

高等医药院校

供药学专业用

物理化学 与胶体化学实验

吳鴻儉 主編

殷恭寬 顧鵬鵬

陳琪瑞 王明時 編寫

吳鴻儉

人民卫生出版社

序

本实验教材系根据卫生部 1963 年审订的物理化学与胶体化学教学大纲编写而成。其内容和编排与 1964 年版高等医药院校药学专业用《物理化学与胶体化学》一书紧密结合，列有总论一章、实验 31 个。这些内容主要是为验证某些基本理论、训练学生基本操作和培养学生逐步掌握科学实验的一般方法而安排的。

总论章中，概述了实验课的目的、实验的基本步骤、学生注意事项和实验结果的处理方法，其中小字排印的内容系供教师根据具体情况选择采用。在 31 个实验中，除实验 1 为培养学生掌握两个基本工具，作为实验的必备基础外，其余各实验基本上是独立的，这对使用本教材的院校在结合本校实际和选定实验项目时，可能会方便些。

教学大纲中列有“电导滴定”和“人工极谱法绘制电压-电流曲线”二实验，因在编写过程中曾与分析化学编写组商妥，这部分内容由仪器分析课程安排较为恰当，故本书中不再将这些内容列入，这是应当说明的一点。此外，本书中某些图表是从中外书籍中移植而来的，这是应当说明的另一点。

本教材系集体编写而成，其中总论及实验 1~5 由上海第一医学院吴鸿俭同志编写；实验 6~11 及 19~20 由南京药学院顾鹏鹄、王明时二同志合写；实验 12~18 及 28~31 由四川医学院殷恭宽同志编写；实验 21~27 由沈阳药学院陈琪瑞同志编写。全书由主编根据各编写人对初稿所提出的意见，通读整理后定稿。由于编者水平所限，书中内容、文字和编排方面恐怕还存在着缺点和错误，希望使用本教材的广大师生指正为感。

编 者 1964 年 7 月

实验 8. 低共熔二元系相图的绘制·····	68
实验 9. 部分互溶二元系相图的绘制·····	72
实验10. 具有最低共沸点二元系相图的绘制·····	75
实验11. 分配系数的测定·····	78
实验12. 希托夫法测定离子的迁移数·····	80
实验13. 弱电解质的电导与电离常数·····	84
实验14. 电导法测难溶盐的溶解度·····	90
实验15. 电位法测溶液的 pH 值·····	93
实验16. 离子活度与难溶盐溶度积的测定·····	101
实验17. 分解电压与超电压的测定·····	105
实验18. 电合成·····	111
实验19. 表面活性物质的表面张力等温线 (泡压 法)·····	115
实验20. 固体-液体界面上的吸附 ·····	119
实验21. 重氮盐水溶液分解速度的研究·····	121
实验22. 蔗糖转化速度的研究·····	125
实验23. 乙酸乙酯皂化反应速度的研究·····	129
实验24. 溶胶的制备和净化·····	133
实验25. 动电位的测定·····	138
实验26. 溶胶的凝结·····	141
实验27. 高分子化合物对溶胶的保护作用·····	145
实验28. 蛋白的盐析与变性·····	147
实验29. 粘度法测定动物胶的等电点·····	149
实验30. 粘度法测定高分子化合物的平均分子量·	154
实验31. 凝胶·····	158
附录·····	162
附录 1. 阿贝折射计的光学原理和使用方法·····	162

附录 2. 福丁(Fortin)式汞气压计	170
附录 3. 汞温度计的校正	173
附录 4. 电导水的制备	175
附录 5. 电眼示零器的原理	175
附录 6. 电子管振荡器的原理	179
附录 7. 学生式电位计的原理	180
附录 8. 氢电极的制备	182
附录 9. 甘汞电极的制备	184
附录10. 盐桥的制备	185
附录11. 标准缓冲溶液的 pH 值	185
附录12. 旋光计	186
附录表 1. 水的密度	192
附录表 2. 不同温度下 0.02M KCl 溶液的比电 导 k (欧姆 ⁻¹ - 厘米 ⁻¹)	193
附录表 3. 某些高分子溶液的 K 和 α 值	193
附录表 4. 对数表	194

独立工作能力。

§ 2. 实验的基本步骤 在进行物理化学与胶体化学的基础实验时,一般要求完成下面几个基本步骤:

1. 根据实验教材,配制有关的(或教师所指定的)试剂和溶液,整理和装置实验中所需的各项仪器和设备,并对这些仪器与设备进行预试,以确保实验的顺利进行。

2. 用上述的仪器和设备进行观察和测量,将观察和测量的结果列表详细记录。

3. 将实验数据和有关数值代入指定方程式中,算出待求值,或将实验数据绘成图形,再从图上找出或算出待求值。

4. 把实验的目的、原理、观测结果、结果处理等项,根据教师要求,写成正式报告。

§ 3. 学生的注意事项

1. 为了切实了解实验的目的、原理和实验手续,事前必须对实验教材进行预习。如有可能,预习最好能在实验室内进行,这样,可以面对仪器仔细观察,以便切实掌握仪器的构造和使用方法。如果预习后仍有疑问,应在实验前向教师问明。

2. 如数人合组,实验前必须作好合理安排,务使各人都有锻炼的机会。

3. 对于不熟悉的精密仪器,应先请教师指导使用方法,切勿随意试动。

4. 关于实验手续,必须严格按照实验教材进行,未经指导教师同意,不得擅自改动。

5. 凡有关电学的实验,应在指导教师检查线路无误后,方可关上电键,进行观察和测量。

6. 实验室中应经常保持静穆严肃的学习气氛,避免一切

不必要的谈话,尤应注意不要高声谈笑。

7. 实验时还应随时保持桌面的清洁整齐,有条不紊,以利操作,避免破损。

8. 凡公用的仪器、药品瓶、工具等物,非万不得已勿取离其原来的位置;如必须取离其位,用毕后应立即放回原处。

9. 在实验过程中如遇有困难或疑惑不解之处,应凭自己的学识耐心思考,独立解决,切勿轻易央请教师或他组同学帮助。

10. 实验时应自觉地爱护仪器、节约药品、水电、煤气等物,如有仪器破损,应立即将破损情况如实地向指导教师报告。

11. 每人准备记录本一册,并加编号,备作记录实验数据之用。记录时最好采用表格形式,并应养成真实、准确、简要、整洁等记录习惯。

12. 实验室中如发生意外事故,不论当事人或其它人员,切勿慌乱奔跑,均应保持镇静,并设法与教师一起消灭事故。

13. 实验操作完毕后,应将仪器、桌面、地面、公用药品架等整理得清洁有序,经教师同意后方可离开实验室。

14. 实验报告应按教师指定格式如期完成,坚决反对粗心大意,字迹了草,其中数据一项,必须与原始记录完全一致,否则认为无效。

(二) 实验误差和实验结果的处理

§ 4. 误差的来源 物理化学与胶体化学实验中,经常需要测量温度、压力、浓度、电位差等量。由于测量仪器准确度的限制、人的感觉器官灵敏度的限制、某些理论或关系式的近似性等因素,同一个实验者在相同情况下,多次测量的结果,

可能不全相同。经验告诉我们,这是无法避免的。由此可见,各次测量的结果,不会都是真值,而很可能是近似值。因此,为了说明实验的精确程度,仅仅指出实验的结果是不够的,还应指出实验的误差。

关于实验误差,大致可分为系统误差和偶然误差两大类:

1. 系统误差:这类误差主要发生于下列几种情况:

(1) 仪器的不准确和装置的不妥善:象温度计、滴定管等测量仪器的刻度不够准确、法码质量的不准、天平两臂的不等长、仪器经过长久使用后由于机械磨损或化学侵蚀等情所引起的测量误差,都属于系统误差。虽然仪器设备不可能绝对完善,但若能在制造上加以改进,或测量前随时予以校正,这种误差可得以减小。

(2) 药品的不纯:药品中如果含有杂质,在多数情况下会引起物质的物理化学性质在量上发生偏差,也可能引起副反应。例如,液体的沸点随液体中杂质的量而变;电解产物的量与电解液中杂质是否起反应有关。通过药品的纯化,可以减小或消除这种误差。

(3) 测量方法不当:如测定液体沸点时温度计安插的位置不当,称量时忽略空气浮力的影响等都是测量方法不当的常见例子。这种误差,在改进方法后,是可以避免的。

(4) 理论或关系式的近似性:在导出一个理论或关系式时,往往要引入一些假定或近似。由于这些假定或近似的引入,尽管测量数值都很准确,其最后结果仍有误差。这种误差只有在纠正了理论或关系式的近似性后,才可能被消除。

(5) 实验者的主观偏见:实验者往往在读数时不自觉地偏高或偏低,鉴别颜色时偏深或偏淡,这与实验者当时的心理和生理状态有关,还与他的习惯有关。这种误差在实验者经

过一定时期的训练后,才能逐步减小。

系统误差并不因实验重复次数的增多而减小,它总是以相仿的数值、同一符号(正值或负值)出现的。通过对仪器的仔细校正、药品的反复纯化、实验方法和理论的选择得当以及对实验者进行严格的训练等措施,误差的程度可以得到很大的改善。

2. 偶然误差: 主要由于下列两种情况所引起:

(1) 估计读数不够准确: 实验者在估计一个测定量时不可能达到比仪器最小刻度更加准确的程度,也就是说,在测量中对最后一位读数的估计不可避免地会产生误差。例如,对于一支最小刻度为 1° 的温度计作小于 1° 的多次估计时,可能每次的估计值都不相同或不全相同,这种情况是出于实验者的控制能力之外的。

(2) 意外的因素: 在测量过程中,温度与压力的起伏、空气的流动、电源电压的变动、周围电磁场的影响等意外因素所引起的误差,也都非人力所能完全控制的。

偶然误差的出现,对每一个观察者来说,是在变动的,数值可大可小,符号可正可负。它服从几率定律,即正负两种误差的出现有相同的几率。因此,与系统误差不同,偶然误差随测定的重复次数的增多而减小。

最后,还应指出,错误与误差是不同的。所谓错误包括:

(1) 读数的错误: 把 25° 误读为 35° ; 把 22 毫升误读为 23 毫升等。

(2) 记录的错误: 把 7 误记为 9, 把 12.5 误记为 15.2 等。

(3) 运算的错误: 查对数,拉计算尺以及进行其它演算时所发生的一切错误,都是运算上的错误。

很明显,错误是完全人为的。如果能谨慎地读数,正确地记录,细心地运算,错误是完全可以避免的。这与误差的不可避免性是迥然不同的。

§ 5. 误差的几种表示法 因为偶然误差服从几率定律,即正误差和负误差出现的几率相同,所以经过多次测量的结果,正负误差大致可以抵消。因此,重复测量的次数愈多,实验的误差愈小。设以 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 分别代表各次测量的结果,则算术平均值:

$$a = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i \quad (1)$$

式(1)中 x_i 代表某次的测量值。

各次测量值, $x_1, x_2, \dots, x_n$, 与算术平均值 a 之差,称为各次测量的绝对误差 d , 即:

$$\begin{aligned} d_1 &= x_1 - a; \\ d_2 &= x_2 - a; \\ &\dots\dots\dots; \\ d_n &= x_n - a. \end{aligned}$$

如果把所有的绝对误差加起来,以 n 除之,其商称为平均误差 $\bar{d}$, 即:

$$\bar{d} = \pm \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} = \pm \frac{1}{n} \sum_1^n d_i \quad (2)$$

按式(1):

$$a = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i$$

即:

$$na = \sum_1^n x_i$$

误差为 $\pm \frac{0.0001}{10} = \pm 0.00001$ 。从上面的计算结果可以看出,前者是后者的 10 倍,也就是说,虽然二者的平均误差都是 ± 0.0001 克,但是对 10 克物体的称量比对 1 克物体的称量准确得多。

相对误差通常以百分值来表示,这个百分值习称为百分误差。

为了表示实验结果接近真值的程度,最好能指出各次测量值与实验平均值(或真值)间发生误差的范围,这个范围称为分散程度。分散程度通常以标准偏差 σ 或可几误差 P 来衡量。标准偏差的定义为:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_1^n (d_i)^2}{n-1}} \quad (5)$$

当各测量值离算术平均值较大时, $\sum_1^n (d_i)^2$ 值较大, σ 值也较大;反之,当 σ 值较小时,表明各测量值密集于真值或算术平均值的附近。可几误差的定义为:

$$P = 0.6745\sigma = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum_1^n (d_i)^2}{n-1}} \quad (6)$$

式(5)和(6)只适用于测量次数很多的情况,否则求得的值是不准确的。

下面讨论几种可几误差的应用。

如有一个物体,经过多次称重后,算得其算术平均值为 150.33 克,其可几误差为 0.01 克,则这个物体的质量为 150.33 ± 0.01 克。

应用可几误差还可以解决一组实验数据中某一可疑数值(即与算

术平均值误差较大的数值)可否舍弃的问题。根据乔凡耐特 (Chauvenet) 原理, 若 $d > kP$ (其中 k 是一个常数, 其值决定于测量次数, 见表 1), 则此可疑数值可舍弃不用。应用乔凡耐特原理时, 应该注意, 测量次数必须多于四次, 否则便不适用。

表 1 k 值与测量次数的关系

测 量 次 数 n	k
5	2.44
10	2.91
20	3.32
50	3.82
100	4.16

为了说明乔凡耐特原理的实际应用, 举例如下: 今有某双氧水溶液, 经过数次分析后, 得表 2 所列的实验结果。

表 2 某双氧水溶液的分析结果

样 品 号 码	1	2	3	4	5	6
H ₂ O ₂ %	3.34	3.25	3.33	3.30	3.27	3.55
绝 对 误 差 d	0.00	-0.09	-0.01	-0.04	-0.07	+0.21
算 术 平 均 值 α	3.34					

由表 2 的结果, 可以算出可几误差:

$$P = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{(-0.09)^2 + (-0.01)^2 + (-0.04)^2 + (-0.07)^2 + (0.21)^2}{6}}$$

$$= \pm 0.067$$

从表 1 取 $n = 5$ 时的 k 值, 则 $kP = 2.44 \times 0.067 = 0.163$ 。第 6 号样品的 $d = 0.21$ 大于 0.163。根据乔凡耐特原理, 第 6 号样品数值 3.55 可舍弃不用。

§ 6. 误差的综合结果 物理化学与胶体化学实验中, 实

实验的最后结果多半是由几个直接测得的数据代入有关公式后计算而得的。因此，实验的最后结果中包含各直接测量值的误差在内，也就是说，实验的最后结果的误差是几个直接测量值的误差的综合结果。

下面讨论误差的综合结果的计算方法。

设实验的最后结果 A 与各测量值 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 间的关系可以用下列一般式表示：

$$A = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

令 $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ 分别表示 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 的测量误差，以 ΔA 表示误差的综合结果。当误差值 $\Delta A, \Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ 与原来各值 $A, x_1, x_2, \dots, x_n$ 比较时，如果小得很多，则可以把 $\Delta A, \Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ 等看作微分 $dA, dx_1, dx_2, \dots, dx_n$ 。若将上面的函数式微分，得绝对误差如下：

$$dA = f'_1 dx_1 + f'_2 dx_2 + \dots + f'_n dx_n \quad (7)$$

式(7)中 $f'_1, f'_2, \dots, f'_n$ 分别代表函数 $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 对 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 的偏导数。

衡量综合结果的准确性一般用相对误差 (dA/A)。根据高等数学：

$$\frac{dA}{A} = d \ln A = d \ln f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

或，

$$\frac{dA}{A} = \frac{f'_1}{f} dx_1 + \frac{f'_2}{f} dx_2 + \dots + \frac{f'_n}{f} dx_n \quad (8)$$

式(8)是一个求算相对综合误差的通式。

在式(7)和(8)中，每个测量误差值的符号可正可负。为了考虑到最坏的情况，对于各项误差值均应取相同的符号。

根据这个原则，应用式(7)和(8)把几种简单函数式的运算结果(包括绝对误差和相对误差的综合结果)列于表3。表3中各值都是绝对值，各误差值之前的±号表示正误差或负误差。

表3 几种简单函数式的绝对误差和相对误差的综合结果

函 数 式	误 差	
	绝 对	相 对
$A = x_1 + x_2 + \dots$	$dA = \pm (dx_1 + dx_2 + \dots)$	$\frac{dA}{A} = \pm \frac{dx_1 + dx_2 + \dots}{x_1 + x_2 + \dots}$
$A = x_1 - x_2$	$dA = \pm (dx_1 + dx_2)$	$\frac{dA}{A} = \pm \frac{dx_1 + dx_2}{x_1 - x_2}$
$A = x_1 \cdot x_2$	$dA = \pm (x_1 dx_2 + x_2 dx_1)$	$\frac{dA}{A} = \pm \left(\frac{dx_1}{x_1} + \frac{dx_2}{x_2} \right)$
$A = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$	$dA = \pm (x_2 x_3 dx_1 + x_3 x_1 dx_2 + x_1 x_2 dx_3)$	$\frac{dA}{A} = \pm \left(\frac{dx_1}{x_1} + \frac{dx_2}{x_2} + \frac{dx_3}{x_3} \right)$
$A = x^n$	$dA = \pm nx^{n-1} dx$	$\frac{dA}{A} = \pm n \frac{dx}{x}$
$A = \frac{x_1}{x_2}$	$dA = \pm \frac{x_2 dx_1 - x_1 dx_2}{x_2^2}$	$\frac{dA}{A} = \pm \left(\frac{dx_1}{x_1} - \frac{dx_2}{x_2} \right)$
$A = \ln x$	$dA = \pm d \ln x = \pm \frac{dx}{x}$	$\frac{dA}{A} = \pm \frac{d \ln x}{\ln x} = \pm \frac{dx}{x \ln x}$

研究误差的综合结果，可以了解下面两方面的问题：

(1) 从误差的综合结果可以看出各测量误差对最后结果的影响大小，由此可以进一步推知获得最小误差的依据。

(2) 如果规定了最后结果的误差限度，反过来可以推知各测量误差的最大容许值，由此可以选定恰当的测量工具与之配合，以避免盲目使用过分精密的仪器所造成的人力和仪器

的浪费。

下面是误差的综合结果在实际问题上应用的几个例子。

〔例 1〕 根据泊稷叶(Poiseuille)方程式, $\eta = \frac{\pi P r^4 t}{8 l v}$, 测出液体所受的压强 P , 毛细管半径 r 和长度 l , 及管中流过 v 体积液体所需的时间 t 后, 便可算出液体的粘度 η 。若已知各测量误差如下:

		绝对误差	相对误差
压力 P	20 厘米汞柱高	± 0.1 毫米汞柱高	± 0.0005
半径 r	1 毫米	± 0.01 毫米	± 0.01
长度 l	10 厘米	± 0.1 毫米	± 0.001
时间 t	25 秒	± 0.1 秒	± 0.004
体积 v	5 厘米 ³	± 1 毫米 ³	± 0.0002

将泊稷叶方程式取对数微分, 得:

$$d \ln \eta = d \ln P + 4 d \ln r + d \ln t - d \ln l - d \ln v$$

为了考虑最坏的情况, 相对误差的综合结果应该是上式右边各值的加和值:

$$\begin{aligned} \frac{d\eta}{\eta} &= \pm \left(\frac{dP}{P} + 4 \frac{dr}{r} + \frac{dt}{t} + \frac{dl}{l} + \frac{dv}{v} \right) \\ &= \pm (0.0005 + 4 \times 0.01 + 0.004 + 0.001 + 0.0002) \\ &= \pm 0.0457 \\ &= \pm 4.57\% \end{aligned}$$

从上面的运算可以看出两点:

- (1) 综合误差值比任一测量误差值都要大得多。
- (2) 毛细管半径的测量误差对综合结果的影响最大, 这不仅在于毛细管半径的相对误差值最大, 而且在运算中还要乘以 4 (见上式)。因此, 提高测量毛细管的准确度是减小 η 值误差的关键。

〔例 2〕 应用威斯顿(Wheatstone)电桥, 通过下式可以求得待测电阻的阻值 R_x :

$$R_x = R \frac{l_1}{l_2}$$

式中 R 是标准电阻的阻值, l_1 和 l_2 分别是桥线两臂的长度。

因为 R 是标准电阻的阻值, 它的绝对误差可看作零。根据表 3:

$$\frac{dR_x}{R_x} = \pm \left(\frac{dl_1}{l_1} + \frac{dl_2}{l_2} \right)$$

桥线两臂的长度 l_1 和 l_2 是桥线全长 l 的两个部分, 即 $l = l_1 + l_2$, 它们的绝对误差应当与全长的绝对误差相同, 也即 $dl_1 = dl_2 = dl$, 故:

$$\begin{aligned} \frac{dR_x}{R_x} &= \pm \left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right) dl = \pm \left(\frac{l_1 + l_2}{l_1 \cdot l_2} \right) dl \\ &= \pm \left(\frac{l}{l_1 \cdot l_2} \right) dl = \pm \left[\frac{l}{(l - l_2) l_2} \right] dl \end{aligned}$$

l 是定值, 当 $(l - l_2) l_2$ 值为最大时, 待测电阻的相对误差为最小。

取 $(l - l_2) l_2$ 对 l_2 的一阶导数和二阶导数:

$$\frac{d}{dl_2} [(l - l_2) l_2] = l - 2l_2,$$

$$\frac{d^2}{dl_2^2} [(l - l_2) l_2] = -2.$$

因为这里二阶导数是负值, 故当一阶导数为零时, 可求得 $(l - l_2) l_2$ 的最大值, 即当:

$$l - 2l_2 = 0,$$

$$\text{则, } l_2 = \frac{l}{2},$$

$$\text{或, } l_2 = l_1$$

也就是说, 当桥线两臂的长度相等时, 待测阻值的相对误差最小。

〔例 3〕 已知某样品重约 0.20 克, 希望称量该样品的相对误差不超过 0.2%, 试问称重应准确到什么程度?

设每次称重的绝对误差都等于 $\pm \Delta x$, 两次称量的绝对误差等于 $\pm 2\Delta x$, 因此:

$$\frac{\pm 2\Delta x}{0.20} = \pm 0.2\%$$

$$\Delta x = 0.0002 \text{ 克}$$

这表明每次称量的绝对误差不得大于 ± 0.0002 克。因此，使用分析天平来称量这个样品最为合适。假如使用微量或半微量天平来称衡这个样品，那就浪费人力和物力了。

§ 7. 运算法则 为了简化运算手续，节省运算时间，并且不使最后结果的第一位可疑数字发生影响，克仑普勒(Crumpler)和姚氏(Yoe)在《化学运算及其误差(Chemical Computations and Errors)》一书中提出几条运算法则。今择其要者介绍如下：

1. 记取测量值时，只保留一位可疑数字。
2. 最后一位数字的存疑值一般为 ± 1 。
3. 在舍弃无用数字时，采取四舍五入的原则。例如，从 27.1265 截取四位有效数字，得 27.13，如截取三位有效数字，得 27.1。
4. 在加减的运算中，所有各数小数点后面的位数只保留到与小数后位数最少的那个数的相同位数。例如，在 $13.65 + 0.0082 + 1.632$ 的运算中，13.65 只有两位小数，根据这条法则，其它两个数值也只取两位小数，因此：

$$\begin{array}{r} 13.65 \\ 0.01 \\ 1.63 \\ \hline 15.29 \end{array}$$

5. 在乘除的运算中，若几个数值中某一数 A 的有效位数最少，那末该数的可疑百分数最大，在截取其它各数的有效位数时，不得使截取后的各数值的可疑百分数大于 A 的可疑百

$$y = \left[\frac{0.427(72.6 + 4.38)}{323.7 - 319.3} \right]^2$$

先进行加减的运算,根据法则 3 和 4,应将 4.38 写为 4.4,于是:

$$y = \left[\frac{0.427 \times 77}{4.4} \right]^2$$

再根据法则 5,应对中括弧内各值截取两位有效数字,因此:

$$y = \left[\frac{0.43 \times 77}{4.4} \right]^2$$

根据法则 6,上式的计算可以利用计算尺来进行:其结果为:

$$y = 57$$

§ 8. 制表 为了使实验数据看起来一目了然,便于对实验结果进行分析和说明,实验数据通常以表格、图形和方程式三种形式来归纳。

本节讨论表格的制作。关于表格,大致可分为三类:

1. 反映物质性质的表格,如周期表、指示剂变色范围表等。

2. 统计表,如一定温度下各种难溶盐的溶度积表、盐类溶解度表等。

3. 函数表,如水在不同温度时的表面张力表(见表 4)。

在物理化学与胶体化学实验中,最常用的是第三种表格,即函数表。

表格的形式,根据不同的要求是多种多样的。总的讲来,对于表格的制作,一般有下列几个要求:

1. 每个表都应有标题;标题必须简洁、达意、完整。

2. 表的格式应当简单、明了、清楚。