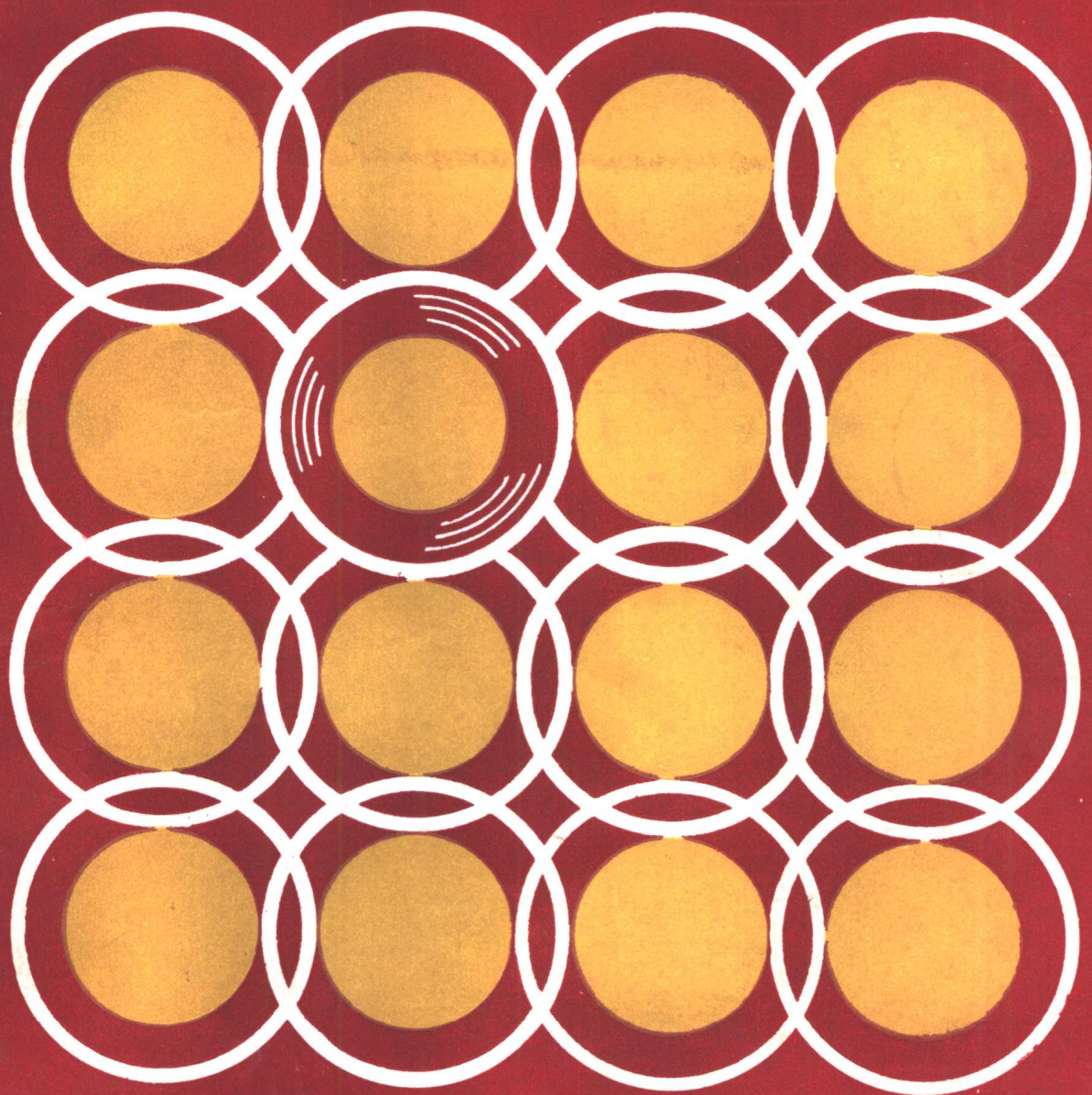


〔美〕F.R.朗戈 著

普通化学



高等教育出版社

普通化学

[美] F. R. 朗戈 著

蒋尚信 陈美华 沈美霞 周增桷 译

姚天荣 江逢霖 校

高等教育出版社

GENERAL CHEMISTRY

FREDERICK R. LONGO Revised First Edition

McGraw-Hill Book Company New York, 1974

普通化学

[美] F. R. 朗戈 著

蒋尚信 陈美华 沈美霞 周增楠 译

姚天荣 江逢霖 校

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 35 字数 800,000

1982年12月第1版 1984年6月第1次印刷

印数 00,001—16,550

书号 13010·0835 定价 4.40 元

译 序

F. R. 朗戈(Frederick R. Longo)所著普通化学系美国德莱西大学(Drexel University)所用的教科书。本书在美国除了作为学习自然科学和工程学的理工科各专业的教材外,还适用于医预科、企业管理以及大学文科之用,知识面宽、适应性强。此书的特点首先着重阐述化学的基本概念,对化学计算进行反复多次的练习;除了对原子分子结构、物质三态、化学热力学、化学动力学、化学平衡原理、电化学以及元素及其化合物的性质和反应进行叙述外,还对资源的开发和利用、环境污染和保护尤其是反映当代科学技术水平方面的内容如聚合物化学、基本粒子、生物化学包括分子生物学也进行了初步介绍,能给学生较新较广的化学知识。其次,该书加强了一些物理和物理化学概念的要求,初步把某些热力学函数及一些动力学概念如功、热、焓、熵、化学位能、活化能等与物质的物理化学性质联系起来,并把电化学列为专章叙述,从而加强了物理化学的基本概念,以便更好地与后续课程进行衔接。再有本书除了介绍物质微观结构的一些近代研究方法外,还将量子化学的基础知识反映出来。从物质的波粒二象性逐步引入波动方程式并说明其物理意义。在化学键和分子结构方面着重比较了价键理论和分子轨道法。结合化学史料进行内容介绍又是本书的又一特点;在内容安排上还注意到前后联系和循序前进,较好地体现了理论和实际相联系的原则。原作者把全书二十一章分为两部分,一部分是必修内容,另一部分系选读内容;请参阅原作者致教师部分,此处不再赘述。

译者基本上按原书直译。为了大学一年级学生在阅读时的参考,增加了一些必要的译注。在物质和化合物命名方面,除了按原著译出外,适当补充我国的命名方法。

凡在翻译过程中发现的原书印刷错误均予以一一更正,不再另加附注。物质名称和化学术语系根据下列词典或书籍译出:

1. 英汉化学化工词汇再版本,科学出版社。
2. 英汉化学辞典,薛德炯译订,中国工业出版社。
3. 英汉原子能词典,原子能出版社。
4. 英汉综合地质学词汇,科学出版社。
5. 矿物学名词,科学出版社。
6. 英汉医学辞典,人民卫生出版社。
7. 英汉技术词典,国防工业出版社。

普通化学的涉及面很广,在关于无机化学、分析化学、有机化学、物理化学和核化学各领域的翻译过程中得到中国科学院上海有机化学研究所黄耀曾教授、中国科学院化学研究所副研究员王有槐老师、复旦大学化学系分析组邓家祺副教授、物化组邓景发副教授、无机组蒋安仁副教授、中国科学院生物物理研究所张树德先生、中国科学院原子能研究所赵阿金工程师的指导;在涉及生物化学、分子生物学、微生物学、医学、环境等方面内容的翻译过程中得到上海第

二医学院张慧珠教授、李立群、谢文英副教授、内科学讲师陈仁乐医师、复旦大学生物系黄鸣岐教授、中国科技大学化学系讲师鲁阳老师的帮助，译者一一敬致谢意。全书由陈美华、沈美霞、周增楠、蒋尚信译出，蒋尚信进行初校和统一全稿，最后由姚天荣教授和江逢霖副教授复审定稿，顾国耀讲师阅读全稿。由于译者水平浅陋，错误之处仍然难免，敬请读者指正。

1980年3月

致 学 生

在开始学习大学科学的学生中如果不是全部那么也是极大多数听到过象分子、电子、原子等单字；事实上，当你们在小学时就可能引进了这些概念。我料想在早期揭示现代科学方面是有某些优点的，但是我认为至少在两个决定性方面是非常不利的：（1）在少年儿童时你们对老师所介绍的知识不会十分加以批判，所以你们接受每一件听到的事物。这与现代科学的精神实质是毫不相干的，现代科学需要实验证据来支持理论和假说；（2）在这样小的年纪就灌输科学概念大大地减少了你们真正原始地、客观地考查某些事物的机会。你们采取一种观察物质世界的方法，这种方法被你们在很年轻时不加批判地接受的概念所渲染。试想象如果你们正好在第一次被介绍有关电子、原子和分子的概念时你们将说什么？是否你们在接受了这些异想天开的观念之前至少会问：你怎么知道这些不可见的东西真正是客观存在的？

我们怎样知道它们的存在？答案是我们实际上并不知道，但是我们假定这些在普通显微镜下看不见的粒子是存在的话，我们能够相当精确地阐明和预测许多自然现象。

在本书中我叙述了许多重要的实验，这些实验导致科学、技术、哲学和社会学的巨大进展。我试图说明现代化学家是怎样用化学理论来解释、预测和发明创造的。你们将会看到他们是卓有成效的，但是别忘记这些理论并不完美，他们常常在他们的研究工作中失败。显然，我们介绍的理论是起很大作用，但需要完善。也许需要一个基本的新理论来代替我们的现代理论，正如原子理论代替了燃素论。

F. R. 朗戈

致 教 师

本书是从计划为包括自然科学、工程学、企业管理学生所用的讲稿发展而成的。它适合作为自然科学、医预科、数学、工程学、企业管理和大学文科学生专业课的入门性教科书，学生应该熟练代数学，但并不需要微积分。

在本书中我强调了我所认为的化学家具有的独特任务：说明分子结构，一方面说明分子结构和分子间相互作用的关系，另一方面说明能观察到的物质性质；在原子和分子假设性的微观世界与我们能够看到、听到和感觉到的宏观世界之间建立起桥梁。我还常常应用历史性的处理方法，但是我想只有在不搞乱有关科学原理时才能这样做。

本书中各章系排列成套。第一章和第三章到第五章论述原子和化学键理论概念的进展。我试图强调化学键理论对原子论的依赖关系。

第二章基本概念，包括化学命名法、公制、单位计算法、化学方程式配平和化学计量法。极大多数的学生在中学时已读过除了第 2-12 节外的第二章中的材料，但是第二章中的 2-12 节化学计量法应仔细学习，因为一般水平的学生在该节中遇到了不少困难。

第六章、第七章和第八章论述了气态、固态和液态；第九章溶液也可放在这一组中教。该章介绍了溶液浓度和依数性的概念。

第十章中引入热力学定律并用于第十一章、第十二章和第十三章。第十章中以独特的方式介绍内能的概念，希望能更容易理解化学中内能的重要性。

第十五章和第十六章论述了两个密切有关的领域——有机化学和生物化学。第二十一章环境化学是以懂得这两章中所讨论的物质为基础的。

没有必要一定要遵照本书中各章节的顺序。例如我自己考虑的一种选择是将第二十章核化学移到课程的前面部分，放在第三章原子理论的后面，但是以介绍一级反应速度方程式（在第十七章中讨论）为前提。在完成了前面的 11 章以后，倘使将第十五章有机化学安排在这两章——第十六章活细胞化学和第二十一章环境之前，几乎任何一种安排次序均是可能的。

我觉得第一章到第十章、第十一章到第十三章、第十五章和第十七章的纲目对工程学、自然科学（理工科）学生入门性课程来说是最少的必学内容。目录中可以省略的题目包括生物化学（第十六章）、叙述无机化学和理论无机化学（第十八章和第十九章）、核化学（第二十章）和环境化学（第二十一章）。应用这些最少的有关内容，学生将会了解基本的化学原理并能阅读和学习其他省略部分的材料。

如果我担任大学文科和企业管理化学课程的教学，我会选择第一章、第三章到第五章、第十五章、第十六章、第十九章、第二十章、第二十一章。第一章、第三章到第五章以及第十九章讨论原子理论和化学键理论是化学的重要中心；并且在这些章节中也介绍了对未成年人甚感兴趣的历史性资料。第十五章、第十六章、第二十章和第二十一章论述了生物化学、工业和环

境方面的化学,所有受过教育的人应该熟悉上面的内容。

致谢

1967年,我与J. A. 奥马莱(John. A. O'Malley)博士一起开始编写本书,J. A. 奥马莱博士也是德莱西大学(Drexel University)的一员。当他离开德莱西大学去领导一个商业方面的实验室时,他不能再继续工作。对他早期的贡献和激励性的讨论我是受惠不浅的。麦克格雷-希尔书店(McGraw-Hill Book Company)把原稿呈交给好几个书评者,我还不知道他们的名字。我已将他们之中许多人提出的很好建议编入本书之中。德莱西大学的不少同仁对本书中的观念提供了建设性的批评。我特别感谢R. A. 麦凯(Raymond A. Mackay)博士和E. B. 阿里(Erle B. Ayres)博士,他们阅读和评论原子理论和化学键理论。我的学生D. J. 奎姆伯(Daniel J. Quimby)博士和J. J. 伦纳德(John. J. Leonard)博士阅读了很多的原稿和校阅了许多习题。D. D. 朗戈(Dorothy Darrup Longo)对极大部分的原稿进行打字和校对。对上述人员和麦克格雷-希尔书店的J. 史密斯(Jim Smith)、N. 马库斯(Nancy Marcus)、B. 奥尔(Bill Orr)和C. 菲尔斯脱(Carol First)表示深切的谢意。尤其是我觉得有机会在德莱西大学对大学生讲授化学感到十分幸运。他们促使我更仔细地审察我所执教的化学原理和再确定我所教给他们的一些方法。

F. R. 朗戈

目 录

致学生

致教师

第一章 原子和分子..... 1

- 1.1 化学家的任务 1
- 1.2 原子论的实验基础 1
- 1.3 道尔顿的原子假说 2
- 1.4 盖-吕萨克的化合体积定律和阿
伏加德罗假说 4
- 1.5 小结 5
- 问题和习题 5

第二章 基本概念..... 6

- 2.1 公制 6
- 2.2 计算中的单位法 8
- 2.3 复杂的原子 11
- 2.4 原子量 13
- 2.5 克原子量和阿伏加德罗常数 14
- 2.6 分子、摩尔和阿伏加德罗常数..... 15
- 2.7 元素符号和分子式 15
- 2.8 氧化数 17
- 2.9 分子式的写法 18
- 2.10 无机化合物的命名..... 19
- 2.11 化学方程式..... 21
- 2.12 化学计量学..... 22
- 问题和习题..... 24

第三章 原子中的电子..... 27

- 3.1 电子和化学键 27
- 3.2 电子的鉴定 27
- 3.3 原子核的发现 29
- 3.4 电磁辐射和可见光 29
- 3.5 量子理论 30
- 3.6 元素的线光谱 31
- 3.7 氢原子的玻尔模型 32
- 3.8 玻尔理论和其他原子 35
- 3.9 电子的波动性 37

3.10 量子数..... 39

3.11 量子数和原子轨道..... 39

3.12 多电子原子..... 43

3.13 氢原子波函数的数学表示式..... 46
问题和习题..... 49

第四章 周期律..... 51

- 4.1 周期性的发现 51
- 4.2 原子序数和现代周期律 54
- 4.3 原子的电子层结构和周期律 56
- 4.4 电子层结构的周期性 59
- 4.5 化合价和氧化数的趋势 60
- 4.6 金属和非金属 61
- 4.7 物理性质的趋势 61
- 4.8 氟利昂: 从周期表得到帮助..... 64
- 问题和习题 64

第五章 化学键理论..... 66

- 5.1 分子结构 66
- 5.2 十九世纪化合价理论的进展 67
- 5.3 电子和化合价 69
- 5.4 八隅规则 69
- 5.5 路易斯-朗格缪尔化合价理论..... 70
- 5.6 路易斯-朗格缪尔化合价理论的
应用 70
- 5.7 离子键或电价键 72
- 5.8 元素族的关系和路易斯结构 72
- 5.9 重键 73
- 5.10 配位共价键(配价键)..... 74
- 5.11 根据静电排斥因素的分子几何
形状..... 75
- 5.12 键的极性..... 78
- 5.13 电负性的标度——电负度..... 78
- 5.14 氢键..... 80
- 5.15 共振和离域电子对..... 80
- 5.16 奇电子分子和顺磁性..... 82

5.17	路易斯-朗格缪尔理论和量子力学	83
5.18	分子轨道理论和 H_2 分子	84
5.19	不稳定的 He_2 分子	86
5.20	第 2 周期的同核双原子分子	86
5.21	Li_2 分子	86
5.22	不能形成的 Be_2 分子	87
5.23	O_2 分子	87
5.24	B_2 分子	91
5.25	碳分子 C_2	91
5.26	N_2 分子和 F_2 分子	92
5.27	第 2 周期的异核双原子分子	93
5.28	多原子分子的分子轨道	94
5.29	价键理论	96
5.30	N_2 分子和 O_2 分子(价键理论)	96
5.31	NH_3 、 H_2O 和 HF (价键理论)	98
5.32	价键理论的引伸——杂化	99
5.33	三角形杂化或 sp^2 杂化	103
5.34	直线形杂化或 sp 杂化	104
	问题和习题	106
第六章	气态	108
6.1	引言	108
6.2	温度和压力	108
6.3	压力的测量	109
6.4	通常条件下气压的行为	110
6.5	理想气体定律	116
6.6	应用气体定律测定分子量	119
6.7	理想气体的分子模型	121
6.8	气体分子运动论的介绍	124
6.9	格莱哈姆定律: 运动理论的一种检验	127
6.10	理想气体模型的评论	129
6.11	与理想气体行为的偏离	129
	问题和习题	132
第七章	晶体	134
7.1	引言	134
7.2	X-射线在晶体结构研究中的应用	135
7.3	晶格	140

7.4	立方晶体	141
7.5	离子半径及其对晶体结构的影 响	143
7.6	金刚石和石墨	144
7.7	雪和冰	146
7.8	金属的结构和键	147
7.9	半导体	150
7.10	升华能和晶态固体中的化学键	153
7.11	X-射线衍射分析的未来	153
	问题和习题	154
第八章	液体及物质三态的比较	156
8.1	引言	156
8.2	蒸发和平衡蒸气压	156
8.3	蒸气压的测量及汽化热	157
8.4	平衡蒸气压和汽化热的分子含 义	161
8.5	相图	161
8.6	临界条件	164
8.7	表面张力	165
8.8	毛细作用	166
8.9	固体、液体和气体的比较	167
8.10	玻离态: 非晶体或不流动液体	170
	问题和习题	170
第九章	溶解态	172
9.1	引言	172
9.2	溶液的特殊性质	172
9.3	从分子观点看溶液的形成	173
9.4	体积摩尔浓度、重量摩尔浓度和 摩尔分数	174
9.5	影响溶解度的因素	176
9.6	依数性	179
9.7	拉乌尔定律和挥发性溶质的溶 液	187
9.8	理想溶液	187
9.9	对理想溶液行为的偏差	188
9.10	胶体	189
	问题和习题	192
第十章	热化学和热力学	195
10.1	引言	195

10·2 热力学第一定律·····	195	12·12 伏打电池的热力学·····	262
10·3 在化学反应研究中内能的重要性·····	197	12·13 浓度对电池电动势的影响—— 能斯特方程·····	264
10·4 功和热对体系内部状态的影响·····	198	12·14 电池反应的平衡常数·····	266
10·5 功、热和焓·····	198	12·15 结论·····	267
10·6 ΔU 和 ΔH 之间的关系·····	201	问题和习题·····	267
10·7 比热和摩尔热容·····	203	第十三章 酸、碱和离子平衡 ·····	270
10·8 量热法 热和热容的测量·····	207	13·1 酸和碱的性质·····	270
10·9 标准状态·····	208	13·2 酸碱理论·····	270
10·10 热化学运算·····	210	13·3 化学平衡和弱酸、弱碱的电离·····	276
10·11 ΔH 随温度的变化·····	213	13·4 氢离子指数, pH·····	281
10·12 热力学第二定律·····	214	13·5 盐类的水解·····	283
10·13 热力学第三定律·····	215	13·6 同离子效应和缓冲溶液·····	286
10·14 绝对熵 S° ·····	215	13·7 溶度积常数·····	290
10·15 标准熵变的计算·····	216	13·8 多元酸·····	292
10·16 化学位能 G ·····	217	13·9 有色指示剂和 pH·····	295
问题和习题·····	218	13·10 电动势和 pH·····	296
第十一章 化学平衡 ·····	221	13·11 酸碱滴定; K_t 的测定·····	297
11·1 平衡状态·····	221	13·12 酸度的机械图形·····	300
11·2 平衡常数·····	222	13·13 含氧酸·····	302
11·3 用分压表示的平衡常数·····	223	13·14 强酸的相对强度·····	304
11·4 书写平衡常数表示式的规则·····	225	问题和习题·····	304
11·5 从质量作用定律推导 K_c ·····	226	第十四章 电解质溶液 ·····	307
11·6 平衡的移动: 吕·查德里原理·····	227	14·1 引言·····	307
11·7 应用平衡常数进行的计算·····	230	14·2 比电导和当量电导·····	307
11·8 推动力和化学位能·····	235	14·3 格罗瑟斯对离子电导的解释·····	309
11·9 ΔG° 与 K_{eq} 之间的关系·····	237	14·4 克劳修斯发现格罗瑟斯机理的 缺陷·····	310
问题和习题·····	238	14·5 阿累尼乌斯电解质溶液理论·····	311
第十二章 电化学 ·····	241	14·6 用电导数据测定 α 和 K_t ·····	312
12·1 引言·····	241	14·7 柯劳许发现强电解质·····	313
12·2 连续电流电源的发现·····	241	14·8 强电解质溶液的依数性·····	315
12·3 用氧化还原反应产生伏打电流·····	243	14·9 有关观察到依数性偏差的解释·····	316
12·4 电量单位·····	243	14·10 德拜-尤格尔理论·····	317
12·5 电压从何而产生·····	244	14·11 奥萨格的电导理论·····	319
12·6 氧化还原反应·····	246	14·12 电解质的分类·····	320
12·7 化学当量·····	249	问题和习题·····	321
12·8 电解·····	252	第十五章 有机化学 ·····	323
12·9 可逆电池与不可逆电池·····	256	15·1 引言·····	323
12·10 重要的伏打电池的实例·····	257		
12·11 标准电极电位·····	259		

15.2	石油	323
15.3	烷烃的结构	324
15.4	丁烷和异构现象	326
15.5	命名	327
15.6	烯烃	329
15.7	炔烃	332
15.8	烷、烯和炔的化学比较	333
15.9	再谈分子结构	337
15.10	苯之谜	341
15.11	现代价键理论和苯	344
15.12	苯的衍生物和其命名	347
15.13	官能团	348
15.14	工业聚合物	354
	问题和习题	360
第十六章	活细胞化学	364
16.1	引言	364
16.2	细胞的“形态学”	364
16.3	脱氧核糖核酸(DNA)的结构	366
16.4	DNA 的复制	370
16.5	蛋白质和蛋白质结构	371
16.6	信使-RNA	376
16.7	密码和蛋白质合成	378
16.8	ATP	380
16.9	光合作用	382
16.10	酵解和呼吸	383
16.11	脂肪和碳水化合物的结构	386
	问题和习题	388
第十七章	化学动力学	390
17.1	引言	390
17.2	反应速度和反应机理	391
17.3	浓度对反应速度的影响	393
17.4	一级反应	395
17.5	二级反应	398
17.6	反应分子数	399
17.7	零级反应和催化	400
17.8	温度对反应速度的影响	405
17.9	反应速度的碰撞理论	409
17.10	过渡态理论	412
17.11	酶催化	415

	问题和习题	416
第十八章	主族元素	420
18.1	引言	420
18.2	碱金属、I A 族	420
18.3	碱土金属、II A 族	425
18.4	不规则的第 2 周期	427
18.5	硼-铝族、III A 族	428
18.6	碳-硅族、IV A 族	432
18.7	氮-磷族、V A 族	439
18.8	氧-硫族、VI A 族	443
18.9	卤素、VII A 族	448
18.10	贵气体——惰性气体、0 族	452
18.11	氢	454
	问题和习题	455
第十九章	过渡金属	457
19.1	通性	457
19.2	过渡金属原子的电子结构	462
19.3	镧系和锕系	463
19.4	维尔纳和无机化合物的化合价理论	464
19.5	络离子的系统命名法	467
19.6	络离子的立体化学	469
19.7	络离子的成键理论	473
19.8	价键理论和杂化理论的应用	474
19.9	晶体场理论	479
19.10	影响晶体场分裂的因素	481
19.11	络离子晶体场的表示法	481
19.12	络合物的颜色性质	483
19.13	对晶体场理论的评价	485
19.14	配位场理论	486
	问题和习题	488
第二十章	核化学	491
20.1	放射性的发现	491
20.2	α 、 β 、和 γ 辐射	492
20.3	辐射的检测	493
20.4	放射性衰变速度	493
20.5	放射性衰变系	496
20.6	元素的蜕变	498
20.7	加速器和蜕变	499

20·8 经中子俘获的蜕变.....	502	A·1 测量和有效数字.....	522
20·9 核裂变.....	502	A·2 有效数字和计算.....	523
20·10 核反应堆	504	A·3 快速估算.....	524
20·11 核稳定性和结合能	505	A·4 对数.....	525
20·12 核聚变	507	附录 B 换算因子和物理常数	528
问题和习题	508	B·1 以 10 的指数作为词头	528
第二十一章 环境	510	B·2 换算因子	528
21·1 人口增长的影响.....	510	B·3 基本常数	529
21·2 空气.....	511	B·4 水的平衡蒸气压	529
21·3 水源.....	514	部分问题和习题的答案	530
21·4 污水处理.....	516	原子量表	535
21·5 农用化学品对环境的影响.....	517	元素周期表	537
21·6 消除污染.....	519	对数表	538
问题和习题.....	520	索引	540
附录 A 科学测量和计算	522		

第一章 原子和分子

1.1 化学家的任务

化学家应用大量各种不同的技术和仪器来研究物质(matter)及其性质。工程师和其他科学家对物质的性质也感到兴趣。以什么来识别化学家呢? 答案是他的奋斗目标而不是他的技巧。化学家为了寻找关于物质不可见的微观结构即原子、分子和电子世界的本质而复阅了他的实验观察、结果和测量。化学家的职责是将大量物质的性质和这些不可见的质点行为联系起来。我们简短地来细察化学家在发展原子和分子的存在上是怎样地具有坚强信念。

今天已没有人怀疑原子和分子的存在了, 但是物质是原子的是否那么明显? 亚里斯多德(Aristotle)从未承认过古希腊刘西普斯(Leucippus)和德莫克里多斯(Democritus)的原子论。原子论被抛弃和埋没了达2300年, 最后终于在十八世纪由少数几个科学家其中包括牛顿在内重新加以考虑。在十九世纪初期道尔顿描述了关于原子存在的非常令人信服的论据, 但是甚至连道尔顿的有关原子论的看法在十九世纪前半叶也未被普遍承认。物质的原子特性对观察者来说是从未那么明显的。

1.2 原子论的实验基础

现代原子理论的历史性进展依靠许多实验观察和测量, 最重要的是波义耳(Boyle)所阐述的分解实验, 拉瓦西(Lavoisier)的称量实验, 普鲁斯特(Proust)的分析实验。

R. 波义耳(Robert Boyle, 1627—1691)坚持用观察和实验来考验解释。波义耳不承认陈旧而且模糊不清的理论, 这种理论主张物质系由4种元素即空气、土、水和火组成。他只把那些不能分解为两种或两种以上不同(更简单)的实物^①看作元素, 实验表明存在着远远超过3个或4个以上的元素。现在仍将不能分裂为不同实物的物质定义为元素, 而由元素组成的化合物简称化合物是由1个以上的元素所组成, 能够发生分解反应。

化合物与单质^②形成的混合物不同。混合物中的单质或组分仍保持其各别的性质。化合物性质与组成元素的性质不同。空气是氮气和氧气的混合物, 维持人类的呼吸系统, 这应归功于混合物中存在的氧气。氮和氧的一种化合物 NO_2 (二氧化氮)是有毒气体, 若吸入会造成死亡。

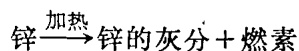
元素和化合物这些名词并不必定意味着原子和分子的存在, 因为这些名词系描述物质的宏观结构(macrostructure)。我们所见和能感觉到的一块纯铁是单质; 不能用通常的化学方法分解为更简单的物质。我们能看见和能尝到味道的并能分解为钠和氯的一颗食盐是化合物。

^① 本章中讲到物质时, 出现了 matter、substance 和 material, 为了加以区别将 substance 译为实物; 但在以后各章仍沿用我国习惯, 一律译为物质不再区分——译者。

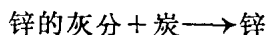
^② 元素和单质在英文中都用 element 表示; 本书根据原书中的含义分别译成元素或单质——译者。

单质和化合物的区别是以实验中观察到的事实为依据的,与原子的存在无关。

燃素论是化学上最早的重要理论之一。虽然燃素论发展为化学反应的一般性理论,但是它原来是作为解释燃烧而提出来的。燃素论认为物质燃烧时生成称为燃素的流体和剩下灰分,灰分等于原来物质减去燃素。燃素论使我们去假设如果我们将所得的灰分与另外的燃素结合起来能重新得到原来的“含有燃素的物质”。例如,当锌在空气中加热时就转变为“灰分”。应用燃素论则锌给出了燃素:



如果我们现在用富含燃素的物质来处理锌的灰分应该能够回收锌。由于炭在燃烧时只留下非常少的灰分所以说炭是富含燃素的物质。如果锌的灰分用炭来处理,能再生出锌。



燃素论预测了正确的结果;当锌的灰分在炭存在下加热得到锌。应用燃素论可以解释和预测许多其他反应的结果,十八世纪的极大多数化学家都承认燃素论。

所有优良的科学理论有助于预测,如果预测正确就巩固加强了理论。如果预测是错误的,那么这个理论必须修正或者予以废弃。

十八世纪末,A.拉瓦西(Antoine Lavoisier, 1743—1794)应用氧气完成了许多实验,拉瓦西通过这些实验驳斥了燃素论。他经常地使用天平发现硫和磷在空气中加热是增重的,更重要地他还发现化学反应或是其他过程例如蒸馏在密封容器中进行时重量没有变化。因此,他的实验意味着燃烧过程并不包含燃素的损失或者其他任何物质的损失。此外,密闭容器实验支持了化学反应中的重量没有净变化的原则。这是一个终于对重要的质量守恒定律有贡献的研究。虽然物质会改变其形式但是物质既不能创造也不能毁灭。

十九世纪初,J. L. 普鲁斯特 (Joseph Louis Proust, 1754—1826) 和 C. L. 伯赛莱特 (Claude Louis Berthollet, 1748—1822) 对化合物组成问题的争论达八年之久。伯赛莱特持化合物中元素的重量分数是可变的看法。当时还不知道两个元素能形成多于一种的化合物。例如,锡能形成两个普通的氧化物:氧化亚锡以重量计含锡 88%, 氧化锡以重量计含锡 79%。伯赛莱特还不知道锡的氧化物是这两种不同化合物的混合物;分析锡的氧化物使得伯赛莱特认为锡的百分含量在 79~88% 之间变化。普鲁斯特证明这是两种锡的化合物,并且证实每种锡化合物是由每个组成元素的一定重量分数所组成。普鲁斯特的过细分析工作终于使所有的科学家承认了现在称为的定组成定律;定组成定律指出纯化合物中各个元素的重量比例是一定的。该定律对道尔顿原子论的发展是极为重要。

1.3 道尔顿的原子假说

十九世纪初,当时已很好地建立了有两种类型的纯物质即存在着单质及其化合物,在化学过程中质量没有明显变化(质量守恒定律)、纯化合物中各元素的重量分数是一定的(定组成定律)。为了解释这些事实,J. 道尔顿 (John Dalton, 1766—1844) 提出元素系由极小而不能破坏称为原子的质点所组成,一定元素的原子是等同的,质量也相同;不同元素的原子质量也不同。

虽然距当时 2500 年以前德莫克里多斯的著作中已提到原子, 在十七世纪的波义耳和牛顿的著作中再出现原子的概念, 但只有在道尔顿给原子赋予质量时原子才成为有用的概念, 使得原子具有一定的性质, 依靠这种性质能验证假说。

按照道尔顿的原子论, 单质系由相同原子所组成; 化合物系表示不同原子的特定结合。当单质反应生成化合物时, 形成了不可破坏的原子的一种结合(用现代术语来说是分子), 质量没有变化; 反应物——原子——的质量总和与产物即分子的质量总和相等。这种观察可用质量守恒定律来归纳。而且, 分子中原子的比率是一定的, 并且因为同种元素的原子具有相同的质量, 纯化合物中一个元素的重量比例是固定的, 与定组成定律相符合。

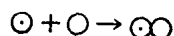
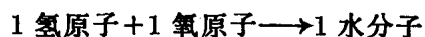
普鲁斯特发现两种元素能够形成一种以上的化合物, 但是因为他没有从原子观点来分析他的数据, 所以他未能看出两个元素之间的重量关系。他发现两个锡的氧化物中, 氧化亚锡的锡百分含量为 79%, 氧化锡中锡百分含量为 88%。如果我们计算每个化合物中与每克氧相比的锡的重量, 得氧化亚锡中与每克氧相比的锡为 7.44 g, 在氧化锡中与每克氧相比的锡为 3.72 g。在这两个化合物中锡(对氧而言)的重量之比是 2:1。道尔顿发现每当两个元素, 设为 A 和 B, 形成一种以上的化合物时, 在不同化合物中每单位重量 B 结合的 A 的重量比率总是一个简单的整数比。原子论使道尔顿了解这种我们称为倍比定律的关系。表 1·1 系表示道尔顿用来表示倍比定律的两个其他的实例。甲烷中与每单位重量氢结合的碳重量对乙烯中与每单位重量氢结合的碳重量之比为 3.00:6.00 或 1:2。氧化亚氮中与每单位重量氧结合的氮重量对氧化氮中与每单位重量氧结合的氮重量之比是 1.75:0.877 或 2:1。

表 1·1 倍比定律的论证

含有碳和氢的化合物	碳的重量百分比	与每克氢结合的碳的克数
甲 烷	75.0	3.00
乙 烯	85.8	6.00
含有氮和氧的化合物	氮的重量百分比	与每克氧结合的氮的重量
氧化亚氮	63.6	1.75
氧化氮	46.7	0.877

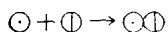
由于道尔顿用原子论武装起来, 所以他能够发现倍比定律; 倘若相同几种元素能形成一种以上的化合物而同一种元素的所有原子具有相同的质量, 就必然需要倍比定律。

道尔顿继续发展了后来经证明是错误的原子量标度, 这是因为道尔顿假定通常气体单质的质点系由单一原子所组成。道尔顿将氢与氧之间的反应写成:



他将氮与氢之间的反应写为:

1 氢原子+1 氮原子→1 氮分子



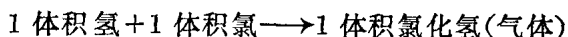
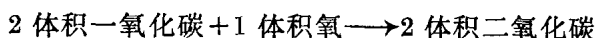
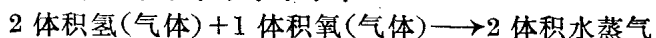
道尔顿用来表示上述 3 个元素的符号 $\odot$, $\oplus$, $\circ$ 已被 H、N 和 O 所代替。

道尔顿接下来任意指定了氢原子 1 个单位的重量并计算其他已知元素的原子的相对重量。他能够确定水中氧对氢的重量比是 8:1, 因为他的水分子是 HO, 只有 1 个氢原子和 1 个氧原子, 所以他指定氧原子的相对重量是 8 个单位。

同理, 他给每个氮原子确定为 4.7 单位。道尔顿总共计算了当时所知的 20 种元素的原子重量。这些重量与当时其他杰出化学家柏齐留斯(Berzelius)所提出的不符, 但是直到科学家承认通常气体单质分子是由两个原子组成的概念以前并不理解这个矛盾。

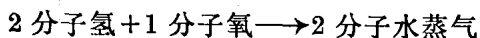
1.4 盖-吕萨克的化合体积定律和阿伏加德罗假说

J. L. 盖-吕萨克 (Joseph Louis Gay-Lussac, 1778—1850) 在研究气体的反应时发现了化合体积定律: 每当两个或两个以上的气体参与化学反应, 反应物体积之比能以小的整数比表示之; 条件是这些体积要在同温同压下测量。例如:

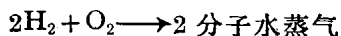


为了解释盖-吕萨克的实验观察, A. 阿伏加德罗 (Amedeo Avogadro, 1776—1856) 以原子的存在为依据于 1811 年提出: (1) 同温同压下同体积的气体含有同数分子; (2) 通常气体单质分子是双原子分子。

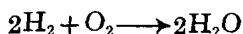
2 体积氢与 1 体积氧化合生成 2 体积水蒸气的盖-吕萨克实验观察就是阿伏加德罗的 2 分子氢与 1 分子氧化合生成 2 分子的水蒸气。但根据定组成定律, 2 个水蒸气分子都含有(同数)的氧原子; 原来的氧分子必须由不止 1 个氧原子组成(假定原子是不可分割的)。阿伏加德罗假说氧分子系由两个氧原子组成(他可以选择任意的偶数, 例如 O_2 、 O_4 、 O_6)。根据上述同体积气体含有同数分子的假说, 他写成:



以及假定氢分子和氧分子是双原子的



由于水蒸气的所有分子是等同的以及原子是不可分割的, 这水分子的式子必然是 H_2O , 氢和氧之间的反应是:



从水分子的式子是 H_2O 和水中氢氧的重量比是 1:8 的事实出发, 阿伏加德罗得出氧原子比氢原子重 16 倍的结论(由于道尔顿将水的式子作为 HO, 所以他主张氧原子的质量比氢原子大 8 倍)。

同体积的气体含有同数分子和通常气体单质分子是双原子分子的假说是阿伏加德罗以道