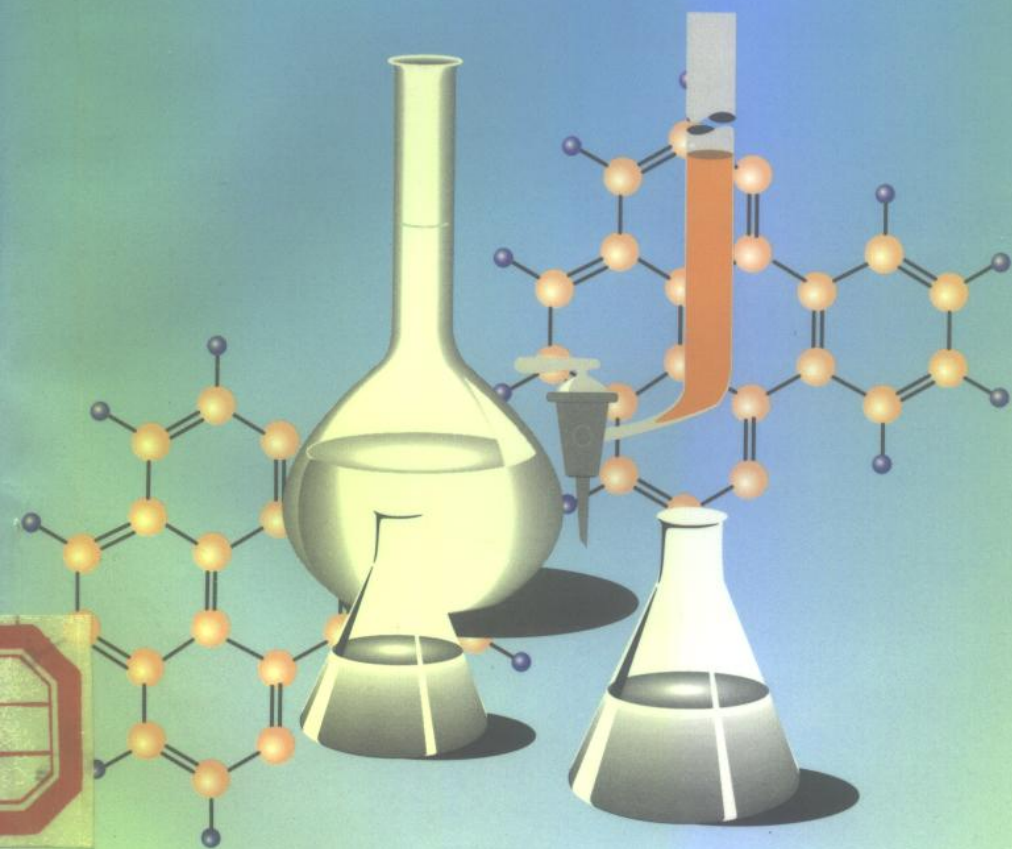


# 大学化学实验

天津大学无机化学教研室



天津大学出版社

06-33

448595

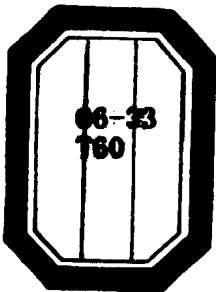
T60

# 大学化学实验

天津大学无机化学教研室



00448595



天津大学出版社

15

721664  
内 容 提 要

《大学化学实验》依据高等学校《普通化学教学基本要求》中对实验的基本要求编写而成。本书是天津大学无机化学教研室所编《大学化学》的配套教材。

本书有 27 个实验,包括基本操作和基本理论方面的实验;化合物的性质及应用实验;数据测定实验;结合工程技术方面的实验等。

本书可作为工科高等院校非化工类专业用的实验教材,也可作为工科大院校及电大、职大的化工专业的实验教材。

大学化学实验  
天津大学无机化学教研室

\*

天津大学出版社出版

(天津大学内)

邮编:300072

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

\*

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:5 $\frac{1}{4}$  字数:134 千

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—4000

ISBN 7-5618-1056-3

0·99 定价:6.80 元

# 前 言

本书是在天津大学普通化学实验教材的基础上,依据高等学校《普通化学教学基本要求》中对实验的基本要求,结合教师的科学研究,参阅了国内外一些新编教材及国外文献中部分新实验内容编写而成的。本书是天津大学无机化学教研室所编《大学化学》的配套教材。

化学实验是大学化学教学的重要组成部分。通过实验课程不仅可以巩固、加深学生对所学理论的理解及训练学生的基本实验技能,更重要的是培养学生的科学素养,观察、分析以及综合运用化学知识的能力。为此,在选材上力求结合工程专业特点,联系实际,尽量使验证实验与应用实验、设计实验相互穿插;加强化学理论实验与基本操作训练的有机结合。在编写上,既注意启发、引导学生独立思考和灵活运用所学的知识,又注意使教学与科研、生产实际接轨。

全书有 27 个实验,内容包括:基本理论和基本操作;化合物的性质及应用;电化学及其应用;水质分析等。本书教学适应性强,系统性好,便于自学,能满足高等工科院校各专业不同类型、层次,不同学时的教学要求。

参加本书编写的有王俊珍(实验二、十二、二十、二十六及 I、II、IV 和附录部分)、白树林(实验六、八、九、十、十一)、宋宽秀(实验四、十三、十五、十七、二十五)、傅希贤(实验五、十八、十九、二十四)、李孝增(实验三、七、二十二、二十七)、杨秋华(实验一、十四、十六)、时雨荃(实验二十一、二十三)。全书由傅希贤统稿,由沈君朴教授审定。

本书编写过程中得到教研室全体同志及王正烈教授的大力支持和帮助,特此致谢。

由于水平所限,错误和不当之处请读者批评指正。

编者

1997.12

# 目 录

## I 实验基本知识

- 一、安全知识····· (1)
- 二、学生实验须知····· (2)  
    [附]实验报告格式示例
- 三、测量误差与有效数字····· (5)

## II 基本操作

- 一、化学实验常用仪器····· (9)
- 二、常用玻璃仪器的洗涤和干燥····· (12)
- 三、基本度量仪器的使用方法····· (14)
- 四、试剂及其取用····· (19)
- 五、加热方法····· (20)
- 六、气体钢瓶的使用····· (24)
- 七、溶液与沉淀的分离····· (24)
- 八、干燥器的使用····· (28)

## III 实验内容

- 实验一 电光天平的使用及摩尔气体常数的测定 ····· (30)
- 实验二 溶液的凝固点降低及其应用 ····· (37)
- 实验三 化学反应热的测定 ····· (42)
- 实验四 化学反应速率 ····· (46)
- 实验五 醋酸解离常数的测定 ····· (51)
- 实验六 离子平衡 ····· (54)
- 实验七 磷酸的 pH 滴定 ····· (59)
- 实验八 钢中锰含量的测定(分光光度法) ····· (62)

实验九	氧化还原反应	(66)
实验十	原电池、金属的腐蚀与防护	(69)
实验十一	金属表面处理技术	(73)
实验十二	碘法测定维生素 C 的含量	(79)
实验十三	水中氯离子含量测定(离子选择电极法)	(82)
实验十四	物质结构与性质的关系	(86)
实验十五	配位化合物	(92)
实验十六	水的硬度测定	(96)
实验十七	纸上色谱法	(99)
实验十八	无机化合物	(102)
实验十九	工业品醋酸铅的提纯	(107)
实验二十	硫代硫酸钠的制备	(109)
实验二十一	无水乙醇的制备	(112)
实验二十二	塑料的性质、简易鉴别和粘接	(116)
实验二十三	水的净化(离子交换法)	(119)
实验二十四	印染废水的脱色处理	(126)
实验二十五	综合设计实验一	(129)
实验二十六	综合设计实验二	(132)
实验二十七	综合设计实验三	(133)

#### IV 基本测量仪器

一、台秤和普通化学天平	(135)
二、25 型酸度计	(137)
三、721 型分光光度计	(140)
四、DDS-11A 型电导仪	(142)
五、PXD-2 型通用离子计	(143)

#### 附录

附录一	物理和化学数据手册简介	(146)
附录二	实验室常用酸碱的浓度	(147)

附录三	常用酸碱指示剂·····	(148)
附录四	不同温度下饱和水蒸气的压力·····	(148)
附录五	实验室中某些试剂的配制·····	(150)
附录六	常见阳、阴离子鉴定方法·····	(151)
附录七	乙醇的百分含量与折光率·····	(154)



# I 实验基本知识

## 一、安全知识

在进行化学实验时,经常要接触到水、电、煤气及易燃、易爆、有腐蚀、有毒的化学药品,为防患于未然,进入化学实验室必须遵守实验室的安全规则,并应学会一般自救和救护方法。

### (一)化学实验室安全规则

(1)实验室内禁止吸烟、进食和打闹。

(2)对于性质不明的化学试剂严禁任意混合,以免发生意外事故。

(3)使用易燃的有机溶剂(酒精、乙醚、丙酮、苯等)时,应远离火源。

(4)使用浓酸、浓碱、溴、洗液等具有强腐蚀性试剂时,切勿溅在皮肤和衣服上,以免灼伤。

(5)产生有毒和有刺激性气体的实验,应在有通风设备的地方进行。

(6)加热试管中的液体时,不能将试管口对着别人和自己,也不能俯视正在加热的液体,以免溅出的液体伤害眼、脸。

(7)嗅闻气体时,不要用鼻直接对准气体逸出的瓶口或试管口,应该用手将少量气体轻轻扇向自己。

(8)使用有毒试剂(汞盐、铅盐、砷盐、氰化物、氟化物和铬酸盐等)时,不要接触皮肤和洒落在桌面上,用后的废液不能随意倾入水槽,应回收统一处理。

(9)实验后的残渣、金属片、滤纸等不能倒入水槽,以防管道堵

塞和腐蚀,应由值日生最后统一清理。

(10)使用电器设备,不能用湿手操作,以防触电。

(11)实验室所有仪器和药品,不得带出室外,用毕应整理好放回原处。

(12)实验完毕,应将实验台整理干净,洗净双手,并关闭水、煤气阀门,拉下电闸,关好门窗。

## (二)实验室意外事故的处理

(1)烫伤 轻度烫伤可在伤处涂敷烫伤药膏(如 ZnO 药膏、獾油或京万红等),注意切勿用水冲洗。

(2)酸(或碱)伤 酸(或碱)液洒到皮肤上时,应先用大量水冲洗,然后用饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液(或用 2%  $\text{HOAc}$  溶液)冲洗,再用水冲洗后,外敷 ZnO(或硼酸)软膏。当酸(或碱)伤眼时,应立即用水冲洗,再用 2%  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  溶液(或用 3%  $\text{H}_3\text{BO}_3$  溶液)洗眼,最后用蒸馏水冲洗。

(3)割伤 轻微的划伤,可在伤口处涂上红药水。伤口内若有玻璃碎片或污物,应先取出,洗净伤口,并用 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  消毒,然后涂上红药水、洒上消炎粉并用纱布包扎。伤口较深、出血过多时,可用云南白药止血或扎止血带,并立即送医院救治。

(4)吸入有害气体 应立即到室外呼吸新鲜空气。

(5)火灾 不慎起火时,切勿惊慌,应根据不同着火情况,采用不同的灭火措施。有机试剂引起着火时,应立即用湿布、石棉布或砂子等扑灭,也可用四氯化碳灭火器或二氧化碳泡沫灭火器,但不可用水扑救。如遇电气设备着火,应首先拉下电闸,并用四氯化碳灭火器灭火,也可用干粉灭火器或 1211 灭火器灭火。

(6)触电 首先切断电源,然后在必要时进行人工呼吸。

## 二、学生实验须知

(1)实验前必须进行充分预习。

- ①了解所做实验的实验目的、实验原理及实验的主要内容。
- ②了解实验所用仪器的正确操作方法及注意事项。
- ③在预习基础上写出预习报告。报告内容包括实验目的、简单原理和步骤、数据记录的表格等。进入实验室后交教师检查,无预习报告者不得进行实验。

(2)应在指定位置进行实验,实验过程中应正确操作,细心观察,认真和实事求是地记录实验现象和测量数据,独立完成规定的实验内容。

(3)实验时应注意安全。

(4)爱护仪器设备,节约水、电、煤气和化学药品。

(5)需经教师当场审阅实验数据及记录后方可离开实验室。实验报告应按期完成并交教师批阅。

(6)轮流值日,值日生负责清扫实验室,关闭水、电和煤气总阀,经教师同意后再离开实验室。

### [附] 实验报告格式示例

#### (一)“测定实验”实验报告格式示例

实验名称:钢中锰含量的测定

实验目的:

实验步骤:(要求简单明了)

#### 1.工作曲线的绘制

(1)配制一系列  $\text{KMnO}_4$  溶液,分别测其光密度。

(2)绘制工作曲线。

#### 2.钢中锰含量的测定

(1)试样溶液的显色处理。

(2)试样溶液光密度的测定。

实验数据记录及处理:

编号	KMnO <sub>4</sub> 标准溶液				钢样溶液	
	1	2	3	4	1	2
光密度						
锰的含量 G(mg)						

$$\text{Mn}\% = \frac{G}{cV} \times 100\%$$

### (二)“验证实验”实验报告格式示例

实验名称:离子平衡

实验目的:

实验内容:

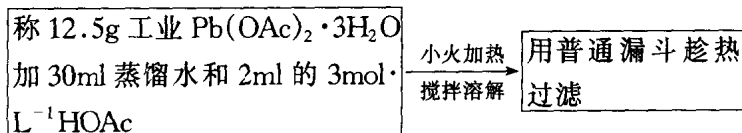
实验内容	现象	反应方程式	解释或结论
1. $\frac{0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HOAc}}{3\text{ml}}$ + 甲基橙 1~2滴 摇匀 + NaOAc(s) 少许	溶液呈红色 溶液由红变黄	$\text{HOAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OAc}^-$	同离子效应使 HOAc 的 $\alpha$ 降低
⋮	⋮	⋮	⋮

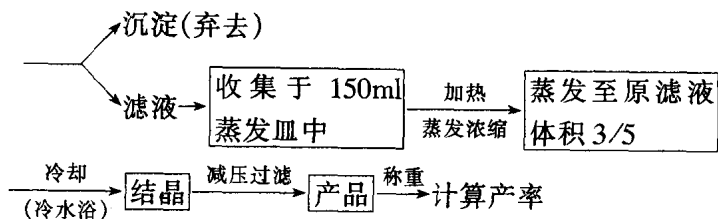
### (三)“制备(或提纯)实验”实验报告格式示例

实验名称:工业品  $\text{Pb}(\text{OAc})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  的提纯

实验目的:

实验步骤:





实验结果：

$\text{Pb}(\text{OAc})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  产量：

产率：

产品检验：

### 三、测量误差与有效数字

#### (一) 测量误差

为了评价实验测量结果的准确性，首先需了解准确度、误差及精确度的概念。

##### 1. 准确度和误差

准确度是指某一测量值或一组测量值的平均数与“真实值”接近的程度。常用误差来表征，误差越小，说明测量结果的准确度越高。

严格说来，“真实值”是无法测得的。在实际工作中，常用专门机构提供的数据，如手册上的数据作为真实值。

误差又分绝对误差和相对误差。绝对误差是实验测量值与真实值的差值，即

$$\text{绝对误差} = \text{测量值} - \text{真实值}$$

绝对误差只能显示出误差变化的范围，不能确切地表示测量的准确度。

一般用相对误差表示测量误差。相对误差是绝对误差与真实值的百分比，即

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{真实值}} \times 100\%$$

## 2. 精密度和偏差

精密度是表示几次平行测量结果相互接近的程度,精密度可用偏差来量度。

单次测量结果与多次测量结果的算术平均值之间的差值称绝对偏差,即

$$\text{绝对偏差} = \text{单次测量值} - \text{多次测量的平均值}$$

绝对偏差与多次测量的平均值之比为相对偏差,即

$$\text{相对偏差} = \frac{\text{绝对偏差}}{\text{多次测量的平均值}} \times 100\%$$

偏差越大,则测量结果的精密度就越低。精密度是保证准确度的先决条件。

## 3. 误差产生的原因

引起误差的原因很多,一般分系统误差和偶然误差。

系统误差是由某种固定原因造成的,如测定方法、测量仪器和操作人员本人的因素。这种误差的大小、正负有一定规律,重复测量时会重复出现,无法相互抵消,但可被发现和克服。

偶然误差是一些难以控制的偶然因素造成的,如仪器性能的微小变化等。这种误差时大时小,时正时负,但是偶然误差的出现服从统计规律,可以采取多次测量,取平均值的办法来减小和消除。

### (二)有效数字

在记录测量结果时,如何反映出实验误差的大小,这就需要了解有效数字的概念。

#### 1. 有效数字的概念

有效数字是指在科学实验中实际能测量到的数字。在这个数字中,除最后一位数是“可疑数字”(也是有效的),其余各位数都是

准确的。

有效数字与数学上的数字含义不同。数学上的数只表示大小,有效数字则不仅表示量的大小,还表示测量结果的可靠程度,反映所用仪器和实验方法的准确度。例如,某物质在托盘天平上称量得 3.6g,托盘天平只可称量至 0.1g,因此该物质的质量为 3.6g,有效数字为两位。用托盘天平称量的绝对误差为 0.1g,相对误差为:

$$\frac{0.1}{3.6} \times 100\% = 3\%$$

如果用电光天平称量,因电光天平可称量至 0.0001g,若该物称得为 3.6015g,其有效数字则为 5 位。此时绝对误差为 0.0001g,相对误差为:

$$\frac{0.0001}{3.6015} \times 100\% = 0.003\%$$

所以,记录数据时不能随便写。任何超越或低于仪器准确限度的有效数字的数字都是不恰当的。例如,用电光天平称量物质的质量为 3.6015g,若记为 3.61g,则相对误差就变为:

$$\frac{0.01}{3.61} \times 100\% = 0.3\%$$

夸大了误差,降低了准确度。

有效数字保留的位数,应当根据实验方法和仪器的准确度来决定。有效数字的位数可用下面数值来说明:

数值:                    23.00   23.0   0.23   0.032   0.0302

有效数字位数:    4 位    3 位    2 位    2 位    3 位

由此可以看出,“0”在数字中的位置不同,其含义是不同的。“0”在数字前仅起定位作用,本身不是有效数字;“0”在数字中间或数字后面,是有效数字。所以 0.23,0.032 均为 2 位有效数字,而 0.0302,23.0 均为 3 位有效数字,23.00 为 4 位有效数字。

对于很小或很大的数字,采用指数表示法更为简便合理。用

指数法表示时,“10”不包括在有效数字中。

对数值有效数字位数,仅由小数部分的位数决定,首数(整数部分)只起定位作用,不是有效数字。运算时,对数小数部分的有效数字位数应与相应真数的有效数字位数相同。

## 2. 有效数字的运算规则

(1) 加减法 和或差的有效数字,应与各个加减数值中的小数点后位数最少者相同。例如:

$$\begin{array}{r} 0.0121 \\ 1.056 \\ + ) 25.64 \\ \hline 26.7081 \end{array}$$

应取 26.71,即这三个数之和应保留到小数后第二位,因为第三个数值 25.64 中的 4 已经是可疑数字,再保留小数点后的第三位甚至第四位数字就无意义了。

(2) 乘法 积和商的有效数字,应与各个数值中有效数字位数最少的相同。注意 10 的方次不影响有效数字的位数。例如:

$$\begin{array}{r} 1.312 \\ \times ) \quad \quad 23 \\ \hline 3936 \\ 2624 \\ \hline 30.176 \end{array}$$

应取 30,因为 23 中的 3 是可疑的,3 乘以任何数都是可疑数字,即 30.176 中的 0 亦为可疑数字,故所得乘积只能保留两位有效数字,应为 30。



## II 基本操作

### 一、化学实验常用仪器

仪器	规格	用途	注意事项
 烧杯	以容积(ml)表示, 一般有 50、100、200、400、500、1000、2000 等	多用作反应容器	加热时底部应垫石棉网
 试管 离心试管	普通试管一般以管口直径×管长(mm)表示。如 10×75, 12×100 离心试管以容积(ml)表示, 一般有 5、10、15	用于反应容器 离心试管用作离心分离	加热后不能骤冷, 离心试管不能用直接火加热
 锥形瓶	以容积(ml)表示, 一般有 50、150、250 等	用作反应容器或滴定操作	加热时底部应垫石棉网
	有六凹穴, 十二凹穴等	用于点滴反应	