化学实验室

简明计算手册

王少怀 刘哲人 编

中国环境科学出版社

化学实验室简明计算手册

王少怀　刘哲人　编

中国环境科学出版社

1987

内 容 简 介

本书介绍了实验室的计算规则、化学基本运算、试剂配制、酸度计算、比色分析和质量分析，并介绍了EL-5100可编程序计算器及其各种计算程序。有助于科研人员能快速、准确、简便地完成大批量和重复性的计算工作。

可供环境保护各级监测站、科研所及卫生防疫、水文地质、土壤农化、厂矿企业等部门的科研实验人员使用，也可供大专院校有关专业师生参考。

化学实验室简明计算手册

王少怀 刘哲人 编

责任编辑 吴淑岱

*

中国环境科学出版社 出版

北京崇文区东兴隆街69号

通县张家湾印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1987年2月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1987年2月第一次印刷 印张：8 7/8

印数：0001—20,000 字数：199,000

ISBN 7-80010-003-0 / X0004

统一书号：13239·0039

定价：1.90元

出版者的话

计算工作是化学实验室分析工作中不可缺少的一个重要环节，因为任一分析操作从试样预处理、试剂配制直至作出质量评价的全部过程，都贯穿着一系列的计算，而任一环节计算上的错误都会给分析结果造成不应有的误差，甚至导致实验的失败。所以无论是富有经验的高水平的科研人员，还是一般水平的化验人员，都需要备有一本计算手册，随时查找所需的公式和数据，为此我们出版了这本《化学实验室计算手册》。

本书介绍了常用化学分析中基础数据的处理公式，但考虑到随着科学技术的飞速发展，计算器日益广泛的应用，本书还选编了EL-5100可编程序计算器在有关水质、大气、土壤、植物等环境监测项目中的计算程序及部分常用数理统计、分析质量控制方面的计算程序、帮助科研人员能迅速、准确地完成大批量繁锁的计算工作。

由于水平所限、难免有错漏和不当之处，欢迎读者提出宝贵意见，以便再版时改进。

1986年3月

目　　录

第一章　数学基础

第一节　指　　数

在数学式

$$\overbrace{a\cdot a\cdot a\cdots\cdots a}^{b个}=a^b=N$$

中，a为一任意实数（$a\neq 0$），称为底数，b称为以a为底的指数。其算术值N称为幂。

例：　$2^3=8$

式中，底数$(a)=2$

指数$(b)=3$

幂$(N)=8$

1.指数式$K\times 10^{\pm n}$（$1\leqslant K<10$）

任何数都可以写成$K\times 10^{\pm n}$形式，实验数据常用此式表示。

例：　$1000=10\times 10\times 10=10^3$（$K=1$）

$134.6=1.346\times 10\times 10=1.346\times 10^2$

$0.000127=1.27\times 10^{-1}\times 10^{-1}\times 10^{-1}\times 10^{-1}$

$=1.27\times 10^{-4}$

2.运算

乘法：

$$K_1\times 10^{n_1}\times K_2\times 10^{n_2}=K_1\times K_2\times 10^{n_1+n_2}$$

除法：

$$K_1 \times 10^{n_1} \div K_2 \times 10^{n_2} = K_1 \div K_2 \times 10^{n_1 - n_2}$$

例a：　$4.48 \times 10^2 \times 1.6 \times 10^{-3}$

$= 4.48 \times 1.6 \times 10^{2+(-3)}$

$= 7.168 \times 10^{-1}$

$= 0.7168$

例b：　$4.48 \times 10^2 \div 1.6 \times 10^{-3}$

$= 4.48 \div 1.6 \times 10^{2-(-3)}$

$= 2.8 \times 10^5$

$= 280,000$

第二节　对　　数

在指数式$a^b = N$中，若已知幂(N)，求指数b，则指数b称为以a为底，幂(N)的对数，用符号log表示。幂在对数运算中称为真数。

1.常用对数

以10为底的对数称为常用对数，记为

$\log_{10} N$，简记为$\lg N$

例：$\lg 5 = 0.6990$

2.自然对数

以自然数ε(2.71828)为底的对数，称为自然对数。记为

$\log_\varepsilon N$，简记为$\ln N$

例：$\ln 5 = 1.6094$

3.常用对数和自然对数之换算

$\ln N = 2.303 \times \lg N$

例： $\ln 5 = 2.303 \times \lg 5$

$= 2.303 \times 0.6990 = 1.6094$

实验室中多用常用对数，遇有自然对数时可换算成常用对数后再进行计算。

4.性 质

1)零和负数没有对数。

2) 1 的对数为 0 。

$\lg 1 = 0$

3)10的整数次幂的对数等于幂次数。

$\lg 10^{\pm n} = \pm n$

例： $\lg 10^{5} = 5$

$\lg 10^{-5} = -5$

4)实数K($1 < K < 10$)的对数为一正的纯小数

$\lg K = 0.xxxx\cdots$

例： $\lg 1.001 = 0.0004$

$\lg 9.99 = 0.9996$

5)指数式$K \times 10^{\pm n}$的对数等于幂次数与实数 K 对数之和。

$\lg K \times 10^{\pm n} = \pm n + 0.xxxx$

记为 $\lg K \times 10^{n} = n{\cdot}xxxx$

$\lg K \times 10^{-n} = \overline{n}{\cdot}xxxx$

例： $\lg 3 \times 10^{3} = \lg 3 + \lg 10^{3} = 0.4771 + 3 = 3.4771$

$\lg 3 \times 10^{-3} = \lg 3 + \lg 10^{-3} = 0.4771 + (-3)$

$= \overline{3}.4771$

式中整数部分称为对数的首数，小数部分称为对数的尾

数，尾数可查对数表获取。

5.对数表的应用

常用四位对数表可查一任意四位真数的对数。其中标有N的直列为真数的前两位数字，横列为真数的第三位数字，三位数的对数可从表中直接查取。

右边比例部分第一横列为真数的第四位数字，当真数是四位数时，需用相应的修正值校正对数。

例： 求lg724.6

解：$\lg 724.6 = \lg 7.246 \times 10^2$

查对数表(如表1-1所示)，得724三位数的对数值为8597第四位数6的修正值为4，故得对数值(8597 + 4)为8601，记为0.8601。由此得： $\lg 724.6 = 2.8601$

例： 求0.007246的对数

解： $\lg 0.007246$

$= \lg 7.246 \times 10^{-3}$

$= \bar{3}.8601$

6.运算法则

1)积的对数等于各因数对数之和。

$$\lg MN = \lg M + \lg N$$

2)商的对数等于两因数之差。

$$\lg M/N = \lg M - \lg N$$

3)一数倒数之对数等于此数的负对数。

$$\lg 1/M = -\lg M$$

4)一数任何幂的对数等于比数的对数与幂次数之乘积。

表 1-1 常用对数表（部分）

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
…	……										……								
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	$\boxed{8597}$	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	$\boxed{4}$	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
…	……										……								

$$\lg M^{\pm n} = \pm n \times \lg M$$

5)一数任何根的对数等于此数的对数与根指数之商。

$$\lg \sqrt[\pm n]{M} = \frac{\lg M}{\pm n}$$

7.反对数

在对数式$\lg N = b$中，若已知对数b，求真数(N)，则真数(N)称为对数b的反对数，用符号$\lg^{-1}$表示。

$$N = \lg^{-1}\lg N$$

运算法则：

1) $\lg^{-1}0 = 1$

2) $\lg^{-1} \pm n = 10^{\pm n}$

3) $\lg^{-1}0.xxxx = K\ (1 < K < 10)$

4) $\lg^{-1}n.xxxx = K \times 10^{n}$

5) $\lg^{-1}n.xxxx = K \times 10^{-n}$

6) $\lg^{-1} - n.xxxx = [\lg^{-1}(1 - 0.xxxx)] \times 10^{-n-1}$

对数尾数的反对数可查反对数表。

例：求 $\lg^{-1}3.871 = (\lg^{-1}0.871) \times 10^{3} = 7.43 \times 10^{3}$

$\lg^{-1}\bar{3}.871 = (\lg^{-1}0.871) \times 10^{-3} = 7.43 \times 10^{3}$

$\lg^{-1}(-3.871)$

$= [\lg^{-1}(1 - 0.871)] \times 10^{-3-1}$

$= 1.346 \times 10^{-4}$

8.对数在复杂运算中的应用

在化学计算中遇有复杂的乘、除、乘方、开方等运算时，用对数法解甚为简捷，法则如下：

1)调正函数关系式，置未知数于等式之左边，已知数于

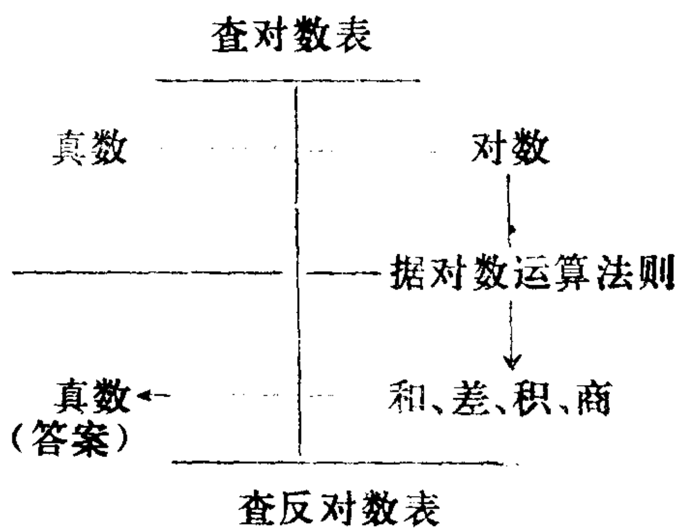
等式之右边。

2)等式两边取对数

3)据对数运算法则，求出未知数之对数。

4)求对数的反对数，即为所求答案。

上述法则用十字顺时针式表示为：



例：计算0.015mol/L乙酸溶液中的氢离子（H^+）浓度。

解：该题的算式为：

$$[H^+]=\sqrt{1.8\times10^{-5}\times1.5\times10^{-2}}$$

用横式解：

$$\lg[H^+]=\lg\sqrt{1.8\times10^{-5}\times1.5\times10^{-2}}$$

$$=\frac{\lg1.8\times10^{-5}+\lg1.5\times10^{-2}}{2}$$

$$=\frac{\bar{5}.2553+\bar{2}.1761}{2}$$

$$=\frac{\bar{7}.4314}{2}$$

此时首数不能被分母整除，用加1减1法处理：

$$\lg[H^+] = \frac{(\bar{7}-1)+(0.4314+1)}{2}$$

$$= \frac{\bar{8}+1.4314}{2}$$

$$= \bar{4}.7157$$

$$[H^+] = \lg^{-1}\bar{4}.7157$$

$$= 5.2\times10^{-4}(mol/L)$$

用十字式解：

1.8×10^{-5}	$\bar{5}.2553$
1.5×10^{-2}	$\bar{2}.1761$ （ +
	$\bar{7}.4314$
	$=\bar{8},1.4314$ （ +2
5.2×10^{-4}	$\bar{4}.7157$

答：该液之$[H^+]=5.2\times10^{-4}$（mol/L）。

第三节　函　　数

在一个相互有关的变量系统中，从理论上把各变量之间相应的数量关系，用数学式表示出来，称为函数关系式，用通式

$$y=f(x)$$

表示。式中表示y值决定于x所取的值，x称自变量，y称应变量或自变量x的函数。

1. 正比和正比函数

在相互有关的两个变量中，若一个量扩大（或缩小）若干倍时，另一个量也相应地扩大（或缩小）相同的倍数，此称为正比。这两个变量之间的数学关系，即称为正比函数关系。表示为：

$y \propto x$

或 $y = Kx$

式中，K是一个$\neq 0$的常数。

例：比色分析中所依据的朗伯-比尔氏定律为：

$A = KLc$

图象：

正比函数图象的特征为：

a是一条通过原点的直线；

b直线的倾斜度和比例常数K值的大小有关，K值愈大，直线愈陡，反之则愈低平，因此常数K在图象中称为斜率。

设$K_1 > 0$，　　$K_2 > K_1$，其图象见图(1-1)。

利用正比函数图象的性质是化学分析中绘制工作曲线，以帮助简捷获取测定结果的基本原理。

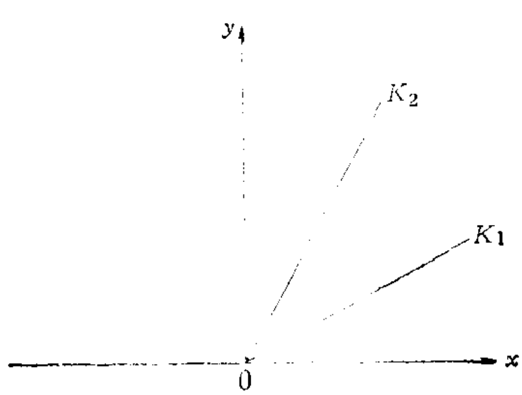


图 1-1　正比函数图象

2.反比和反比函数

在相互有关的两个变量中，若一个量扩大（或缩小）若干倍时，而另一个变量相应地缩小（或扩大）相同的倍数，此称为反比，这两个变量之间的数学关系，即称为反比函数关系。表示为：

$$y \propto \frac{1}{x}$$

或 $$y = \frac{K}{x}$$

式中，K = 比例常数（$\neq 0$）。

例：波义耳-马里奥特定律即是。

$$V \propto \frac{1}{P}$$

图象：

反比函数图象的特征为：以原点为对称的两条曲线，曲线沿x和y轴无限延伸，永不相交。

当$K > 0$时，其图象见图（1-2）。

转换：

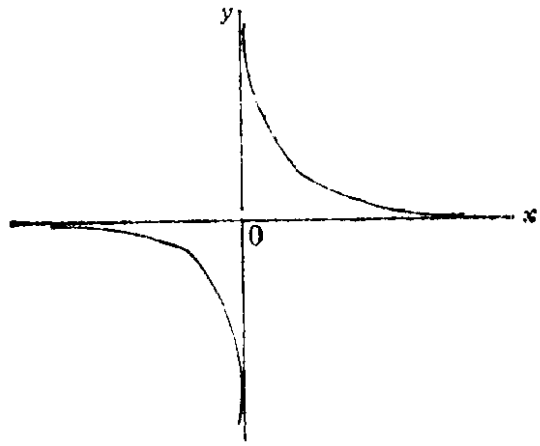


图 1-2 反比函数图象