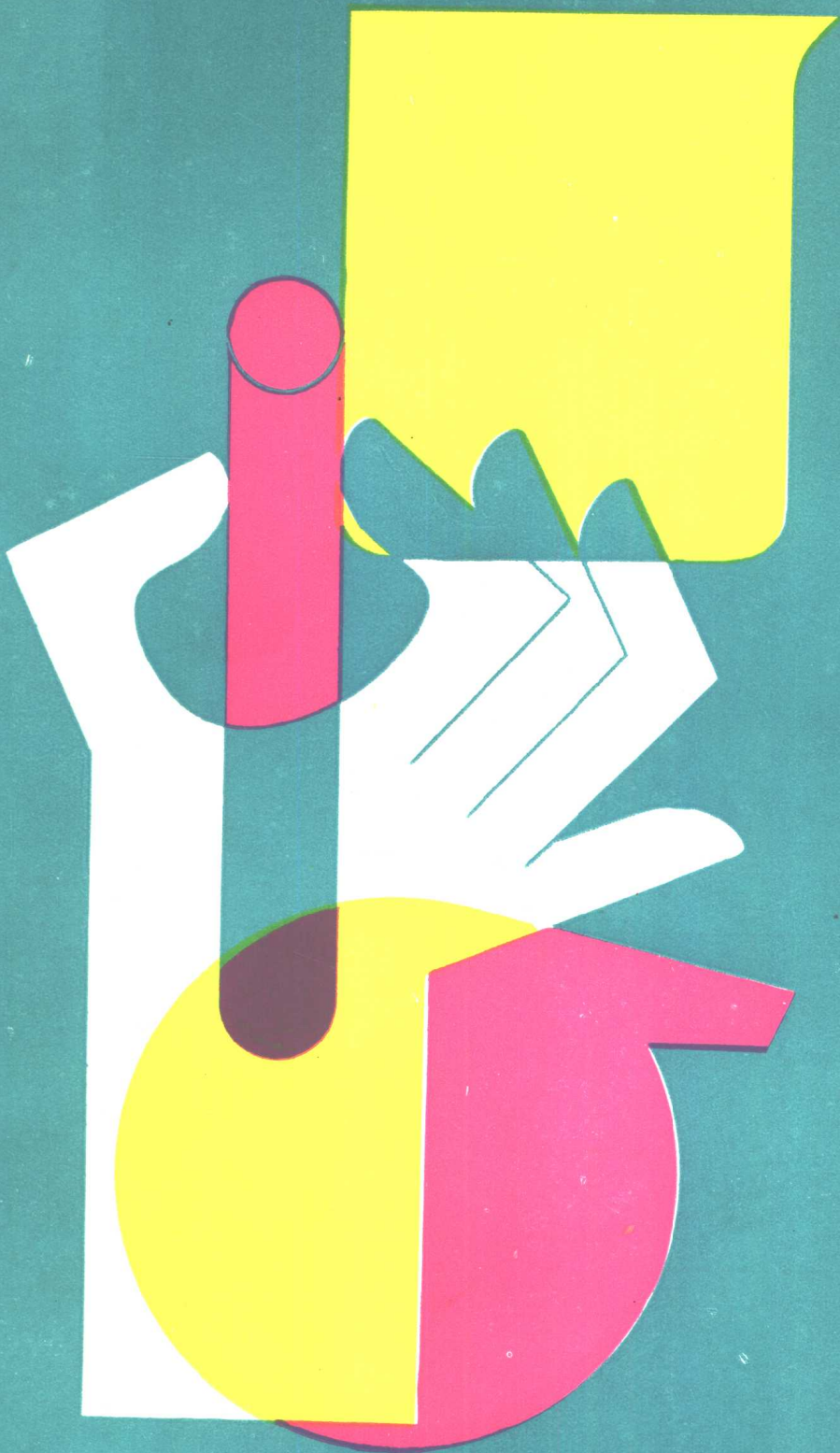


胡绍枫 陈凤翔 李能 编译

基础化学实验



无机化学
有机化学
生物化学



化学工业出版社

基础化学实验

——无机化学
有机化学
生物化学

胡绍枫 陈凤翔 李能 编译

化学工业出版社

(京)新登字039号

基础化学实验

——无机化学

有机化学

生物化学

胡绍枫 陈凤翔 李能 编译

责任编辑：徐蔓

封面设计：季玉芳

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本787×1092¹/₁₆印张6 字数146千字

1991年12月第1版 1991年12月北京第1次印刷

印 数 2-2,900

ISBN 7-5025-0950-x/TQ·552

定 价4.80元

前 言

Harold L. Bird, Jr. 所著“Laboratory Studies in General, Organic and Biological Chemistry”是一本很有特色的参考教材。该书内容丰富广泛，讲述深入浅出，特别是实验操作部分图文并茂，操作图形象、直观，一目了然，便于读者掌握化学实验的基本操作及要领。此书在每一实验之前都扼要概述实验的基本原理，然后细致阐述实验的具体步骤，并对实验报告作出了明确的要求。我们保留了该书的主要内容，结合我国具体情况予以适度增删，编译成现在这样一本书。

本书分两部分。第一部分为基本的数学运算及实验技术基础，第二部分为实验。实验共有22个。其中无机化学实验11个，有机化学5个，生化实验6个。每个实验均包括四个内容：

(1) 实验有关知识及原理介绍；(2) 实验步骤；(3) 仪器及试剂；(4) 习题。实验力求简单并具有代表性、综合性。全书实验约100个学时，针对不同专业学生或不同施教对象的实际需要情况可进行适当选择。

考虑到非化学专业读者的需要，本书包括了无机化学、分析化学、有机化学和生物化学诸门课程实验的基本操作；常见的无机、有机、生化物质的性质；无机物、有机物的合成；简单的定性、定量分析以及有关的基本知识。

本书可作为高等院校非化学化工专业的实验教材，诸如医疗护理学、工业管理、经济、商业、食品加工、轻工、建筑等专业的实验教材，也可作为大专、中专、职业高中及高中化学实验课的参考教材。

化工出版社责任编辑徐蔓并其他有关同志对本书的出版给予了热情的帮助，投入了认真细致的编辑工作，谨在此表示衷心谢意。

限于编者水平，缺点、错误在所难免，恳请读者批评指正。

编者

1989年秋于燕园

内 容 提 要

本书由美国Harold L. Bird, Jr. 所著“Laboratory Studies in General Organic and Biological Chemistry”编译而成。

本书第一部分为化学实验的基础知识，包括化学计算和实验技术部分。第二部分为实验部分，共包括21个基础实验，其中无机化学11个，有机化学5个，生物化学6个。内容丰富、具体，插图直观、形象。

本书可用作中学、职业高中、大中专院校非化学专业的参考教材。

414793

目 录

前 言

第一部分 化学实验的基础知识	1
一 化学计算的基础知识.....	1
二 实验技术基础.....	6
第二部分 实验部分	17
实验一 水.....	17
实验二 水合物.....	20
实验三 溶解度和结晶.....	23
实验四 常用酸和碱的性质.....	27
实验五 pH、指示剂、水解和缓冲液.....	30
实验六 酸碱滴定.....	34
实验七 测定化合物的实验式.....	37
实验八 电化学和电导率.....	40
实验九 金属的活动性.....	44
实验十 氧化还原反应.....	46
实验十一 阴离子分析.....	51
实验十二 有机化学基本操作：熔点和沸点的测定.....	53
实验十三 有机化学基本操作：结晶和分子量测定.....	56
实验十四 有机分析：官能团反应.....	60
实验十五 有机分析：未知物鉴定.....	63
实验十六 几种有机化合物的合成.....	66
实验十七 生化实验：碳水化合物(糖类).....	70
实验十八 生化实验：类脂.....	73
实验十九 生化实验：蛋白质、肽和氨基酸.....	76
实验二十 生化实验：酶.....	78
实验二十一 牛奶与其它食物.....	82
实验二十二 血和尿.....	86

第一部分 化学实验的基础知识

一、化学计算的基础知识

化学工作涉及到许多用数字表达的测量参数，我们既要了解各种有关单位的定义和换算方法，还要具备正确的数学运算知识。如果运算不正确，不仅会给实验带来麻烦，而且往往会导致错误的实验结果。为此，本节将介绍在本书实验中使用的摩尔和摩尔浓度的概念，以及数学运算的基础知识及其在化学工作中的应用。

1. 摩尔和物质的量浓度

(1) 摩尔 我国法定计量单位规定“物质的量”计量单位为摩尔，符号为 mol。摩尔是一个十分重要的概念，在本实验课程中，物质的量、物质的质量和溶液的浓度都要用到摩尔的概念。

一定量物质所含的基本单元(如原子、分子、离子、电子或其它粒子)数，如正好和12g C^{12} (一种碳的同位素)所含的原子数相等时，该物质的量即为1mol。12g C^{12} 所含的原子数称为阿伏加德罗(Avogadro)数，记作 N_A ， $N_A=6.02 \times 10^{23}$ 。

(2) 摩尔质量 物质的摩尔质量是指1mol物质的质量。1mol任何原子的质量，就是以克作单位，在数值上等于该种原子的原子量。例如金的原子量是197.0，1mol金原子的质量是197.0g。同样，1mol任何分子的质量，就是以克作单位，在数值上等于该种分子的分子量。例如 H_2SO_4 的分子量是98，1mol H_2SO_4 分子的质量是98g。同样也可以推知1mol任何离子的质量。由于电子的质量太微小，失去或得到的电子的质量可以略去不计。例如1mol NO_3^- 离子的质量是62g。

(3) 物质的量浓度 在一定量的溶液或溶剂中所含溶质的量叫做溶液的浓度。溶质、溶剂和溶液的量可用不同的单位表示。因此，表示溶液浓度的方法可有多种。本书使用的摩尔浓度，是用1L溶液中所含溶质的摩尔数来表示的。按照1984年全国法定计量单位工作会议规定，摩尔浓度应称为物质的量浓度。下面就简要地介绍有关物质的量浓度的表示方法，以及摩尔浓度如何表示为物质的量浓度。

基本单元X作为溶质的物质的量浓度，在表达时用 $c(X)$ 或 $[X]$ 作为符号。它定义为溶质X的物质的量 $n(X)$ 与溶液体积V之比：

$$c(X) = \frac{n(X)}{V}$$

其单位为 $mol \cdot m^{-3}$ ，但一般习惯使用它的倍数单位 $mol \cdot dm^{-3}$ 或 $mol \cdot L^{-1}$ 。

在使用符号 c 表示基本单元的物质的量浓度时，基本单元的符号应放在符号 c 后的括弧内，例如：

$$c(H_2SO_4) = 0.05 mol \cdot L^{-1}, \quad c\left(\frac{1}{2} H_2SO_4\right) = 0.1 mol \cdot L^{-1}$$

在本书的实验和习题中沿用了摩尔浓度的写法，如盐酸0.1M，按照物质的量浓度的定义，应写为 $c(HCl) = 0.1 mol \cdot L^{-1}$ 或 $HCl, 0.1 mol \cdot L^{-1}$ 。

在此需要说明,常用的当量浓度也是物质的量浓度,只是其基本单元不同而已。如:

0.1 mol·L⁻¹的H₂SO₄溶液,在与NaOH反应时,其基本单元为 $\frac{1}{2}$ -SO₄²⁻或者说H⁺,此时其浓度关系如下式:

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1\text{M} = 0.2\text{N} = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = \frac{1}{2} c\left(\frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-}\right)$$

$$c\left(\frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-}\right) = 0.2\text{N} = 0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

在实验六中采用的 $N_{\text{酸}}$ 、 $N_{\text{碱}}$ 即为当量粒子的物质的量浓度。

关于物质的量浓度的计算通过下面的两个例子来说明。

例1. 已知200ml碳酸钠溶液中含有Na₂CO₃ 10.6g, 计算此溶液的浓度 c 为多少mol·L⁻¹?

解: Na₂CO₃的摩尔质量是106g·mol⁻¹,

$$10.6\text{g Na}_2\text{CO}_3 \text{ 相当于 } \frac{10.6\text{g}}{106\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.1\text{mol}$$

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.1\text{mol} \times \frac{1000}{200}\text{L}^{-1} = 0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

例2. 如何配制500ml 0.5mol·L⁻¹的NaOH溶液?

解: 根据物质的量浓度的定义, 0.5mol·L⁻¹的NaOH溶液就是1000ml溶液中含有NaOH 0.5mol。500ml 0.5mol·L⁻¹的NaOH溶液中含NaOH的mol数为

$$\frac{500\text{ml}}{1000\text{ml}} \times 0.5\text{mol} = 0.25\text{mol}$$

已知NaOH的mol质量等于40g·mol⁻¹, 所以需要的NaOH的量为0.25mol × 40g·mol⁻¹ = 10g。

称取10g NaOH, 放入烧杯中, 加入适量刚煮沸过又凉至室温的蒸馏水(以除去水中的CO₂), 搅拌溶解后, 转移到500ml容量瓶中, 再用少许同样的蒸馏水洗涤烧杯几次, 每次均转入容量瓶中, 最后加蒸馏水到容量瓶刻度, 摇匀。有关容量瓶的使用在以后的实验中会学到。对于更精确的实验, 该NaOH溶液的浓度还要用标准酸进行标定, 这个操作也将在酸碱滴定的实验中学习。

2. 科学的计数方法

科学家通常采用10的幂表示测量的数据, 10的幂即10的指数。例如, 10⁴就是4个10相乘:

$$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10$$

由于自然科学所涉及的数字范围很大, 例如, 物体的大小可以由一个核粒子的10⁻¹⁴m大小到一个星系10²¹m, 它们的范围约为10³⁵m, 因此, 使用指数来表示这些数字及运算都是十分方便的。

此外, 科学计数方法更能表达其含义。例如, 一个光年是9 460 000 000 000 000m, 不能立即看清这个巨大的米数, 但是当写成9.46 × 10¹⁵m时, 就很容易与其它大数字进行比较, 而且更简明。与此类似, 用科学计数法表达一些很小的数字就更具有其合理性。例如0.000 000 000 146 8, 当表述为1.468 × 10⁻¹⁰就不那么麻烦了。

(1) 所有的10相乘(除)可以表示为10的幂。

$$10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100\,000$$

$$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10\,000$$

$$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$$

$$10^2 = 10 \times 10 = 100$$

$$10^1 = 10 = 10$$

$$10^0 = 1 = 1$$

$$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0.1$$

$$10^{-2} = \frac{1}{10^2} = 0.01$$

$$10^{-3} = \frac{1}{10^3} = \frac{1}{1000} = 0.001$$

$$10^{-4} = \frac{1}{10^4} = \frac{1}{10\,000} = 0.0001$$

$$10^{-5} = \frac{1}{10^5} = \frac{1}{100\,000} = 0.00001$$

(2) 其它所有数字可以表示为一个数乘以10的幂。

$$356 = 3.56 \times 10^2$$

$$0.0678 = 6.78 \times 10^{-2}$$

$$5280 = 5.280 \times 10^3$$

$$22421 = 2.2421 \times 10^4$$

$$0.000\,146 = 1.46 \times 10^{-4}$$

$$0.005\,06 = 5.06 \times 10^{-3}$$

(3) 任何基数的零次方等于1。

$$10^0 = 1$$

$$x^0 = 1$$

(4) 当以指数表示的数字相乘时，相等基数的指数相加。

$$10^1 \times 10^2 = 10^3$$

$$10^0 \times 10^4 = 10^4$$

$$10^{-3} \times 10^8 = 10^5$$

$$10^3 \times 10^{-8} = 10^{-5}$$

$$y^3 \times y^{-1} = y^2$$

$$(2 \times 10^3)(3 \times 10^{-5}) = 6 \times 10^{-2}$$

$$(2 \times 10^{-2})(4 \times 10^{-3}) = 8 \times 10^{-5}$$

$$(2 \times 10^0)(2 \times 10^4) = 4 \times 10^4$$

(5) 当以指数表示的数字相除时，相同基数的指数相减。

$$10^{-2}/10^5 = 10^{-7}$$

$$10^5/10^{-2} = 10^7$$

$$10^{-4}/10^{-2} = 10^{-2}$$

$$6 \times 10^{-5}/2 \times 10^{-2} = 3 \times 10^{-3}$$

$$\begin{aligned} 6 \times 10^4 / 3 \times 10^6 &= 2 \times 10^{-2} \\ z^3 / z^1 &= z^{-1} \end{aligned}$$

(6) 可以将指数改为利于相除的形式。

$$\frac{1 \times 10^4}{5 \times 10^6} \text{ 改为 } \frac{10 \times 10^3}{5 \times 10^6} = 2 \times 10^{-3}$$

$$\frac{2 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3}} \text{ 改为 } \frac{20 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^0 = 4$$

$$\text{或改为 } \frac{2 \times 10^{-3}}{0.5 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^0 = 4$$

(7) 在用指数表达数字时, 小数点前面应是数字, 而不是零。

$$\frac{2.0 \times 10^{-3}}{5.0 \times 10^4} = 0.40 \times 10^{-7} \text{ 改为 } 4.0 \times 10^{-8}$$

$$\frac{4.0 \times 10^5}{0.050} = 80 \times 10^5 \text{ 改为 } 8.0 \times 10^6$$

(8) 指数是分数时, 可以用根来表示。

$$10^{1/2} = \sqrt{10}$$

$$10^{5/2} = \sqrt{10^5}$$

$$10^{2/3} = \sqrt[3]{10^2}$$

$$4^{3/2} = \sqrt[2]{4^3}$$

(9) 指数可以乘方。

$$(10^2)^3 = 10^6$$

$$(10^{-3})^2 = 10^{-6}$$

$$(2 \times 10^{-2})^3 = 8 \times 10^{-6}$$

$$(3.0 \times 10^4)^3 = 27 \times 10^{12} = 2.7 \times 10^{13}$$

3. 有效数字

任何一种物理测量, 例如质量、长度、时间、体积或速度, 其精度都受到测定仪器准确性的限制。

如果用一把最小刻度为 1mm ($\frac{1}{10}\text{cm}$) 的尺子测量一根铅笔的长度, 测量结果是 18.2cm , 该数值有“三位有效数字”, 这支铅笔长接近 18.2cm 。如果有一个更准确的尺子, 测得 18.23 , 则它有“四位有效数字”。

在一个精度 0.1g 的天平上 (可估计到 0.01g) 称量一个卵石, 其重量称得为 $5.3(4)\text{g}$, 称量准确到 5.3g , 具有“二位有效数字”。如果在一个分析天平上称量该卵石, 天平称量的准确性为 0.1mg ($1\text{mg} = \frac{1}{1000}\text{g}$), 测得其重量为 5.3364g , 它有“五位有效数字”。测量的准确性决定了有效数字的位数。上面的数字亦可以毫克为单位, 即 5336.4mg , 按照倍数或分数单位表示方法的规定, 应写作 $5.3364 \times 10^3\text{mg}$ 。

一堆煤重 2 吨, 或者说是 2000kg , 但这并不意味着准确称量到 2000kg 。其准确性决定了有效数字。 2000kg 可以准确写为 2×10^3 、 2.0×10^3 、 2.00×10^3 或 $2.000 \times 10^3\text{kg}$, 究竟应该是哪种写法: 这就取决于称量煤的秤可准确到什么程度, 是 1000kg 、 100kg 、 10kg 还是 1kg 。

这就决定了2以后多少个零(0)是有效的。

用一支可测到0.1ml的注射器吸取10.0ml血样(三位有效数字),该体积可以写成 1.00×10^1 ml,或者0.0100L,或最好是 1.00×10^{-2} L。所有写法的有效数字是三位。应注意的是,当用0.0100L表示时,小数点和1之间的零(0)不是有效的,它只表示小数点的位置。在1以后的零(0)是有效的,它表示测量的精度。

钙的原子量是40.08,具有四位有效数字,钛的原子量是47.90也有四位有效数字,然而光速300 000km/s,只有三位有效数字,因为测量值只精确到1000km/s;更确切的写法应该是 3.00×10^5 km/s。

当有效数字的位数确定之后,有效数字后面的一位数字应按照GB1.1-81规定的原则修约。按该原则的规定,如果有效数字后面第一位数字恰好是5,5之后的数字不全为0,则在5的前一位数字上增加1;若5之后的数字全为0,而5的前一位数又是奇数,则在5的前一位数上增加1;若5之后全为0,而5的前一位数为偶数,则舍去不计。

例如,3.14159可修约写成3.1416、3.142、3.14、3.1或3,这取决于有效数字保留几位。

计算结果的有效数字不应多于最低精度的测定数值的位数。例如加、减数字时,所得数字应按上述原则,保留位数至测量估计位,或者每个数字先修约,使小数点右面保留的位数与被加(或被减)数字的位数一样。例如:

$$\begin{array}{r} 3.26 \\ 1.8469 \\ 0.032 \\ \hline 5.1389 = 5.14 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 3.26 \\ 1.85 \\ \text{或 } 0.03 \\ \hline 5.14 \end{array}$$

数字相乘或相除时,得数舍(或入)到最低精度位,即有效数字的位数。例如:

$$3.14159 \times 20.0 = 62.8$$

或
$$\frac{3.14159}{20.0} = 0.157 = 1.57 \times 10^{-1}$$

由于20.0只有三位有效数字,所以上面的两种情况中,答数只有三位有效数字。

4. 百分组成

每个组分在混合物或化合物中的百分数是表达各个组分浓度的一种方法。例如有一个装有60个苹果、40个梨的篮子,我们用数/基数,得到篮子内有60%苹果,40%的梨。但是如果我们用重量/重量基数,那么苹果和梨的百分数与60和40完全不同。分别称量出苹果和梨的总重,或者一种水果的重量(苹果或梨任意一种)及全部水果总重,就可以算出每种水果的百分组成。例如称得60个苹果重7.5kg,水果总重15kg,计算出梨重7.5kg

$$\% \text{ 苹果} = 7.5/15 = 50\%$$

$$\% \text{ 梨} = 7.5/15 = 50\%$$

重量百分数与数目百分数是不同的,科学工作中使用的百分组成通常是指重量百分而言。例如一个50.0g铜矿样,经分析含0.25g铜,问矿中铜的百分含量是多少?

$$\begin{aligned} \% \text{ 铜} &= 0.25 \text{ g 铜} / 50.0 \text{ g 矿} \times 100\% \\ &= 0.50\% \end{aligned}$$

习题

- 写出1mol下列物质的质量。
(1) 铁 (2) 氧气 (3) 二氧化碳 (4) 高锰酸钾 (5) 草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) (6) 钙离子
- 下列物质的量各是多少摩尔?
(1) 0.5kg 锌原子 (2) 1kg 钠离子 (3) 20g 二氧化硫 (4) 50g 硫酸铜
- 计算下列物质的质量。
(1) 0.3mol 硝酸 (2) 1.5mol 氧化铝
- 0.0678g NaCl 溶解在25ml 水中, 计算该溶液的浓度是多少 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$?
- 下列试剂为实验室常备药品, 请计算它们的浓度是多少 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$?
(1) 盐酸 密度 $1.18\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$, 含 HCl 36%;
(2) 硫酸 密度 $1.84\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$, 含 H_2SO_4 96%;
(3) 硝酸 密度 $1.42\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$, 含 HNO_3 71%;
(4) 氨水 密度 $0.90\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$, 含 NH_3 27%。
- 将下列数字用指数表示。
45678, 0.0005860, 20%, 1650000
- 5.2×10^4 乘以 2.6×10^{-2} 。
- 5.2×10^4 除以 2.6×10^{-2} 。
- 2.46×10^8 乘以 3.4×10^8 。
- 34.167, 1.34 和 463.1 相加。

二、实验技术基础

实验室操作技术中正确无误、有条不紊的良好习惯, 以及严格的科学态度是有效和准确地完成实验的基础。

许多实验基本操作, 例如煤气灯调节、玻璃操作、准备一个过滤器及过滤操作、使用移液管等, 看起来简单, 但往往在许多操作的细节上, 甚至是关键步骤有错误。实验操作不好, 就会得不到好的实验结果, 也会拖延实验时间。因此, 化学工作者正确地进行实验对得到可靠结果是十分重要的。本实验通过图形说明主要的操作技术, 为学生提供学习和应用这些基本实验技术的机会, 为以后实验打下基础。

认真地观察实验现象, 准确记录现象和数据, 整理、计算和分析数据, 得出结论, 总结并写出实验报告也是实验基础的重要训练之一。为此, 本节将介绍实验规则、常用的仪器及实验操作。

1. 实验规则

为了养成良好的实验习惯和严格的科学态度, 必须遵循必要的实验规则。

(1) 实验室安全守则 实验室的安全是完成实验的重要保证, 实验室每一个人都必须遵守, 鲁莽从事、漫不经心是决不允许的。

实验时会接触大量药品和化学反应, 要特别注意保护眼睛, 万一药品溅入眼睛, 立即用流动的自来水冲洗并报告教师。有的实验必须戴防护眼镜。

每人都必须知道实验室的煤气、水、电的开关, 灭火器、消防水栓的位置, 保健箱放在何处, 学会使用灭火器材, 一旦发生事故立即报告教师。

在实验室内不准吸烟, 吃东西。任何药品都不准品尝, 不准私自带出室外。

应避免吸入任何烟气, 需要鉴别气味时, 要采用正确的方式, 例如用手扇动来闻气味。

产生烟气的实验应在通风橱内进行。

要按照书中所述步骤、方法进行实验，如有改变，应事先征得教师同意。

废物、废酸、废水应按实验室规则处理，不得随意乱倒。

(2) 预习及实验 学生进入实验室之前预习越好，在实验过程中效率越高，就越能学到更多的知识。因此，学生必须充分预习，了解实验目的，内容，所依据的理论，要记录的现象和数据。每个实验后面的问题要认真思考。预习完后，应把实验目的、操作要点、需要记录的现象和数据写成预习报告。

要按照书中所述要求、方法和步骤进行实验，实验中有些特殊要求，例如干燥的试管、烧杯等，往往是获得正确实验结果的关键。观察实验要认真仔细，原始记录要完整、准确。所有记录必须记在记录本或预习报告上，不得记在小纸片上。如果你观察到反应产生气泡，溶液颜色由黄变蓝，记录时就要将这两种现象都记录下来。如果你在做 Fe^{2+} 与氧化剂反应，变成 Fe^{3+} 的实验，记录应写为溶液由浅绿色变成桔红色，而不应写成 Fe^{2+} 变成 Fe^{3+} ，因为这是原始记录，是观察实验的记录。实验完毕后，应将记录交给教师检查，通过后方得离开。

(3) 实验报告 实验结束后，应将实验记录，原始数据进行分析、归纳，写成实验报

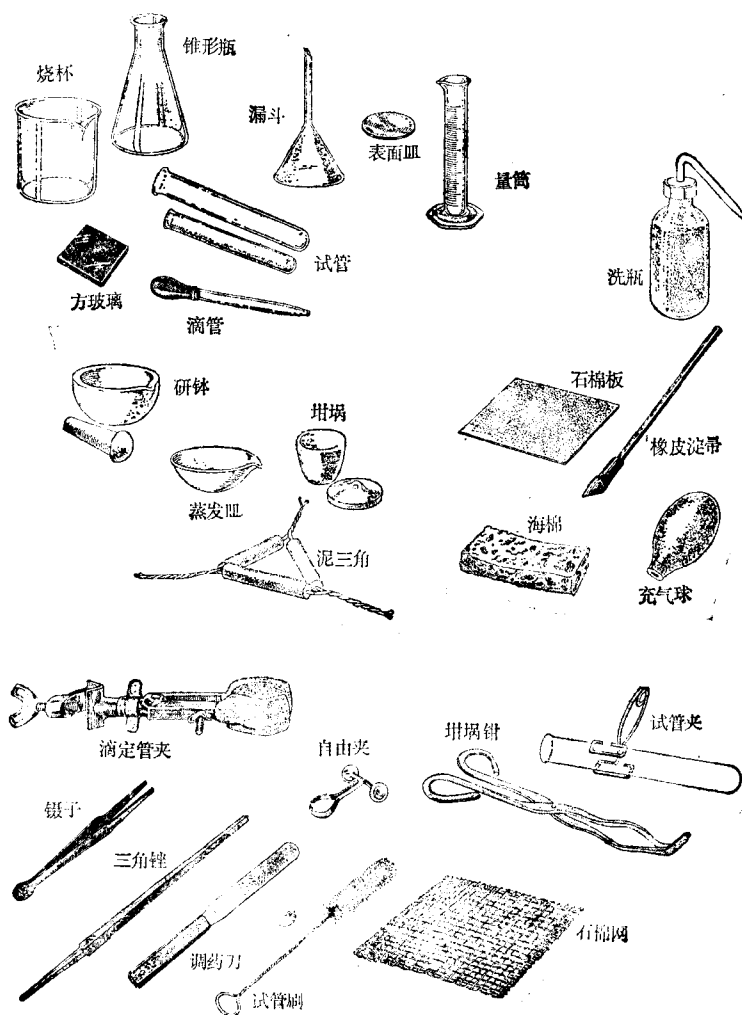


图 1.2-1 实验室普通仪器

告报告内容一般应有实验题目、实验目的、简单原理、原始记录、实验结果、问题和讨论等。

2. 实验室普通仪器 (如图1.2-1)

3. 单盘天平的使用

(1) DT-100型单盘天平的主要特点 DT-100型单盘天平, 最大负荷100g, 名义分度值0.1mg, 读数精度0.05mg, 微标称量范围-15~+110mg, 全部机械加码, 范围为0.1~99.9g, 因而是快速称量的精密仪器。见图1.2-2。

DT-100型精密天平属于刀刃支承式不等臂单盘天平, 在横梁的前端为砝码架与称盘连结在一起的悬挂系统, 并且砝码全部放置于砝码架上, 横梁的另一端是一固定的配重砣, 使天平保持平衡状态。当被称物放置于称盘内时, 旋转减码机构的手钮, 将相当于被称物质量的砝码从砝码架上托起进行替代, 而使天平横梁处于平衡。因此在进行不同质量物质的称量时, 加到刀刃支承上的负荷为一定值, 天平的灵敏度是恒量。

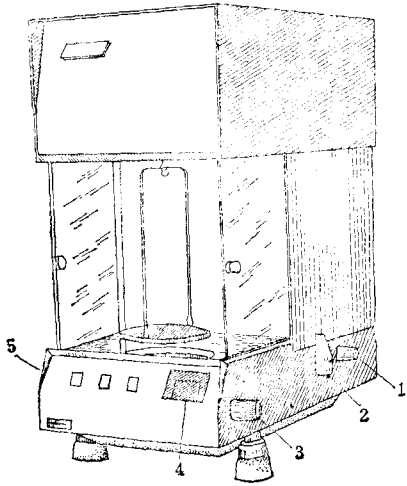


图 1.2-2 DT-100单盘天平

1—调零手钮; 2—开关; 3—微读手钮; 4—数字窗; 5—大、中、小减码手钮位置

(2) 天平的使用方法及注意事项 注意事项: A. 使用天平时, 操纵各手钮应均匀、缓慢; B. 应在天平关闭时, 进行加减负荷和加减砝码; C. 在称量前, 各数字指示器应在“O”位; D. 开启天平, 校正零点, 转动调零手钮, 使微标“O”点刻线夹于双线内; E. 发现天平损坏或不正常时, 应停止使用, 请有经验的技术人员检修。

称量和读取数字的方法是, 假设某一被称物质为48.423 15g时, 按下述方法进行称量和读取数字。

A. 转动减码机构10~90g大手钮, 由10转至40g, 投影屏上微标象正数夹入双线, 当转至50g时, 则负数夹入双线, 由此可知被称物在40~50g之间, 再把手钮返回到40g位置。

B. 转动1~9g中手钮, 如上所述操作, 在9g出现时, 微标负数夹入双线, 然后把手钮返回到8g位置。

C. 转动0.1~0.9g小手钮, 如上述操作, 当手钮在0.4位置时, 微标刻度移动到23~24刻线间静止下来, 这时, 转动微读手钮使23刻度线夹于双线之间, 微读轮“1.5”刻线与固定基线重合。其称量结果从数字窗上读出为48.423 15g (见图1.2-3)。

4. 实验技术

(1) 煤气灯的调节和使用

A. 旋转煤气灯管, 将空气孔关闭。

B. 如果煤气灯有煤气流量调节旋钮, 将煤气流量调小。

C. 打开煤气开关, 点燃煤气灯。

D. 用坩埚钳夹住一个瓷蒸发皿, 将它置于黄色火焰中几秒钟, 如图1.2-4。观察蒸发皿底部沉积了什么?

E. 逐渐将煤气灯空气孔打开, 直到火焰近无色, 焰心为蓝色圆锥形为止 (有时也需调

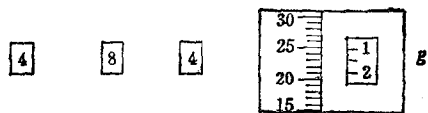


图 1.2-3 读取称量的结果

节煤气流量的大小), 此时, 燃烧完全。火焰温度最高点是在蓝色圆锥内焰顶上。如果煤气灯点燃时有声音, 是由于空气量过大, 应将空气孔关小; 如果煤气灯有黄火焰, 则是空气量太小, 燃烧不完全, 应将煤气量调小, 或空气量加大。

F. 如E.步所述, 用蒸发皿检验此时调节合适的火焰, 在蒸发皿底部有沉积物吗?

(2) 玻璃操作

A. 制做玻璃棒

a. 取一根约30cm长的玻璃棒, 用一三角锉在玻璃棒中心划一刻痕。

b. 如图1.2-5所示, 将玻璃棒在刻痕处断开。

c. 斜拿玻璃棒, 在火焰的最高温处将玻璃棒两头烧圆(边烧边缓慢转动玻璃棒)。注意不要烧到自己的手或者实验台面, 热玻璃棒放在石棉板上或者一直手拿着等到它冷却后再收好。将烧好的这两根玻璃棒留作备用。

B. 封毛细管

a. 取两根7~10cm长的测熔点用的毛细管。

b. 如图1.2-6所示, 斜拿管子, 使管的末端正好在火焰边, 迅速将毛细管烧封。该毛细管留做测固体熔点用。

c. 制做滴管

a. 取一根约30cm长的玻璃管, 如图1.2-7所示用手指拿着管子两端, 管子中心放在煤气灯火焰中, 边转动边加热, 直至其变软。

b. 双手向外拉玻璃管, 使管中心成为细管, 拿住玻璃管直至它冷却变硬。

c. 在细管的适当位置上切割, 形成两根约20 cm长的滴管。

d. 将两个滴管末端烧平滑。注意不要将滴管封死, 滴管留作备用。

(3) 固体、液体的使用

A. 称量

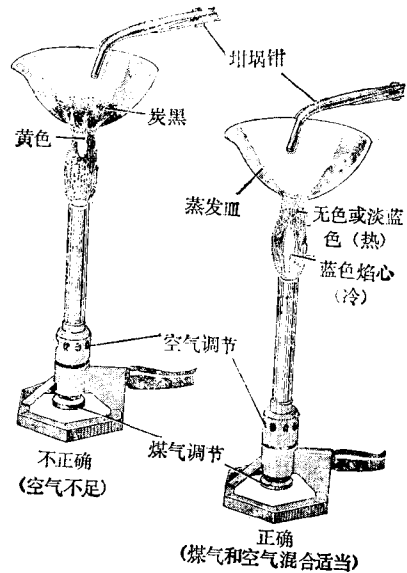


图 1.2-4 煤气灯调节

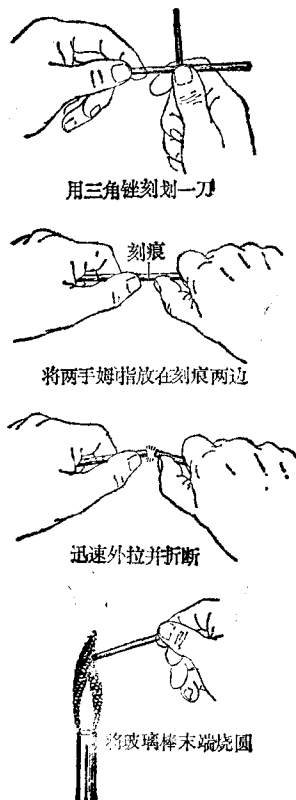


图 1.2-5 制做玻璃棒

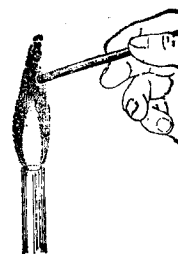


图 1.2-6 封毛细管

- a. 准备一张折叠的方纸，在天平上近似称重。如图1.2-8。
- b. 仔细检查 CaSO_4 瓶上的标签，确认是 CaSO_4 时，将瓶子左右转动，将粉末倒在纸上，直至倒出2g后，盖上瓶盖。

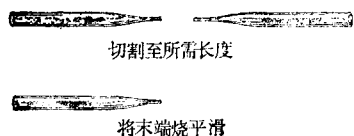
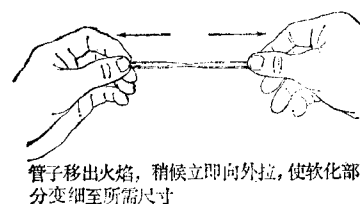
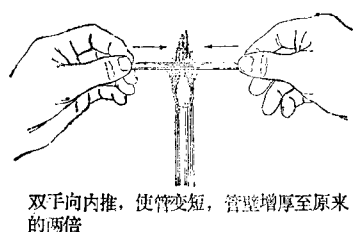
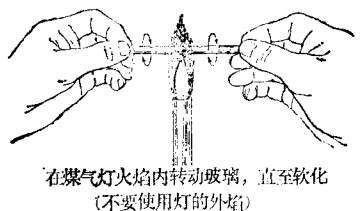


图 1.2-7 制做滴管

c. 将 CaSO_4 和纸由天平盘上小心取下，放置一边待用。

d. 在天平上称量一个100ml烧杯，准确称量至0.01g，记录下重量。

e. 用一干净牛角勺在烧杯中加入1.00g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 结晶，记录下烧杯及结晶的总重。准确称至0.01g。称量后将瓶盖盖好。

f. 将盛有 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 结晶的烧杯由天平盘上取下，将所有砝码调回至零。该烧杯放置一边待用。

B. 溶液和悬浮液制备

a. 用一干净的量筒，尽可能准确量出10ml蒸馏水（图1.2-9）。

b. 将蒸馏水倒入盛有 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的烧杯中。

c. 用上面实验制做的玻璃棒搅拌，直至晶体溶解，形成亮蓝色溶液。

d. 将纸上的 CaSO_4 一半加到 CuSO_4 溶液中，将剩下一半丢到固体废物桶内（注意不要将取出的试剂倒回试剂瓶内，不溶物也不应放入污水沟内）。

e. 剧烈搅拌烧杯内混合物，可以看出 CaSO_4 不溶并形成悬浮液。

f. 停止搅拌，静置使不溶物质沉降。

C. 抽吸过滤

a. 准备一个水泵、吸滤瓶、布氏漏斗和滤纸各抽吸过滤使用（图1.2-10）。

b. 用抽吸过滤悬浮液（实验B.f制备），用蒸馏水洗涤沉淀两次，每次用10ml水。将吸附在白色 CaSO_4 沉淀上的蓝色 CuSO_4 溶液全部洗净。用一个橡皮淀帚将烧杯中的固体转移到布氏漏斗上。

c. 将吸滤瓶中的蓝色溶液倒入100ml烧杯中，用10ml蒸馏水冲洗吸滤瓶，滤液留在实验D.d步待用。

d. 将布氏漏斗上的白色固体尽量刮下，放置在蒸发皿上干燥。

e. 将蒸发皿放在烘箱内，或用煤气灯小火温热干燥，干燥称重后弃去。

D. 量取液体试剂

a. 如图1.2-11所示，打开6M氨水试剂瓶盖，盖子夹在食指和中指中间，在一干净试管中倒入大约10ml氨水，试管放在试管架上，将瓶盖盖好。

b. 用手在试管口上扇动（图1.2-12），小心闻氨水的气味（注意在实验室闻味时绝对不要将鼻子靠近容器口，更不要深吸，通常均采用用手扇动闻味的操作），将试管重新放在试管架上待用。

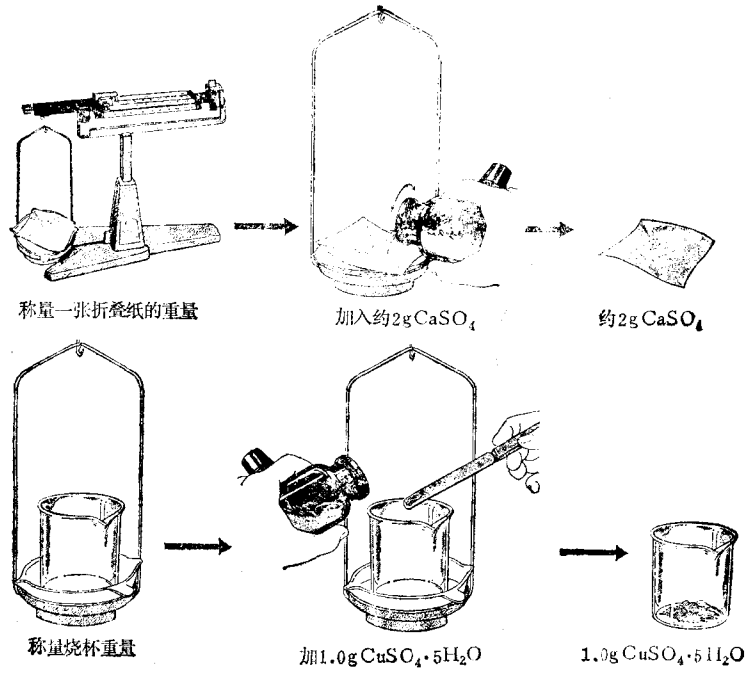


图 1.2-8 称量

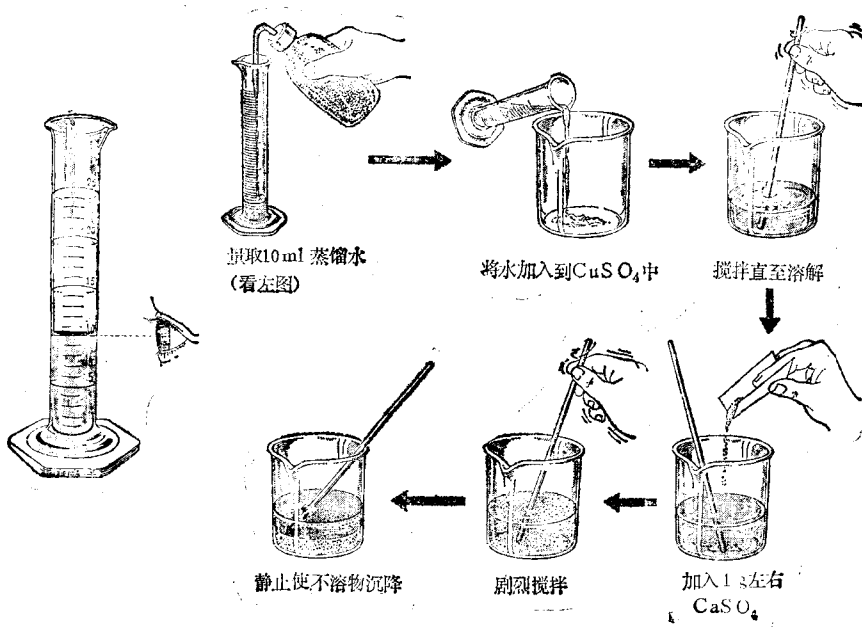


图 1.2-9 溶液和悬浮液制备