ g\ K\,Cl;\ x\,\% = \frac{0{,}84}{2{,}95} \cdot 100 = 28{,}45\ \%$$

$$y = \frac{1{,}168 \cdot 2{,}95 - 2{,}526}{-0{,}435} = \frac{0{,}919}{0{,}435} = 2{,}11\ g\ K\,Br;\ y\,\% = \frac{2{,}11}{2{,}95} \cdot 100 = 71{,}55\ \%$$

Kontrolle $x + y = s$ $\quad = 2{,}95\ a$ $\quad (x + y)\,\% = \quad 100\ \%$

Die Übereinstimmung mit der vorhergehenden Methode ist erfüllt.

Bemerkung: In gleicher Weise lassen sich alle Analysen berechnen, auch für Substanzen, die seltener in Frage kommen und für die keine Markenstriche vorhanden sind. Man stellt dann in Ermangelung eines Markenstriches den Läuferstrich auf die Zahl des Molekulargewichtes der gesuchten Verbindung oder auf das Atomgewicht des gesuchten Elementes auf der Teilung U_1 und schiebt darunter die Zahl für das Molekulargewicht des gefundenen Niederschlages auf der Zungenteilung U_2. Von da an ist dann die Rechnung wie in den obigen Beispielen.

Zur schnellen und erleichterten Rechnung solcher Beispiele ist die Tabelle auf der Rückseite des Stabes sehr geeignet, wo die Molekulargewichte der wichtigsten chemischen Verbindungen alphabetisch geordnet zusammengestellt sind.

Wie für Analysen können auch die für Präparate anzuwendenden Substanzmengen gesucht werden.

Beispiel: Aus 100 kg Kochsalz *Na Cl* 98% soll Glaubersalz Na_2SO_4 hergestellt werden. Die notwendige Menge Schwefelsäure H_2SO_4 (80% Gloversäure) ist zu ermitteln und die Ausbeute an Glaubersalz und Salzsäure *H Cl* 37,23% ist zu berechnen.

Es ist: $2\,NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\,HCl$

Man suche zunächst auf der Tabelle auf der Rückseite des Stabes die Molekulargewichte der verwendeten und enstehenden Verbindungen.

$Na = 23{,}00$	$H_2 = 2{,}016$	$Na_2SO_4 = 142{,}07$	$H = 1{,}008$
$Cl = 35{,}46$	$S = 32{,}07$		$Cl = 35{,}46$
$NaCl = 58{,}46$	$O_4 = 64{,}00$		$HCl = 36{,}47$
$2\,NaCl = 116{,}92$	$H_2SO_4 = 98{,}09$		$2\,HCL = 72{,}94$

d. h. nun:

116,92 *g* reines *Na Cl* erfordern 98,09 *g* reine H_2SO_4 und ergeben 142,07 *g* reines Na_2SO_4 und 72,94 *g* reine *HCl*.

100 *kg Na Cl* 98% sind 98 *kg* reines *Na Cl* 100% ig.

Diese erfordert also:

$\frac{98}{116.92}$ · 98,09 reine H_2SO_4 und ergeben:

$\frac{98}{116,92}$ · 142,07 reines Na_2SO_4 und $\frac{98}{116,92}$ · 72,94 reine *HCl*

Da nicht für alle diese Verbindungen die zutreffenden Marken auf Zunge und Stab vorhanden sind, so ist es besser, den *konstanten Quotienten* $\frac{98}{116,92}$ einzustellen, indem man den Läuferstrich auf der Stabteilung U_1 auf die Zahl 98 einstellt, darunter die Zahl 116,92 der Zungenteilung U_2 zieht und weil so die Zunge rechts zu weit aus dem Stabe heraussteht, an die Stelle des Anfangsstriches der Zungenteilung U_2 deren Endstrich setzt. Nun liest man mit dieser gleichen Einstellung für die Zahl:

98,09 kg	72,94 kg	142,07 *kg*	auf der Zungenteilung U_2
82,2 „	61,1 „	119,1 „	„ „ Stabteilung
100% H_2SO_4	*HCl* 100%	Na_2SO_4	Dies ergibt:
$\frac{82,2}{80} \cdot 100 =$	$\frac{61,1}{37,23} \cdot 100 =$		
102,7 *kg*	164,1 *kg*	119,1 *kg*	
H_2SO_4 80%	37,23 *HCl*	100% Na_2SO_4	

Ebenso erfolgt die Berechnung der Titrationen, wenn es sich um mehrere gleichartige, z.B. Eisentitrationen in verschiedenen Substanzen

Mit freundlicher Empfehlung des Verlages edition | greis – www.edition-greis.de

handelt, vorteilhaft in der Weise, daß man das Gesuchte mit dem Titer der Titerationsflüssigkeit multipliziert und das Produkt entweder durch einen Bleistrich markiert oder mit dem Glasläufer fixiert:

Beispiel: Titration. In einer Lösung ist der Gehalt an freier Salzsäure *H Cl* zu ermitteln.

20 cm³ der gegebenen Lösung erfordern bei Anwesenheit eines sog. Indikators *24 cm³* einer normalen Neutralisationsflüssigkeit.

Der Gehalt freier Salzsäure in $l = 1000\,cm^3$ untersuchter Flüssigkeit ist dann

$$x = 1000 \cdot \frac{24}{20} \cdot \frac{HCl}{1000} = \frac{24}{20} \cdot 36{,}47 = 43{,}8\ g\ HCl.$$

Reduktion von Gasvolumen auf Normalverhältnisse

Um Gasvolumen auf Normalverhältnisse umzurechnen, benutzt man die *Gasreduktionsformel:*

$$\text{allgemein: } \mathbf{v_o = v_t^p \cdot \frac{273}{760} \cdot \frac{p}{T} = v_t^p \cdot \frac{273}{760} \cdot \frac{p}{273 + t^\circ C}}$$

hierin ist: $p = B$ für trockenes Gas

$p = B - f$ für feuchtes Gas

und B = Barometerstand *mm*-Quecksilber

f = Dampfspannung „ „

$$\text{also: } \mathbf{v_o = v_t^B \frac{273}{760} \cdot \frac{B}{T} = v_t^B \cdot \frac{273}{760} \cdot \frac{B}{273 + t^\circ C}} \text{ für trockenes Gas}$$

$$\mathbf{v^\circ = v_t^B \frac{273}{760} \cdot \frac{(B-f)}{T} = v_t^B \cdot \frac{273}{760} \cdot \frac{(B-f)}{273 + t^\circ C}} \text{ für feuchtes Gas}$$

hierin bedeutet f die Dampfspannung bei t° *C* und B *mm* Quecksilbersäule. (Aus Tabellen zu entnehmen); v_t^B das gemessene aufgefangene Volumen Gas beim p *mm* Quecksilberdruck und einer Temperatur t° *C*. -273 *C* ist die absolute Nulltemperatur, T die absolute Temperatur über dem absoluten Nullpunkt, also $T = (273 + t^\circ)$ *C* und t° *C* die abgelesene Temperatur des Gases über dem praktischen Nullpunkt 0° *C*. Auf dem Rechenschieber ist nun zur Erleichterung dieser Rechnungen die konstante Zahl: $\frac{273}{760} = K = 0{,}3592$ als Marke angebracht, so daß die Formel lautet:

$$\mathbf{v_o = 03592 \cdot v_t^B \cdot \frac{(B-f)}{273 + t} = K \cdot v_t^B \cdot \frac{(B-f)}{273 + t}}$$

Beispiel: *Gegeben*: Aus einer Substanzeinwage von 0,500 *g* wird Gas aufgefangen und *gemessen*; $v_t^B = 80$ cm³ bei $B - f = 740$ *mm* und $t = 17^\circ C$

$$\textit{Gesucht: } v_0 = 0.3592 \cdot 80 \cdot \frac{740}{273 + 17} = K \cdot 80 \cdot \frac{740}{290} = 73{,}3\ cm^3$$

Schieberrechnung: Man stelle den Läuferstrich auf die Marke *K* der Stabteilung U_1 schiebe die Zahl 290 der Zunge darunter, dann schiebe man den Läuferstrich auf die Zahl 740 der Zungenteilung U_2, dann den Endstrich „*1*“ der Zungenteilung U_2 unter den Läuferstrich (weil wir mit einem Blick erkennen, daß für die Einstellung des Anfangsstriches „*1*“ die Zahl 80 der Zungenteilung U_2 außerhalb der Stabteilung U_1 fallen würde und dort nicht abgelesen werden könnte). Verschiebt man nun den Läuferstrich auf die Zahl 80 der Zungenteilung U_2, so können wir auf der Stabteilung U_1 das Ergebnis 73,3 ablesen.

Molekulargewicht und Litergwicht von Gasen

Um aus dem Atom- oder Molekulargewicht von Gasen deren Litergewicht und das spezifische Gewicht zu bestimmen, benutzt man die Marke $MV = 22{,}4 = Molekularvolumen$. Diese Zahl ist für alle Gase konstant und stellt das Gasvolumen dar, das dem Molekulargewicht des Gases entspricht, oder die dem Molekulargewicht eines Gases in g gleichkommende Gewichtsmenge entspricht einem Gasvolumen von 22,4 l. Die Marke MV dient also dazu, aus dem Molekulargewicht eines Gases das spezifische und Litergewicht zu bestimmen. Für *ideale* Gase z. B. H, N, O ist als Molekulargewicht immer das 2fache des Atomgewichtes zu setzen.

Beispiel: Aus dem Atomgewicht ist das *spezifische oder Litergewicht von Stickstoff* N zu bestimmen.

Es ist das Atomgewicht von $N = 14{,}008$, also $2\ N = 28{,}016$ (für 2 Atome).
Es wiegen also 22,4 $l\ N$, 28,016 g

$1 l N$ wiegt: $\frac{28{,}016}{22{,}4} = 1{,}2505\ g$, also *spez. Gew.* $0{,}0012505 = \gamma_n$

Schieberrechnung: Man stelle den Läuferstrich auf die Marke MV der Stabteilung U_1 und ziehe darunter die Atomgewichtszahl 28,016 der Zungenteilung U_2, dann kann man immer an einem der beiden Einheitsstriche — für unser Beispiel am Anfangsstrich „1“— der Stabteilung U_1 auf der Zungenteilung U_2 das spezifische oder Litergewicht des Gases in g ablesen.

Beispiel: *Wasserstoff H.* Atomgewicht $H = 1{,}008$, $2\ H = 2{,}016$

$$1\ l\ H\ wiegt: \frac{2{,}016}{22{,}4} = 0{,}0899\ g, \text{ also } spez.\ Gew.\ 0{,}0000899\ g = \gamma_h$$

Schieberrechnung: Man setzt den Läuferstrich auf die Marke MV und zieht darunter die Zahl 2,016 der Teilung U_2 und erhält hier am Endstrich „1“ der Stabteilung U_1 auf der Zungenteilung U_2 das Ergebnis.

Beispiel: *Sauerstoff O.* Atomgewicht $O = 16{,}00$, $2\ O = 32{,}00$

$$1\ l\ O \text{ wiegt } \frac{32}{22{,}4} = 1{,}429\ g, \text{ also spez. Gew. } 0{,}001429 = \gamma_0$$

am Anfangsstrich „1“ von U_1 abzulesen auf U_2.

Beispiel: Kohlenoxyd CO.

Atomgewicht von $C = 11{,}00$
$O = 16{,}00$
Molekulargewicht von $CO = 28{,}00$

$$1\ l\ CO \text{ wiegt } \frac{28{,}00}{22{,}4} = 1{,}25\ g, \text{ also } spez.\ Gew.\ 0{,}00125 = \gamma^{CO}$$

Beispiel: Methan oder Grubengas CH_4.

Atomgewicht von $C = 12{,}00$
„ $4\ H = 4 \cdot 1{,}008 = 4{,}032$
Molekulargewicht von $CH_4 = 16{,}032$

$$1\ l\ CH_4 \text{ wiegt } \frac{16{,}032}{22{,}4} = 0{,}716\ g, \text{ also } spez.\ Gew.\ 0{,}000716 = \gamma_{CH_4}$$

Gasvolumen und Gasgewichte und Marke N

Hat man aus einem gemessenen Gasvolumen dieses auf den Normalzustand für $t = 0°\,C\ B_0 = 760\ mm$ Quecksilbersäule reduziert, so erhält man aus dem Normalvolumen v_0 des Gases dessen Gewicht, indem man v_0 mit dem spez. Gewicht γ des Gases multipliziert. Man erhält also das Gewicht einer Gasmenge im Normalzustand:

$$G = v_0 \cdot \gamma_n = K \cdot v_t^B \cdot \frac{(B-f)}{T} \cdot \gamma_n$$

Mit freundlicher Empfehlung des Verlages edition | greis – www.edition-greis.de

Beispiel: In dem früheren Beispiel für Gasreduktion S. 11 erhielten wir für 0,5000 g Substanzeinwage ein Gasvolumen $v_0 = 73{,}3\ cm^3$. Handelt es sich um Stickstoffgas mit dem spez. Gewicht. $\gamma_n = 0.0012505$, so erhält man das Stickstoffgewicht: $G_N = 73{,}3 \cdot 0{,}0012505 = 0{,}0917 g = 91{,}7\ m\,g$.

Dieses Stickstoffgewicht G_N können wir aber unter Umgehung der Gasreduktion v_0 direkt aus dem gemessenen v_t^B berechnen, wenn wir hierfür die Marke „N“ benutzen. Solche Marken könnten selbstverständlich auch für andere Gase eingeritzt werden. Auf dem Schieber ist aber, weil besonders wichtig, nur die Marke N vorhanden, die sich ergibt, indem man in der obigen allgemeinen Formel für G, die Zahl $K \cdot 1{,}2505 = 0{,}3592 \cdot 1{,}2505 = N\ 0{,}4492$ aufträgt, so daß dann für Stickstoff N die Formel lautet:

$$G_N = N \cdot v_t^B \cdot \frac{(B-f)}{T} = N \cdot v_t^B \cdot \frac{(B-f)}{273+t°}$$

Wir erhalten für das angegebene Beispiel das Stickstoffgewicht:

$$G_N = N \cdot 80 \cdot \frac{740}{273+71} = N \cdot 80 \cdot \frac{740}{290} = 91{,}7\ mg.$$

Schieberrechnung: Man stelle den Läuferstrich auf die Marke N der Stabteilung U_1, schiebe darunter die Zahl 290 der Zungenteilung U_2, dann fällt sowohl die Zahl 80 als auch 740 der Zungenteilung rechts außerhalb des Stabes. Man muß also in solchen Fällen immer an Stelle des Anfangsstriches „1“ der Zungenteilung U_2 den Endstrich „1“ setzen. Dies geschieht am besten mit Hilfe des Läufer Dann schiebt man diesen auf die Zahl der Zungenteilung U_2, zieht unter den Läuferstrich wieder den Anfangsstrich „1“ der Zungenteilung U_2 und liest auf der Stabteilung U_1 bei der Zahl 740 der Zungenteilung das Ergebnis 91,7.

Will man noch das Gewichtsverhältnis in % der Subtanzeinwage $s = 0{,}500\ g$ haben, so erhält man: $G_N\,\% = \frac{0{,}0917}{0{,}500} \cdot 100 = 18{,}34\,\%$

Beispiel: Aus $s = 0{,}1144\ g$ Substanzneinwage Harnstoff entstehen über H_2O abgesperrt bei $B = 728\ mm$ Barometerstand und $t = 10°$ C, $v_t^B = 46{,}15\ cm^3$ Stickstoff N

$$G_N = N \cdot v_t^B \cdot \frac{(B-f)}{T} = N \cdot v^B \cdot \frac{(B-f}{273+t°}$$

Aus der Dampfspannungstabelle ergibt sich für $B = 728\ mm$ und $t = 10°$ C, $f = 9{,}1\ mm$ Quecksilberdruck, also $B-f = 728-9{,}1 = 718{,}9\ mm$ Wir erhalten also:

$$G_N = N \cdot 46{,}15 \cdot \frac{718{,}9}{283} = 53{,}0\ mg\ N = 0{,}053\ g\ N$$

$$N\,\% = \frac{0{,}053}{0{,}1144} \cdot 100 = 46{,}3\,\%$$

Für den Gebrauch des Rechenschiebers könnte der Rechner, wenn hier etwa ein Bedürfnis vorhanden wäre, auf der Stabteilung U_1 für Gasgewichtsbestimmungen noch die Marken selbst einzeichnen für:

Wasserstoff „H“ Marke bei $0{,}3592 \cdot 0{,}08988 = 0{,}03225$
Sauerstoff „O“ „ „ $0{,}3502 \cdot 1{,}429 = 9{,}513$

Anaylsenrechnung auf Trockensubstanz

Beispiel: Bei einer Analyse wurden gefunden: $Cu = 32\,\%$, $Fe = 34\,\%$, $S = 31\,\%$ $H_2O = 3\,\%$. Es sollen nun diese Prozentzahlen der ganzen Substanz in Prozentzahlen der *Trockensubstanz* umgerechnet werden.

Die gefundenen Substanzen ohne H_2O ergeben 97% Trockensubstanz der Gesamtmenge. Diese 97% der gegebenen untersuchten Substanz entsprechen somit 100% Trockensubstanz.

Schieberrechnung: a) Stellt man daher die Zahl *97* der Zungenteilung U_2 neben den *Endstrich „1“* (*100*) der Stabteilung U_1, dann sind auf der Zungenteilung U_2 die Prozentzahlen der gegebenen Substanz einzustellen und je unter dem Läuferstrich die entsprechenden gesuchten Prozentzahlen der Trockensubstanz auf der Stabteilung U_1 abzulesen: Man erhält so mit dieser *einzigen* Zungeneinstellung $\frac{97}{1}$ für die Prozentzahlen der:

gegebene Substanz auf U_2: $Cu = 32\%$, $Fe = 34\%$, $S = 31\%$ zus. 97%
die gesuchten Prozentzahlen
der Trockensubstanz auf U_1: $Cu = 33\%$, $Fe = 35{,}05\%$, $S = 31{,}95\%$, zus. *100%*

b) Noch genauer erhält man die gesuchten Prozentbeträge der Trockensubstanz, wenn man alle gegebenen Prozentbeträge mit dem konstanten Verhältnis $\frac{100}{97}$ multipliziert, und zwar so: $\frac{100}{97} = \frac{97+3}{97} = \left(1 \times \frac{3}{97}\right)$. Multipliziert man also mit dem Faktor $\left(1+\frac{3}{97}\right)$, so erhält man die zu jeder gegebenen Prozentzahl zuzuschlagenden Beträge $\frac{3}{97}$ jeder Zahl' welche, weil klein, immer sehr genau bestimmt werden kann.

Man stellt die Zahl 97 der Zungenteilung U_2 neben die Zahl 3 der Stabteilung U_1 und erhält zunächst bei der Zahl 34 der Zungenteilung U_2 den zu 34 zuzuschlagenden Betrag 1,05 auf der Stabteilung U_1. Für die Zahlen 32 und 31 von U_2 kann nun so nicht abgelesen werden. In solchen Fällen verschiebt man, wie immer, den Anfangsstrich „1“ der Zungenteilung U_2 unter Zuhilfennahme des Läuferstrichs an die Stelle des Endstriches „*1*“ der Zungenteilung U_2 und kann nun bei den Zahlen 31 und 32 der Zungenteilung U_2 auf U_1 die Zuschläge für 31 bzw. 32, 0,96 bzw. 0,99 ablesen.

Wir erhalten dann für:

$Cu = 32\%$ $\quad Fe = 34\%$ $\quad S = 31\%$

Als Zuschläge $\frac{3}{97} \cdot 32 = 0{,}99$ $\quad \frac{3}{97} \cdot 34 = 1{,}05$ $\quad \frac{3}{97} \cdot 31 = 0{,}96$

Gesuchte Prozentzahlen der Trockensubstanz *32,99%* *35,05%* *31,96%* *zus. 100*

Anwendung der Logarithmenteilung „L“ und der Marke $ln = 2{,}3026$.

Mittels der Logarithmenteilung „*L*“ können zu beliebigen Zahlen, deren künstliche Logarithmen (log.) und umgekehrt zu diesen die zugehörigen Zahlen ermittelt werden, so daß mittels der Teilung „*L*“ wie mit Logarithmentafeln, die durch diese Teilung ersetzt werden, gerechnet werden kann.

Die Marke „*ln*“ = 2,3026 auf der Stabteilung U_1 dient zur Verwandlung der *künstlichen Logarithmen* log., die wir aus der Teilung „*L*“ erhalten, in *natürliche ln* nach der Formel:

$$ln\ x = 2{,}3026\ log.\ x.$$

Für die Auswertung monomolekularer kinetischer Versuche benutzt man für Geschwindigkeitskonstanten die Formel:

$$k = \frac{1}{t} \cdot ln \cdot \frac{a}{a-x}$$

$$k = \frac{2{,}3026}{t} \cdot log. \frac{a}{a-x} = \frac{„ln“}{t} \cdot log. \frac{a}{a-x}$$

Mit freundlicher Empfehlung des Verlages edition | greis – www.edition-greis.de

Beispiel: Die ursprüngliche Konzentration einer Essigesterlösung $a = 8{,}75$ ist nach der Zeit $t = 5$ Minuten auf $a - x = 6{,}35$ abgesunken. Welches ist die Geschwindigkeitskonstante dieser Verseifung?

$$k = \frac{2{,}3026}{5} \cdot log. \frac{8.75}{6{,}35} = \left(\frac{2.3026}{5} \cdot log.\ 1{,}378\right)$$

$$k = \frac{2{,}3026}{5} \cdot 0{,}139 = 0{,}0641$$

Schieberrechnung: Man stelle den Quotienten $\frac{8{,}75}{6{,}35}$ ein, ohne dessen Wert am Anfangsstrich der Teilung U_2 auf U_1 abzulesen. Man beachte nur den Stellenwert, setze auf den Anfangsstrich der Teilung U_2 den Läuferstrich und lese auf der Logarithmenteilung „*L*“ gleich den Logarithmus log. $\frac{8{,}75}{6{,}35} = 0{,}139$ ab.

Man stellt nun den Läuferstrich auf die Marke „*ln*“ der Stabteilung U_1, stellt darunter die Zahl 5 der Zungenteilung U_2. Da die Zahl 0,139 der Zungenteilung U_2 rechts außerhalb des Stabes fällt, setzt man an Stelle des Endstriches den Anfangsstrich der Zungenteilung U_2 worauf man nun bei der Zahl 0,139 der Zungenteilung auf der Stabteilung U_1 das Ergebnis $k = 0{,}0641$ ablesen kann.

Strommenge und elektrolytische Abscheidungen und die Marke *F*

Für die Berechnung elektrolytischer Abscheidung bei gegebenen Strommengen und umgekehrt dienen die Marken *1F, 2 F, 3 F*. Ob die Marken *1 F, 2 F, 3 F* zu benutzen sind, hängt ab von der Valenz der leitenden Flüssigkeit. So muß z. B. gesetzt werden für:

Cu	Oxydulsalze	$= 1\ F$:	Oxydsalze	$= 2\ F$
Hg	„	$= 1\ F$;	„	$= 2\ F$
Fe	„	$= 2\ F$;	„	$= 3\ F$
Cr	„	$= 2\ F$;	„	$= 3\ F$
Sn	„	$= 2\ F$;	„	$= 4\ F$
Au	Haloidsalze	$= 3\ F$		
Al	Oxyde und Salze	$= 3\ F$		
Cl	Chloride	$= 1\ F$		
Pb	Oxyde und Salze	$= 2\ F$		
Ni	Oxydsalze	$= 2\ F$		
Ag	Salze	$= 1\ F$		
Zn	„	$= 2\ F$		

wobei $1\ F = 26{,}8$ Ampère-Stunden bedeutet.

Man erhält nun die Zahl *s* der Ampère-Stunden, die zur Erzeugung einer elektrolytischen Abscheidung *a* Gramm eines Elementes vom Atomgewicht *A* gebraucht werden, nach der Formel:

Die Strommenge $s = \frac{1F}{A} \cdot a$ oder $\frac{2F}{A} \cdot a$ oder $\frac{3F}{A} \cdot a$ oder $\frac{4F}{A} \cdot a$ **in Ampère-Stunden**

Die Abscheidung $s = \frac{A}{1F} \cdot s$ oder $\frac{A}{2F} \cdot s$ oder $\frac{A}{3F} \cdot s$ oder $\frac{A}{4F} \cdot s$ in *g*.

Zu diesen Rechnungen benutzt man nun die Marken *1F, 2F, 3F* und die Atommarken der Elemente auf beiden Zungenseiten, oder

wenn solche Marken nicht vorhanden sind, die auf der Rückseite des Stabes angeschriebenen Atomgewichtszahlen A.

Beispiel: Wie groß ist die Strommenge s in Amp.-Std. zur Erzeugung von $a = 240$ *mg Cu* Abscheidung aus einer Oxydsalzlösung? A von $Cu = 63{,}57$.

$$s = \frac{2F}{Cu}\ a = \frac{2F}{Cu} \cdot 0{,}24 = 0{,}2025 \text{ Amp.-Std.}$$

Ist die Stromstärke $i = 0{,}03$ Ampère, so erfordert der Niederschlag somit

$$z = \frac{0{,}2025}{0{,}03} = 6.75 \text{ Std.}$$

Schieberrechnung: Da die Atomgewichtsmarke von *Cu* auf der Zunge vorhanden, ist so stellen wir den Läuferstrich auf die Marke $2\,F$ der Stabteilung U_1 und ziehen darunter die Marke *Cu* der Zungenteilung, dann schieben wir den Läufer auf die Zahl $a = 0{,}24$ der Zungenteilung U_2 und lesen auf der Stabteilung U_1 das Ergebnis 0,2025. Zieht man nun noch unter den Läuferstrich die Zahl $i = 0{,}03$ der Teilung U_2, so erhält man am Endstrich „*1*" von U_2 die notwendige Laufzeit $z = 6{,}75$ Std. Kann die Stromstärke vergrößert werden, so verkürzt sich die Abscheidungszeit und umgekehrt.

Beispiel: Wie oben für eine Oxydsalzlösung. Wir benutzen hier die Marke *1 F* auf U_1 und wieder die Marke *Cu* auf der Zungenteilung. Alle Ergebnisse sind dann selbstverständlich die Hälfte der im obigen Beispiel gefundenen. Also ergibt sich für $s = 0{,}101$ Amp.-Std. und $z = 3{,}37$ Std.
Beispiel: Wieviel Niederschlag a in Silber *Ag* scheidet sich ab bei einer Stromstärke $i = 0{,}025$ Amp in $z = 4\frac{1}{2}$ Std.?
Es ist $s = i \cdot z = 0{,}025 \cdot 4{,}5 = 0{,}1125$ Amp.-Std.

$$a = \frac{A}{1F} \cdot s = \frac{A}{1F} \cdot 0{,}1125 = 0{,}453\ g.$$

Schieberrechnung: Wenn s gerechnet ist, stelle man den Läuferstrich auf die Marke *1 F*, ziehe die Marke *Ag* der Zunge darunter. Da bei $s = 0{,}1125$ der Stabteilung U_1 auf der Zunge nicht abgelesen werden kann, so setze man an die Stelle des Anfangsstriches „*1*" der Zungenteilung U_2 mit Zuhilfnahme des Läufers deren Endstrich „*1*" dann kann man nun bei $s = 0{,}1125$ der Stabteilung U_1 auf der Zungenteilung U_2 das Ergebnis $a = 0{,}453$ ablesen?

Beispiel: Wie groß ist die Strommenge s in Amp.-Std. zur Erzeugung eines Niederschlages $a = 0{,}160\ g$ Gold, *Au* aus einer Haloidlösung.

$$s = \frac{3F}{Au} \cdot a = \frac{3F}{Au} \cdot 0.16 = \frac{3F}{197{,}2} \cdot 0{,}16 = 0.0652 \text{ Amp.-Std.}$$

Da auf der Zunge die Marke *Au* nicht vorkommt, suchen wir das Atomgewicht von $Au = 197{,}2$ auf der Rückseite des Stabes und rechnen unter Benutzung der Marke *3 F* wie in den vorigen Beispielen. Bei einer Stromstärke $i = 0{,}1$ Amp. ist dann die Laufzeit $z = \frac{0{,}065}{0{,}1} = 0{,}65$ Std.

Anfänger werden besonders darauf aufmerksam gemacht, daß die Genauigkeit der Ergebnisse nur durch scharfes Einstellen der Zahlen oder Marken und bei aufmerksamer Beachtung der Teilungsintervalle erreicht werden kann. Die rasche Ermittlung der Resultate ergibt sich bei gewissenhafter Übung und Beachtung der Stellenregeln in ganz kurzer Zeit.

Mit freundlicher Empfehlung des Verlages edition | greis – www.edition-greis.de

Weitere
Anleitungen und Beschreibungen von
Sonderrechenschiebern
finden Sie auf der Website des Verlages.

edition greis