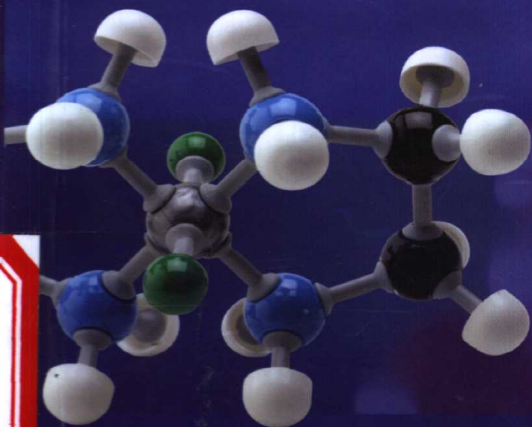


精英化学

基础读本

- 系统的理论知识
- 多维的思考方式
- 详尽的例题讲解
- 经典的练习题目
- 弹性的提高内容



施其康 主编

中学
奥林匹克
竞赛丛书

 世界图书出版公司

中学奥林匹克竞赛丛书

精英化学

——基础读本

施其康 主编

世界图书出版公司

上海·西安·北京·广州

图书在版编目(CIP)数据

精英化学:基础读本/施其康主编. —上海:上海世界图书出版
公司,2003.2

(中学奥林匹克竞赛丛书)

ISBN 7-5062-5709-2

I. 精... II. 施... III. 化学课-中学-教材 IV. G634.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 079717 号

精英化学——基础读本

施其康 主编

上海世界图书出版公司出版发行

上海市尚文路 185 号 B 楼

邮政编码 200010

上海信老印刷厂印刷

各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 26.75 字数 679 000

2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—10 000

ISBN 7-5062-5709-2/O·09

定价:38.00 元

前 言

在人类多彩的生活中,化学可以说是无处不在。具有创造性的科学——化学,提供了各种各样新物质,对工业、农业、国防和医药等的发展作出了重大贡献,化学广泛地影响着现代社会的生活。

化学是研究原子、分子层面上变化的科学,它对其他新兴科学有辐射作用,所以它也是环境、航天、生命、能源和材料等科学的重要基础,化学是科学教育的基础学科。

本书分基础读本、提高读本两册,是参照中学生国际奥林匹克化学竞赛考试大纲编写而成,所以本书可以作为学生业余学习的教材,也可以作为中学化学教师的教学参考书。

本册的第1、2、4章由蔡爱莉特级教师编写,第3章由高级教师郑伯庆编写,第5、8、9章由高级教师王惠东编写,第6、7章由高级教师卢庚生编写,第10、11章由高级教师周敏仁编写,第12、13、14章由讲师秦浩正编写。特级教师施其康任主编,高级教师马振雄协助统稿。以上参加编写、主编和统稿人员,都是上海市中学生化学业余学校培养参加全国高中化学竞赛选手的高级教练。

上海市中学生化学业余学校是面向部分学有余力高中生的教学单位。该校为高中生提供了一个拓宽和加深的发展空间,是全日制高中校外的一个正规的教学机构。在该校结业的学生具有扎实的专业知识基础,深受高校化学专业教师的欢迎;优秀学生获得各种高级别中学生化学竞赛奖项,包括全国高中生化学竞赛一等奖和国标中学生化学奥林匹克竞赛金、银奖牌。

本书的编写,是一次尝试,力求有所突破,为爱好化学的普通中学学生提供一份适用于自学的教材,也为优秀学生业余提高提供了学习读本。读者在使用本书过程中,如发现有不妥之处,欢迎批评指正。

施其康

2002年12月

目 录

第 1 章 化学计量	1
1-1 物理量和计量单位	1
1. 物理量	1
2. 我国的法定计量单位	1
1-2 物质的量	3
1. 物质的量	3
2. 摩尔质量	3
3. 有效数字	4
1-3 气体摩尔体积	8
1. 气体摩尔体积	8
2. 阿伏伽德罗定律	10
3. 理想气体的状态方程	12
4. 道尔顿分压定律	14
5. 关于求气体化学式的计算	16
1-4 溶液的浓度	20
1. 溶液的浓度	20
2. 溶解度	27
3. 溶液的稀释和配制	30
1-5 反应热	32
1. 热化学方程式	32
2. 几种基本的反应热	33
3. 盖斯(Hess)定律	36
第 2 章 物质结构(一)——原子结构	44
2-1 原子的组成	44
1. 原子结构的实验基础	44
2. 原子的组成	45
3. 元素 核素 同位素	46
2-2 原子核外电子的运动状态	50
1. 氢原子光谱和原子的能级	50
2. 电子的波粒二象性	52
3. 核外电子的运动状态	53
2-3 原子核外电子排布规律	56
1. 泡利(Pauli)不相容原理	56
2. 能量最低原理	56
3. 洪特(Hund)规则	58

第3章 元素化合物(一)	61
3-1 卤族元素	61
1. 卤族元素的发现史	61
2. 卤族元素在自然界的存在和冶炼	62
3. 卤族元素的原子结构	63
4. 卤素单质的性质	64
5. 卤素的化合物	71
6. 碲	79
3-2 氧族元素	81
1. 氧族元素的原子结构	81
2. 氧族元素的发现史	81
3. 氧族元素在自然界的存在和冶炼	81
4. 氧族元素的物理性质	82
5. 氧族元素的化学性质	84
6. 氧的化合物	85
7. 硫的化合物	88
8. 硒、碲的化合物	92
9. 钋	93
3-3 碱金属元素	95
1. 碱金属元素的发现史	95
2. 碱金属元素的存在和冶炼	96
3. 碱金属的性质	97
4. 碱金属的化合物	100
5. 铯	108
3-4 氮族元素	110
1. 氮族元素的原子结构特点	110
2. 氮族元素的发现史	110
3. 氮族元素的存在和冶炼	111
4. 氮族元素单质的性质及用途	112
5. 氮的化合物	114
6. 磷、砷、锑、铋的化合物	120
第4章 元素周期律 元素周期表	124
4-1 元素周期律	124
1. 原子半径的周期性变化	124
2. 第一电离能的周期性变化	125
3. 元素主要化合价的周期性变化	126
4-2 元素周期表	126
1. 元素周期表的结构	126
2. 元素及其形成的单质、化合物性质递变规律	128
4-3 元素周期律的发现和应 用	134

1. 元素周期律的发现简史	134
2. 元素周期律的应用	135
第 5 章 物质结构(二)	140
5-1 离子键与离子型晶体	140
1. 离子键的形成	140
2. 离子键的特点	141
3. 离子的类型及电子层构型	142
4. 离子的电荷与半径	142
5. 常见的离子型晶体	144
6. 晶格能	146
7. 离子极化	147
5-2 共价键	149
1. 价键理论	149
2. 分子轨道理论	155
5-3 共价分子的空间结构	158
1. 杂化轨道理论	158
2. 价层电子对互斥理论	161
5-4 键参数和共价分子的性质	164
1. 重要的共价键参数	164
2. 共价分子的性质	166
5-5 共价分子间的作用力	168
1. 范德华引力	168
2. 氢键	169
3. 分子晶体和原子晶体	170
5-6 金属键和金属型晶体	170
1. 金属键	171
2. 金属型晶体	173
第 6 章 化学反应速率 化学平衡	175
6-1 化学反应速率	175
1. 化学反应速率的表示方法	175
2. 影响化学反应速率的因素	176
3. 质量作用定律和基元反应	178
4. 反应级数和反应分子数	180
5. 有效碰撞、活化分子和活化能	181
6. 外因影响化学反应速率的实质	182
7. 活化能与反应的热效应	183
6-2 化学平衡	184
1. 化学平衡的意义与特征	184
2. 平衡常数 K_c 和平衡转化率	186
3. 有关化学平衡的计算	188

4. K_c 和 K_p 及其换算	190
5. 化学平衡的移动	191
6. 化学平衡移动原理	193
7. 平衡移动原因的分析	194
第 7 章 电解质溶液	200
7-1 电离平衡	200
1. 强、弱电解质的区别	200
2. 电离度和电离常数	201
3. 多元弱酸与多元弱碱的电离	203
7-2 溶液的酸碱性	204
1. 水的电离和溶液的 pH 值	204
2. 关于溶液 pH 值的计算	205
3. 同离子效应和盐效应	207
7-3 盐类的水解	209
1. 盐类水解的规律	209
2. 水解常数和水解度	211
3. 盐类水解平衡的移动	213
4. 盐类水解知识的应用	214
5. 缓冲溶液	215
7-4 沉淀反应	218
1. 难溶电解质的溶度积	218
2. 溶度积原理及其应用	220
3. 溶解沉淀平衡的移动	221
7-5 酸碱质子理论	225
1. 酸碱概念的发展简史	225
2. 酸碱质子理论	225
3. 酸碱电子理论	228
4. 电解质溶液中的质子等衡原理	229
第 8 章 氧化还原反应 电化学	233
8-1 氧化还原反应	233
1. 氧化还原反应概念的形成	233
2. 氧化还原反应中的电子转移	234
3. 氧化剂和还原剂	235
4. 还原产物和氧化产物	238
5. 化合价和氧化数	239
6. 氧化还原方程式的配平	242
8-2 电极电势	245
1. 原电池	245
2. 电极电势	246
3. 电极电势的应用	253

8-3 化学电源	257
1. 锌锰干电池	257
2. 铅蓄电池	258
3. 碱性镍镉电池	259
4. 锌汞电池(纽扣电池)	260
5. 燃料电池	261
8-4 元素电势图的应用	263
1. 判断某种氧化态能否自发歧化	264
2. 从相邻电对已知的 φ^\ominus 求未知的 φ^\ominus	265
3. 从元素电势图判断氧化还原反应的产物	266
8-5 电解	269
1. 电解的基本原理	270
2. 电解过程中的定量关系 法拉第(Faraday)电解定律	273
3. 分解电压	274
4. 电解的应用	275
5. 有关电解的计算	279
第9章 元素化合物(二)	281
9-1 配位化合物	281
1. 配位化合物的组成	281
2. 配合物的命名	283
3. 配合物的空间结构	284
4. 配合物的稳定性及稳定常数	286
5. 有关配合物的计算	286
6. 配位化合物的应用	288
9-2 过渡元素	290
1. 过渡元素在元素周期表中的位置和价电子层构型	290
2. 过渡元素的特征和通性	292
9-3 铁	295
1. 铁的性质和用途	295
2. 铁及其化合物	296
3. 钢	298
第10章 有机化学概述	301
10-1 有机化学的历史和展望	301
10-2 碳原子的成键特征	302
1. 共价数	302
2. 碳原子的成键特征	302
10-3 有机物的官能团及其性质	304
1. 官能团	304
2. 官能团的性质	304
10-4 有机反应的基本类型	305

1. 均裂	306
2. 异裂	306
3. 自由基反应和离子型反应	306
第 11 章 烃	310
11-1 链烃的同分异构现象和命名	310
1. 同系物	310
2. 同分异构体	310
3. 烷烃的命名	311
4. 烯烃的命名	312
11-2 烷烃 烯烃 炔烃	313
1. 烷烃	313
2. 烯烃	315
3. 二烯烃	319
4. 炔烃	320
11-3 烷烃的卤代反应历程 烯烃的加成反应历程	323
1. 烷烃的卤代反应历程	323
2. 卤代反应的取向	323
3. 烯烃加成反应的历程	324
11-4 环烃的同分异构现象和命名	325
1. 单环烃的命名	325
2. 双环烃的命名	326
11-5 环烷烃	327
1. 环的稳定性	327
2. 环烷烃的化学性质	327
11-6 芳香烃	328
1. 芳香性	328
2. 苯的结构	328
3. 苯及其同系物	328
4. 稠环芳烃	332
11-7 取代基对苯环上氢的影响	333
1. 定位规律	334
2. 定位规律的应用	334
3. 定位规律的解释	335
11-8 烃的来源和应用	337
1. 石油	337
2. 煤	337
3. 烃的制备反应	338
第 12 章 烃的衍生物	344
12-1 卤代烃	344
1. 卤代烃的命名	344

2. 卤代烃的性质	345
3. 卤代烃水解反应和消去反应的竞争	347
4. 卤代烃的制法	347
12-2 醇	349
1. 醇的结构和命名	349
2. 醇的物理性质	350
3. 醇的化学性质	350
4. 醇的制法	352
5. 醚	352
12-3 醛和酮	354
1. 醛和酮的结构与命名	354
2. 醛和酮的性质	355
3. 醛和酮的制法	359
12-4 羧酸	360
1. 羧酸的结构	361
2. 羧酸的性质	361
3. 羧酸的制法	364
12-5 羧酸衍生物	364
1. 羧酸衍生物的物理性质	365
2. 羧酸衍生物的化学性质	366
12-6 酚和苯胺	368
1. 酚和苯胺的结构	369
2. 苯酚和胺的性质	369
3. 酚的制备	371
4. 胺的化学性质	372
5. 苯胺的制备	373
第 13 章 合成高分子化合物简介	377
13-1 高分子化合物的组成、结构和性质	377
1. 高分子化合物的组成和结构	377
2. 合成高分子的一些性质	378
13-2 高分子化合物的合成	380
13-3 塑料、合成纤维、橡胶	381
1. 塑料	381
2. 合成纤维	382
3. 合成橡胶	383
第 14 章 生物高分子化合物简介	386
14-1 多糖	386
1. 糖类物质	386
2. 淀粉	388
3. 纤维素	389

14-2 蛋白质	390
14-3 核酸	394
本书部分习题参考答案	399
附:元素周期表	

第1章 化学计量

1-1 物理量和计量单位

计量制度的产生和发展与社会文明的进步及科学文化的发展水平密切相关。基于世界各国经济和科技交流的需要，1875年17个国家签署了“米制公约”，成立国际计量委员会，设立了国际计量局。我国已于1977年正式加入该组织。

1. 物理量

(1) 基本物理量

人们为了计算各种物理量的需要，人为地选择一些物理量作为基本量。在不同的单位制中，这些基本物理量的数值、名称和符号都不相同。例如，1960年以前的国际公制是以长度、质量和时间作为三个基本物理量，分别以厘米、克、秒为计量单位，以 cm、g、s 作符号，所以叫 cgs 制。1960年第11届国际计量大会通过以七个基本物理量为基础的国际公认的计量制度，这叫国际单位制，简称 SI 单位 (International System of units) 制。它统一了力学、热力学、电磁学、光学、声学 and 化学等领域的计量单位。1969~1975年间，国际标准化组织和国际计量大会通过修订、补充，正式推荐使用。

(2) 导出物理量

按定义通过基本物理量的相乘或相除，积分或微分，或由基本量的综合运算而得到的物理量叫导出物理量。比如密度、容积、速度、力、功和电量等。

每个量纲独立的基本量都有一个选定的单位，称为基本单位。所有导出物理量的单位都由基本单位相乘或相除构成，而且不引入数值因子。例如，“力”的 SI 导出单位名称叫“牛顿”，用“N”表示， $1 \text{ 牛顿} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$ 。

2. 我国的法定计量单位

1984年开始，我国全面推行以国际单位制为基础的法定计量单位制。

我国的法定计量单位制由以下五个部分组成：

(1) 国际单位制的基本单位(表 1-1)

符号	名称	量纲	定义
m	米	L	光在真空中1/299792458秒的时间间隔内所经路程的长度
kg	千克	M	国际千克原型的质量的1/1000
s	秒	T	铯133原子基态的两个超精细能级间跃迁辐射的9192631770个周期的持续时间
A	安培	I	在真空中相距1米的两个无限长、横截面积可忽略的平行直导线内通以相等电流，导线间相互作用力在每米长度上为2×10 ⁻⁷ 牛顿时的电流强度
K	开尔文	Θ	水的三相点的热力学温度的1/273.15
mol	摩尔	N	含有与12克碳-12所含有的碳原子数相等的微粒的物质的量
cd	坎德拉	J	在给定方向上的发光强度

符号	名称	量纲
kg	千克	M
s	秒	T
A	安培	I
K	开尔文	Θ
mol	摩尔	N
cd	坎德拉	J

符号	名称	量纲
kg	千克	M
s	秒	T
A	安培	I
K	开尔文	Θ
mol	摩尔	N
cd	坎德拉	J

符号	名称	量纲
kg	千克	M
s	秒	T
A	安培	I
K	开尔文	Θ
mol	摩尔	N
cd	坎德拉	J

表 1-1 SI 基本单位

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
长度	l	米	m
质量	m	千克	kg
时间	t	秒	s
热力学温度	T	开[尔文]	K
电流强度	I	安[培]	A
发光强度	$I(I_v)$	坎[德拉]	cd
物质的量	n	摩[尔]	mol

注:英国科学家开尔文(Kelven)提出以 $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为零度的温标,叫热力学温标。目前国际公认的热力学零度是 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。 $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273.15$

(2) 国际单位制的辅助单位(表 1-2)

表 1-2 SI 辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

(3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位(表 1-3)

表 1-3 SI 中具有专门名称的部分导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示形式
力、重力	牛[顿]	N	$\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
压力、压强	帕[斯卡]	Pa	N/m^2
能量、功、热	焦[耳]	J	$\text{N} \cdot \text{m}$
电荷[量]	库[仑]	C	$\text{A} \cdot \text{s}$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	$\text{K} - 273.15$

(4) 用于构成十进位倍数和分数单位的词头(国际单位制的倍数)(表 1-4)

表 1-4 SI 词头

所表示因数	词头名称	词头符号
10^{18}	艾[克萨]	E
10^{15}	拍[它]	P
10^{12}	太[拉]	T
10^9	吉[咖]	G
10^6	兆	M
10^3	千	k
10^2	百	h
10^1	十	da
10^{-18}	阿[托]	a
10^{-15}	飞[姆托]	f
10^{-12}	皮[可]	p

所表示因数	词头名称	词头符号
10^{-9}	纳[诺]	n
10^{-6}	微	μ
10^{-3}	毫	m
10^{-2}	厘	c
10^{-1}	分	d

(5) 我国选定的与国际单位制并用的计量单位(表 1-5)

表 1-5 与国际单位制并用的计量单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时间	分	min	1 min = 60 s
	[小]时	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	天	d	1 d = 24 h = 86 400 s
质量	吨	t	1 t = 10^3 kg
	原子质量单位	u	1 u \approx $1.660\ 540 \times 10^{-27}$ kg
体积	升	L	1 L = $1\text{ dm}^3 = 1 \times 10^{-3}\text{ m}^3$
能	电子伏	eV	1 eV \approx $1.602\ 177 \times 10^{-19}$ J

1-2 物质的量

1. 物质的量

1971 年 10 月第 14 届国际计量大会正式确认“物质的量”是第七个基本物理量。摩尔是“物质的量”的单位,简称“摩”,符号为 mol。

摩尔是指一系统物质的量,该系统中包含的基本单元数与 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 的原子数目相等,该系统的物质的量称为 1 摩尔。基本单元是指分子、原子、离子、其他粒子或它们的特定组合体。

$0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 中含有阿伏伽德罗(Avogadro)常数个碳原子。阿伏伽德罗常数的符号是 N_A ,单位为 mol^{-1} 。阿伏伽德罗常数是由实验测定的,现公认的数值是各种方法的平均值,为 $6.022\ 136\ 7 \times 10^{23}$,它的数值随着科技的发展,不断趋于精确。

2. 摩尔质量

摩尔质量是指 1 mol 物质的质量,符号为 M ,单位是 g/mol 。1 mol 任何原子的质量如果用克为单位,数值上等于该原子的相对原子质量。例如 1 mol 氧原子质量为 16 g; 1 mol 任何分子的质量如果用克为单位,在数值上等于该物质分子的相对分子质量,例如 1 mol 水分子的质量是 18 g; 离子的质量类推。

阿伏伽德罗常数的测定

人们用电解法、电化当量法、布朗运动法、油滴法、X 射线法、黑体辐射法、光散射法等方法测定阿伏伽德罗常数,结果几乎相同,其差异在实验方法误差之内,这说明 N_A 是客观存在的数值。

下面介绍两种测定阿伏伽德罗常数的实验方法:

1. 单分子膜法

单分子膜指只有一分子厚度的分子膜。可将极性有机物溶于有机溶剂中,将该溶液滴到水面上,该溶液在水面扩散,溶剂挥发后,就会形成一层有机物膜。本实验利用硬脂酸($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$)苯溶液在水面上形成单分子膜,根据硬脂酸的苯溶液所覆盖的水面的表面积,以及一个硬脂酸分子的截面积,先算出单分子膜中所含硬脂酸的分子数,再算出形成单分子膜的硬脂酸的总质量,从而求出每个硬脂酸分子的质量,然后根据

$$N_A = \frac{M(\text{硬脂酸摩尔质量})}{\text{每个硬脂酸分子的质量}}$$

物质的量(n)、物质的质量(m)与摩尔质量(M)关系为

$$n(\text{mol}) = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g/mol})}$$

[例 1-1] 把 0.46 g Na 投入 36 g 水中,溶液中水分子和 Na^+ 的比值为()

- A. 100 : 1 B. 99 : 1 C. 90 : 1 D. 99 : 2

[解] $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$

微粒数	2	2	2	1
物质的量	2 mol	2 mol	2 mol	1 mol

化学方程式中,化学式前面的系数比表示反应物和生成物之间的微粒个数比,也就是它们之间物质的量之比,则有

$$n(\text{Na}) = n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}^+) = \frac{0.46}{23} = 0.02(\text{mol})$$

溶液中剩余水分子与 Na^+ 比值为

$$n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{Na}^+) = \left(\frac{36}{18} - 0.02 \right) : 0.02 = 99 : 1$$

[答] B

[练一练 1-1]

1. 下列数量的各物质,所含原子个数由大到小的排列顺序正确的是()

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| (1) 3.01×10^{23} 个氮分子 | (2) 4 g 氮 |
| (3) 4 °C 时 9 cm^3 水 | (4) 0.2 mol 磷酸钠 |
| A. (1) (4) (3) (2) | B. (4) (3) (2) (1) |
| C. (2) (3) (4) (1) | D. (1) (4) (2) (3) |

2. 配制 1 L 含有 0.5 mol NH_4Cl 、0.16 mol KCl 、0.24 mol K_2SO_4 的无土栽培营养液。若改用 NH_4Cl 、 KCl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 三种固体,需要这三种固体的物质的量数值分别是()

- | | |
|-------------------|-------------------|
| A. 0.32 0.01 0.12 | B. 0.02 0.64 0.24 |
| C. 0.64 0.04 0.24 | D. 0.64 0.02 0.24 |

3. 有效数字

科学实验中,用各种仪器测量物理量时,由于受到测试仪器精度的限制,所得数据都是近似数。为了正确地反映测量的精确程度,对近似数的表示和计算就很重要。因此,必须了解“有效数字”的意义和计算规则。

(1) 有效数字的意义

实验时,仪器读数的最后一位往往是估读的,所以总有一定误差。最后这位数字虽然可疑,但它是实际测量到的,所以也应该有效,记录时应该保留这位数字。例如,25 ml 滴定管的最小刻度是 0.1 ml,读数时可估计到 0.02 ml,因此从刻度上可

求出每摩尔硬脂酸所含分子个数,即阿伏伽德罗常数。

2. 电解法

取两片准确称量的洁净纯铜片分别作为阳极和阴极,浸入硫酸铜溶液中,接通直流电源进行电镀。实验时,准确记录电流强度 I (安培)和通电时间 t (秒)。电镀后,取下电极洗净干燥后称重。根据析出的铜的质量 m (克),消耗的电量 It (库仑),就可计算出阿伏伽德罗常数。(已知电子的电量为 1.6×10^{-19} 库仑)

电镀时,阳极上: $\text{Cu} - 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}^{2+}$

阴极上: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}$

$$\begin{aligned} N_A &= \frac{n \text{ 摩尔 Cu 中所含原子个数}}{n(\text{Cu})} \\ &= \frac{(It \div 1.6 \times 10^{-19}) \times 0.5}{m/64} \\ &= \frac{64It}{m \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19}} \end{aligned}$$

读出 0.1 ml 位以前(包括 0.1 ml 位)的数字,这些是可靠数,而 0.01 ml 位的数字(即最后一位)是估读的,叫做存疑数。我们把可靠数加上最后一位存疑数统称为有效数字。换句话说,有效数字是由数据中所有确定的数字和一位不确定的数字构成的。若滴定管读数为 19.48 ml,它就有四位有效数字。

使用有效数字时应注意:

① 记录实验数据和进行运算时,所保留的有效数字应与所用仪器的准确度相适应。例如,200 g 的托盘天平可称准至 0.1 g(即感量为 0.1 g),称出物质质量为 20.5 g 时,不能写成 20.50 g;又如,滴定管读数为 15.30 ml,不能舍去末位的“0”而写成 15.3 ml。

② “0”这个数字有特殊性,在一个数据中可能是有效数字,也可能不是有效数字。“0”出现在其他数字之间或之后,作为普通数字使用,是有效数字;“0”出现在其他数字之前,用来指示小数点位置,起定位作用,就不是有效数字。例如在 10.05 和 10.00 这两个数字中,所有“0”都作为有效数字,这两个数字都有四位有效数字;在 0.0010 中,1 前面的几个“0”不是有效数字,只起了定位作用,该数字只有两位有效数字。

③ 对测量数值进行单位换算时,不能改变有效数字的位数。例如 10.8 L,有三位有效数字,若将单位改成 ml,应该用指数表示法写成 1.08×10^4 ml,这样仍为三位有效数字,不能写成 10 800 ml。

用指数法表示时,10 的幂次不是有效数字,10 前面的系数是有效数字。例如,将某物体的质量记录为 100 g,此时无法肯定这一数据指该物体质量为 100 ± 10 g,还是指 100 ± 1 g。为了避免混淆,可用指数法记录。如果指该物体质量为 100 ± 10 g,可用 1.0×10^2 g 表示;如果指 100 ± 1 g,则可用 1.00×10^2 g 表示。

(2) 误差

各种定量分析实验中,分析测量结果(测定值)与客观存在的真实值之间存在着测量误差,简称误差。误差有两种表示法:

① 绝对误差 指测定值与真实值之间的差值,绝对误差 = 测定值 - 真实值

例如:电子天平称量物质的质量

测定值	假设真实值	
1.26 g	- 1.25 g	= 0.01 g
0.11 g	- 0.12 g	= -0.01 g

上述两物质称量的绝对误差表示测定值偏离真实值的大小。绝对误差的单位与测定值所用的单位相同。

图 1-1 的托盘天平游码的刻度读成多少?



图 1-1