

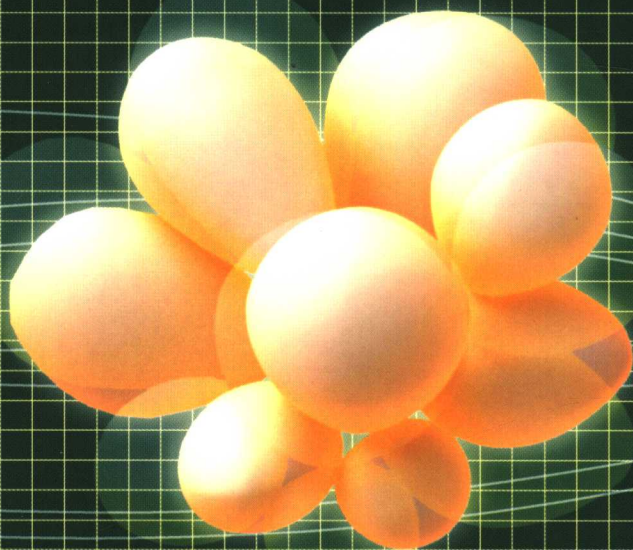


普通高等教育“十五”国家级规划教材

化学原理上册

Principle of Chemistry

● 印永嘉 姚天扬 等编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

化学原理

上册

印永嘉 姚天扬 等编

高等教育出版社

内容提要

本书是为本科化学专业一年级学生编写的基础课教材,书中系统介绍了化学学科最基本的原理(包括微观、统计和宏观理论)及其在化学中的应用。内容编排新颖,融合原“无机化学”、“分析化学”和“物理化学”课程的基本内容,减少重复,适当增加各学科的前沿内容。授课总学时为140学时左右。全书分上下两册出版,共十八章:绪论,原子结构和元素周期律,分子结构和化学键,气体,液体,固体,等离子体,热力学基础,统计热力学简介,溶液,化学反应的方向和平衡,相平衡,化学动力学,电化学,表面现象与胶体分散系统,ⅠA~ⅣA族元素及其化合物,非金属元素及其化合物,过渡元素及其配位化合物。

本书除可作为理科化学专业的教材外,也适用于生命科学、地球科学、环境科学、医学、材料科学等需要基础化学教学的各专业使用,也可供其他相关专业参考。

图书在版编目(CIP)数据

化学原理. 上册/印永嘉,姚天扬等编.-北京:高等教育出版社,2006.5

ISBN 7-04-019581-X

I. 化... II. ①印... ②姚... III. 化学—理论—高等学校—教材 IV. O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第043638号

策划编辑 岳延陆 责任编辑 董淑静 封面设计 张申申 责任绘图 郝林
版式设计 范晓红 责任校对 刘莉 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 28.25
字 数 520 000
插 页 1

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年5月第1版
印 次 2006年5月第1次印刷
定 价 30.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19581-00

前 言

1990年“兰州会议”以后,理科化学教学改革进入实质性阶段。在几年实践基础上,第二届化学教学指导委员会根据我国大学本科培养目标的变化,提出理科化学教学改革的主要思想:拓宽基础;加强素质教学和能力培养;重视实验教学。为此应减少授课学时,取消专门化课和实验;并制定“化学(应用化学)专业教学基本内容”和“化学(应用化学)专业实验教学基本内容”;提倡多种形式的化学专业基础课体系并存以适应我国市场经济的发展。

几十年来我国化学基础课(包括实验)体系是“四大化学”即“无机化学”、“分析化学”、“有机化学”和“物理化学”,该体系中四门基础课分别依托19世纪末形成的四个二级学科。但由于科学的发展和交叉,更由于本科教学思想的改变,该体系有许多可以改进之处。自1996年南京大学、复旦大学、浙江大学、苏州大学等十九所学校开始酝酿和论证新的化学基础课体系,而“化学原理”是该体系中的第一门课程。

“化学原理”系统介绍化学学科最基本的原理(包括微观理论、统计理论和宏观理论)及其在化学中的应用。目的是使一年级学生较早地对整个化学学科理论有较全面的了解,以利于后续课程的学习。“化学原理”内容编排新颖,融合原“无机化学”、“分析化学”和“物理化学”内容,减少重复,精选内容,适当增加各学科的前沿内容。授课学时为140学时左右。全书分十八章,依次为:绪论,原子结构和元素周期律,分子结构和化学键,气体,液体,固体,等离子体,热力学基础,统计热力学简介,溶液,化学反应的方向和平衡,相平衡,化学动力学,电化学,表面现象与胶体分散系统,ⅠA~ⅣA族元素及其化合物,非金属元素及其化合物,过渡元素及其配位化合物。

“化学原理”初稿由印永嘉教授、沈静兰教授等编写,自1998年在南京大学基础学科教育学院(包括理科各专业)开始使用。八年来根据教学实际情况,经过几次大的修改,取得较满意的结果,参与改写的有姚天扬教授、王志林教授、葛欣教授和董林教授,并由姚天扬教授最后统稿。多年的教学实践表明“化学原理”的内容编排体系也适用于生命科学、地球科学、环境科学、医学、材料科学等需要基础化学教学的各专业。

“化学原理”编写思想曾得到全国十几所学校同行的启发和论证。编写过程

中还得到傅献彩教授、忻新泉教授、魏元训教授、方惠群教授、胡征教授、杨星水副教授和刘春根副教授的帮助,在此一并致谢。由于编者水平有限,错误在所难免,欢迎批评指正。

编 者

2005 年 12 月 19 日于南京大学

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

化学原理(上册)目录

第一章 绪论	1
§ 1.1 什么是化学	1
§ 1.2 化学的物质观	4
§ 1.3 化学计量学与质量守恒定律——化学方程式配平	9
§ 1.4 科学的方法	16
习题	17
专题	18
第二章 原子结构和元素周期律	22
§ 2.1 微观粒子的波粒二象性	22
§ 2.2 波函数和薛定谔方程	28
§ 2.3 单电子原子的原子结构	30
§ 2.4 多电子原子核外电子的运动状态	42
§ 2.5 原子结构和元素周期律	45
思考题	53
习题	54
专题	56
第三章 分子结构和化学键	64
§ 3.1 离子键	64
§ 3.2 共价键	69
§ 3.3 双原子分子结构	75
§ 3.4 杂化轨道理论	80
§ 3.5 分子的几何构型,价层电子对互斥理论	84
§ 3.6 多中心键	86
§ 3.7 分子间力和氢键	88
思考题	95
习题	96
专题	99
第四章 气体	103

§ 4.1 低压下气体的两个经验定律	103
§ 4.2 理想气体的状态方程	105
§ 4.3 混合理想气体——道尔顿分压定律	111
§ 4.4 气体分子运动论	114
§ 4.5 实际气体的状态方程——范德华方程	127
§ 4.6 气体的液化与临界状态	132
§ 4.7 对比状态原理和压缩因子图	137
思考题	141
习题	142
专题	145
第五章 液体	149
§ 5.1 液体的分子模型	149
§ 5.2 液体的平衡性质——饱和蒸气压与沸点	150
§ 5.3 液体的表面性质	154
§ 5.4 液体的动力性质——黏滞性	160
思考题	163
习题	164
专题	164
第六章 固体	170
§ 6.1 晶体的宏观特性	170
§ 6.2 晶体的微观结构	173
§ 6.3 常见的晶体结构	179
§ 6.4 离子键和点阵能	183
§ 6.5 球的密堆积模型	184
§ 6.6 固体能带理论	188
§ 6.7 晶体的缺陷	189
§ 6.8 晶体的 X 射线衍射	192
思考题	197
习题	197
专题	199
第七章 等离子体	202
§ 7.1 等离子体——物质的第四态	202
§ 7.2 等离子体的基本性质	204
§ 7.3 等离子体的产生	211
§ 7.4 等离子体在当代高科技中的应用	212

思考题	217
第八章 热力学基础	218
§ 8.1 热力学概论	218
§ 8.2 热力学第一定律	222
§ 8.3 体积功(W)	224
§ 8.4 焓(H)	227
§ 8.5 热容(C)	228
§ 8.6 第一定律对理想气体的应用	230
§ 8.7 第一定律对实际气体的应用	235
§ 8.8 热力学第一定律在化学反应中的应用	237
§ 8.9 热力学第二定律	244
§ 8.10 熵(S)	246
§ 8.11 功函(A)	252
§ 8.12 吉布斯自由能(G)	253
§ 8.13 热力学基本方程及其应用	256
§ 8.14 热力学第三定律与规定熵	259
§ 8.15 多组分系统热力学	262
思考题	267
习题	269
专题	273
第九章 统计热力学简介	280
§ 9.1 概论	280
§ 9.2 玻耳兹曼统计	284
§ 9.3 配分函数	288
思考题	299
习题	300
专题	301
第十章 溶液	306
§ 10.1 混合物和溶液	306
§ 10.2 气体混合物	310
§ 10.3 溶液	314
§ 10.4 溶液相平衡中的一些规律	323
思考题	328
习题	329
专题	331

第十一章 化学反应的方向和平衡	338
§ 11.1 化学反应等温式	338
§ 11.2 反应标准吉布斯自由能变化 $\Delta_r G_m^\ominus$	340
§ 11.3 平衡常数	343
§ 11.4 平衡的移动	348
§ 11.5 酸碱平衡和容量分析	355
§ 11.6 沉淀平衡和重量分析	391
思考题	400
习题	401
专题	405
阅读参考书	416
附录	418
I. 某些单质和无机化合物的热容	418
II. 某些有机化合物的热容	423
III. 某些单质和化合物的热容、标准生成热、标准生成吉布斯 自由能及标准熵	425
IV. 在 298 K 时水溶液中一些物质的标准生成热、标准生成 吉布斯自由能及标准熵	433
V. 某些有机化合物的燃烧热(298 K)	436
VI. 元素的相对原子质量表	437
VII. 常用数学公式	440
VIII. 常见的物理和化学常数	441
IX. 不同能量单位的换算关系	441

第一章 绪 论

§ 1.1 什么是化学

一、化学的定义

我们周围的大千世界是物质的世界,构成这个世界的亿万种物质其存在形态和性质各不相同。例如有气态、液态、固态之分,有硬软、颜色之别,有的能燃烧有的则不能,有的有生命有的无生命……众多的物质处于不断的运动和变化之中,例如,铁会生锈,煤能燃烧,植物从发芽、开花、结果至死亡、腐烂,动物的生老病死……正是由于众多物质的不断变化才使世界变得丰富多彩、生气勃勃。长期以来人们在探索 and 了解自然演变过程中已经认识到物质的不同性质来源于物质不同的组成和结构,为了掌握物质的变化规律从而达到改善人类自身的条件和环境的目的,化学这门科学就应运而生。化学可定义为:“研究物质的组成、结构、性质及其相互变化规律的一门科学”。

二、化学的历史回顾

化学的产生有两个源头。首先它来源于传统的技艺,如冶金、陶瓷、酿酒、印染等,这是从实践上来了解物质的性质及其变化。例如从矿石中制取和使用金属的冶金技艺中就了解和发展了相当多的知识,我国古代的青铜器,主要为铜与锡的两元合金,成书于战国时期的《周礼·考工记》中就有“四分其金(铜),而锡居一,谓之戈戟之齐;三分其金,而锡居一,谓之大刃之齐”的记载。这些技艺的发展,不仅丰富了人们对物质及其变化的了解,而且促进了社会的发展,同时改善了人们的生活。

其次,来源于古代哲学家的思想。他们为了探求有关物质的本性,以极大的勇气否定了所谓超自然力——“神”创造世界万物的观点。他们在仔细观察自然界各种物质的变化规律以后,用严密的分析推理方法得出这样的结论:世界万物是由几种基本元素所构成的。例如古希腊的哲学家就提出过四元素说,认为全部自然界的各种物质都是由四种元素——火、土、气、水所构成,如一段干的木材

能燃烧产生烟(气)和火焰(火),余下灰烬(土),在短瞬间还有液体(水)出现;并认为这些元素有一些基本属性,这些属性就是冷、热、干、湿。这些属性与元素之间有图 1.1 的关系。如水是湿和冷的元素,火为干和热的元素等,而且认为只要改变其属性,就可由一种元素变成另一种元素,如以干的属性取代湿的属性,就可使水变成土。我国古代亦有五行说,所谓五行就是自然界的所有物质都是由“金、木、水、火、土”这五种基本元素所构成。这五种基本元素各有其特性,如木具有生长、发达的特性;火具有炎热向上的特性;土具有滋养、化育的特性;金具有清静、收杀的特性;水具有寒冷、向下的特性;世上万物由这五种元素化养而成。而且这五行有相生相克的作用。所谓“相生”是指互相滋生、促进助长的意思,“相克”是指互相制约、抑制的意思;五行相生就是指木生火、火生土、土生金、金生水、水又生木;五行相克是指木克土、土克水、水克火、火克金、金克木。图 1.2 就是五行相生相克的示意图。

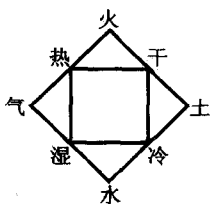


图 1.1 古希腊元素及属性示意图

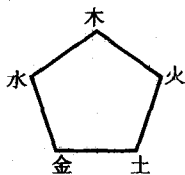


图 1.2 五行相生相克示意图

这些古代哲学家的物质观不仅对世界的本质和万物的起源做出了唯物主义的回答,即他们将千差万别的物质存在形态归结为由几种基本的物质元素所构成,而且解释了许多自然现象和人们的生活现象。但是他们的观点有一致命的弱点,即认为只要改变元素的属性或特性,元素之间是可以互相变化的。这一概念及与之相联系的推理对后世整整影响了一千多年,在封建统治者的提倡和怂恿下,好多人就沉溺于去寻找可改变物质属性的神奇材料,可使顽石变成贵重的金子的技术——“炼金术”;使普通药物变成可使人长生不老的仙丹妙药——“炼丹术”。这就使化学的发展沦于黑暗之中。在人们热衷于炼金炼丹做着徒劳无益尝试的同时,与社会进步和人们生活密切相关的一些与化学相关的生产工艺与技术却有了长足的进展,在我国冶炼、造纸、火药和陶瓷的制作技术和发明不断涌现,而在西方国家中却似乎只有制药化学的发展对化学的发展起了较大的作用。综观整个中古时期,化学产生的两个来源是互相割裂、毫无联系的,亦即对物质世界奥秘探索的理论研究从不考虑对化学的工艺和技术的改进提供理论上的指导,而化学的技艺则在缺乏理论指导下进行经验上的摸索,这种情况一直持续到 17、18 世纪。

17 世纪中叶,英国的科学家波义耳(Boyle R)根据大量新的实验事实批判了炼金术的物质组成的属性说和所谓的四元素说,强调指出物质的构造和性质是复杂的,不是由几种简单的元素如水、土、火、气就能组成所有物质的。他给元素下了一个全新的定义,指出元素“应当是某些不由任何其他物质所构成的原始的物质”,“应该是一般化学方法不能分离为更简单的某些实物”。从现代观点看,他所指的元素实际上就是单质,通过这个定义他将单质与化合物和混合物区别开来。他的这些观点集中反映在《怀疑派化学家》一书中,恩格斯曾指出“波义耳把化学确定为科学”。在波义耳之后一百多年,法国的科学家拉瓦锡(Lavoisier A)用天平研究了物质燃烧前后的质量,发现质量没有变化,虽然在燃烧时物质发生了变化,但是并没有什么“燃素”的损失,而是因为空气中的氧参与化学反应的缘故,这就使他彻底摈弃了 17 世纪所流行的旧的燃素学说,而创立了崭新的科学的燃烧学说——氧学说。他还抛弃了古代的元素属性的观点,即某一物质中含有某种元素就一定有该元素属性的观点,而完全采纳了波义耳的观点,即元素是构成所有物质的基本物质,而所有物质都可能分解为这些基本物质。他的研究成果和新的见解集中反映在所著《化学概论》一书中。在拉瓦锡之后不久,即发现了化学中的一些基本定律,如定比定律和倍比定律等。到 19 世纪初,英国的科学家道尔顿(Dalton J)提出了原子论,随之阿伏加德罗(Avogadro A)又提出了分子假说,由于当时没能区别原子和分子两个概念,在相对原子质量测定上出现了几十年的混乱和争议。到 1860 年,意大利化学家康尼查罗(Cannizzaro S)在一本《化学哲理课程大纲》的小册子中澄清了混乱,明确指出要区分原子和分子的不同,相对原子质量和相对分子质量的不同,将原子论和分子假说统一为“原子分子学说”。1869 年门捷列夫(Менделеев Д И)发现元素周期律,元素周期律和原子分子学说相结合,形成了近代化学的理论基础。在这基础上到 19 世纪末,化学中四个分支学科无机化学、分析化学、有机化学和物理化学基本形成。与此同时作为发展社会生产力、满足人类需要的一个工业产业——化学工业——逐步建立,例如三酸二碱工业、染料工业、制药工业、冶金工业等已成为 19 世纪工业强国的支柱产业。

三、化学在科学中的地位

20 世纪化学进入现代化学阶段。由于其他学科的发展(特别是物理学科的发展),量子力学的诞生,计算机的发明,各种精密仪器的出现使化学学科从宏观研究深入到微观研究。化学不但能在理论上而且能在实验上深入到原子、分子层次上进行研究。因此化学的定义为“在原子、分子和离子层次上研究物质的组成、结构及其相互变化规律的一门科学”。由于化学的这一发展,使化学学科向其他学科渗透,形成众多的交叉学科和边缘学科,而使自己处于“中心学科”的地

位。例如在 20 世纪前生物学和化学是没什么太多关系的,但由于生物学的发展也进入分子层次,因此生物学中许多研究方法和理论必然基于化学方法和理论(如 DNA 的发现,基因的研究),化学和生物学的交叉前沿学科“分子生物学”应运而生。再如天文学在研究宇宙中元素的形成或在宇宙中发现新的化合物需要化学知识。图 1.3 反映了化学和其他学科的关系,说明了 20 世纪以后化学逐步成为一门“基础学科”,一门“中心学科”。

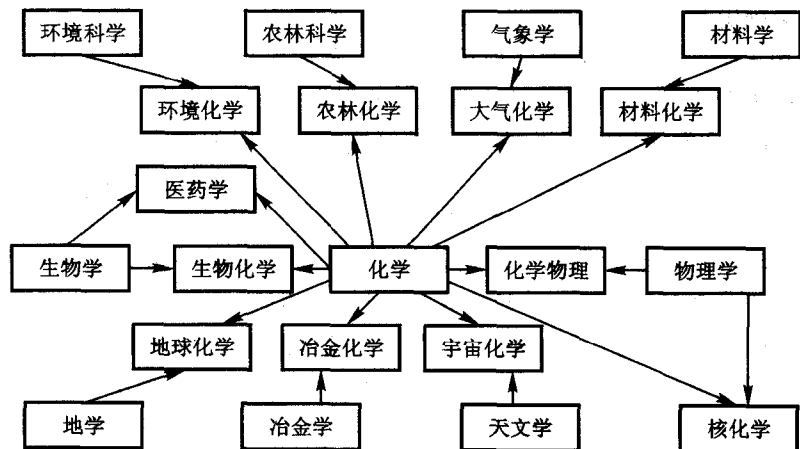


图 1.3 化学与其他学科相互交叉

其次,20 世纪化学工业不但是国民经济的支柱产业,而且是满足社会需要最重要的手段。要使人们生活得更健康、要使人们的食品更丰富更有营养、要使人们住房更舒服、人们的衣服更绚丽多彩……在很大程度上依赖于化学家的知识和技能。人们的每天生活很少与化学无关,如果你仔细观察,将会发现你生活在一个化学品世界里。即使当前人们所关注的社会热门话题如能源、环境、材料和生命等问题也都与化学密切相关。因此化学已经成为社会文化的一个重要组成部分。

§ 1.2 化学的物质观

这里所指的物质(matter)是指宏观上人们看得见、摸得着、占有一定空间并具有一定质量的实体,而没有包括那些看不见、摸不着但又是客观存在的物理学上称之为“场”的那种物质。从化学观点看,自古以来就是用两种传统的方法来研究物质,一个叫做“分析”——就是研究物质究竟是由哪些最基本的物质所构

成;另一个叫做“合成”——就是由一些基本物质或简单物质如何能变成较复杂的物质。“分析”和“合成”是化学家的根本任务,是化学家研究物质的两大手段。

一、混合物与纯物质

化学家通过长期的观察和实践,用分析的方法,认为周围物质世界中的所有物质可以分为两大类:“混合物”和“纯物质”。所谓混合物是指两种或两种以上的物质混合在一起的物质。而在混合物中又可区分为两类,一类称为“多相混合物”,即在该混合物中各个部分其性质并不相同,如沙子和白糖混合在一起,泥土和水混合在一起,用人的眼睛就可分辨。另一类称为“均相混合物”,这种混合物各个部分的性质没有区别,如白糖和水混合在一起,只要糖的数量不太大,就会看到糖溶解在水中形成一透明的液体,这就是均相混合物。再如空气,亦是一种均相混合物。混合物的特点是可以物理方法将它们分离成多个组成它们的物质,即利用物理性质(溶解度、熔点、沸点及吸附性等)的不同而发生分离,例如空气是几种气体(氧、氮、二氧化碳和其他稀有气体)构成的均相混合物,因这些气体各自的沸点不同,首先将空气冷却使之成液体(即液化空气),然后慢慢加温,则沸点最低的一定首先逸出,随之沸点较高的再逐步逸出达到分离目的。所谓纯物质是用物理方法无法再将它分离出可分离的部分,亦就是其他物质均已不再存在,只有一种物质存在,此物质称为纯物质,也称“纯净物”,如氯化钠、水等。应当指出,在世界上没有绝对纯的物质,所谓的纯物质只是个理想的概念,例如,半导体材料锗和硅,它们用于电子器件和太阳能电池,其纯度要求达到六个九(即 99.9999%)甚至更多,即使如此之纯,其中的杂质仍然有百万分之一。

二、单质和化合物——元素的概念

当纯物质达到如此高的纯度时,人们要问,是否这种纯物质就是构成世界的基本单元呢?从化学的观点来看,纯物质仍然不是构成物质世界的基本单元,因为纯物质仍然可以被分解为一些更基本的单元。如水是一种纯物质,但它仍然可被分解为氢(H_2)和氧(O_2)两种基本物质。若不能用一般物理或化学的方法再分解成更简单的物质的纯物质(波义耳称之为“元素”)才是构成所有物质的基本单元。因此纯物质还可区分为两类,一类称为单质(simple substance),它是由一种元素构成的纯物质;一类称为化合物(compound),它是由两种或两种以上的元素化合而成的纯物质。所以构成物质世界的最基本单元不是纯物质,而应当是元素(element)。这里所说的元素已经不是古代的那种“四元素说”或“五行说”中所说的元素,而是全新概念的元素。经过化学家们 100 多年的努力,现代对元素的理解亦与波义耳关于元素的概念有所不同,在道尔顿的原子论提出以后,特别是对原子结构有了较深入的了解和同位素发现以后,已经明确所谓元

素是指“具有相同原子序数(atomic number)的相同原子构成的物质”,而且发现自然界的物质世界中只有 92 种不同的元素,它们是构成所有物质的基本单元。到 1996 年为止,总共只发现了 111 种元素,其中有 19 种是“人造”的元素,即是自然界中所没有的。

三、构成物质的基本微观粒子——原子、分子和离子

把物质划分为混合物和纯物质,将纯物质又划分为单质和化合物,认为构成世界上各种物质的基本物质是元素,这是现代化学的重要内容,它有助于许多化学事实的系统化。但人们不禁要问,为什么一种元素与另一种元素性质会不相同,为什么元素要相互结合成化合物?这就需要有一理论来解释这些事实,即元素能否再分裂成更细小的结构基本单元。当时化学界从实验上已证明有两条基本定律,一是“物质不灭和质量守恒定律”,即在化学变化的过程中,可以由一种物质变成另一种物质,但构成这些物质的元素是不能无中生有也不能无形消失的,另外在化学变化前后,其质量是守恒的。另一条是“定组成定律”或“定比定律”,即每一种化合物不论其来源不同或是制备方法不同,“该化合物的组分元素其质量比总是相同”,或者说“每种化合物都有相同的组成”。这些化学中的基本定律其内在原因究竟是什么,亦需要有一理论来解释之。1808 年,英国的中学教师道尔顿以他非凡的洞察力提出了“原子论”(或称“原子学说”),这是近代化学诞生以来第一个提出的比较完整的理论,表达了化学家对物质世界如何构成的物质观,这个理论经受了許多实验事实和时间的考验。此理论的要点如下:

(1) 一切元素都是由不能再分割亦不能毁灭的细小微粒所组成,这种微粒称为“原子”(atom)。

(2) 同一种元素的原子其性质和质量都相同,不同元素的原子其性质和质量都不同。在一般的化学反应中,不能把一种元素的原子变成另一种元素的原子,原子在化学反应中既不能产生,也不能消灭。

(3) 两种或两种以上的元素化合成化合物时,在化合物中原子种类和相对数目不变。

从上述原子论的要点,首先它给我们勾画出形成物质世界的一幅原子图像(图 1.4)。

图 1.4 表明构成物质世界的基本单元是原子这种微粒。图 1.4(a)表明不同元素的原子构成不同的单质,图 1.4(b)表明化合物是不同元素的原子按一定比例结合起来的纯物质,图 1.4(c)表明不同单质的原子所构成的混合物。

由原子论的观点也很容易解释化学中的基本定律。既然化学反应中,原子既不能创造亦不能消灭,显然参加反应的元素亦就不能创造和消灭;而在化学变化中,组成物质的原子只交换了伴侣,当然其总质量亦就不变,这就是物质不灭

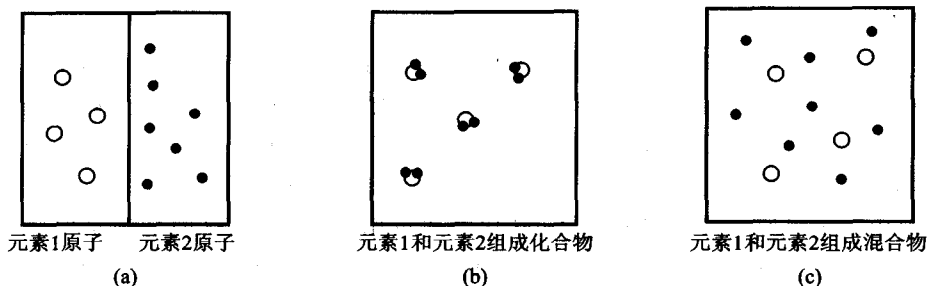


图 1.4 原子论所想像的单质、化合物、混合物的差异图

和质量守恒定律存在的内在原因。既然在化合物中原子的相对数目和种类是不变的,当然任何一种化合物的组成是一定的亦就不足为奇了。道尔顿根据他的原子论预言和解释了倍比定律“两种元素可形成一种以上的化合物时,则与一定质量的某种元素化合后的另一种元素的质量之间一定是成简单整数比”。因为假定 A 和 B 两种元素形成两种化合物时,在第一种化合物内为两个 A 原子与一个 B 原子化合,而在另一化合物内为一个 A 原子与一个 B 原子化合,则在与一定质量的 B 元素化合的 A 元素所形成的两种化合物中, A 元素的质量比一定是 2:1。

虽然原子论的出现取得了很大的成功,为化学界所认可,但是随着科学的发展,又有新的实验事实与原子论的基本观点有冲突:如放射性元素的发现就表明原子可以蜕变和分裂。因此元素在一定条件下(即需能量质点的轰击)是可能变成另外元素的,可是在通常化学反应中确实是不能改变的。另外同位素的发现亦表明同一种元素的原子其质量的比例总是恒定,故其平均质量仍然不变。随着这些新的实验事实的发现,需要对原子学说加以修正或是确立其应用范围。

直到今日,原子论仍然是化学的基石。现代的科学和技术在许多方面都用到原子是构成物质世界的基本单元这个概念。例如按原子论的观点,任何一种构成对人们有用的材料在经过使用以后,其中的原子是不会变化的,因此对任何一种元素的原子是可以实现再循环的。当我们从铁矿中提炼出铁和钢,就可将它做成汽车、飞机和机床以及日常生活中所用的铁锅、铁铲等,当人们把这些东西用坏以后,其中的铁原子仍然是铁原子,没有变化,因此完全可以将这些废铁器送回钢铁厂重新冶炼成好的钢铁以供人们使用。

原子是构成元素的最小微粒,但是以孤立的原子形式出现在物质中却极为少见,只有少数几种单质如惰性气体(氦、氖、氩、氪、氙)等,它们组成物质的结构单元是原子。绝大多数的单质和所有化合物的组成结构单元却不是原子,而是