

无机化学简明教程

238756

无机化学簡明教程

申泮文編著

序 言

本书原名为“普通化学”，分十分册出版，經修訂后改名为“无机化学簡明教程”。

本书的編写系統大致是依照苏联教本B. B. 涅克拉索夫著“普通化学教程”一书的短周期表的系統，但对内容做了較多的精簡，增加了我国社会主义大跃进中化学事业发展的新材料，特别是关于我国化学工业中贯彻党的土洋結合两条腿走路方針的实际材料，力图在内容上能体现出党的教育为无产阶级政治服务、教育与生产劳动相結合的方針的精神。教师使用本书时，可以依对象的不同，在課堂讲授中适当地补充一些材料，以深入到不同的程度。

在本书修訂过程中，承天津南开大学化学系主任邱宗岳教授和无机化学教研組王繼彰副教授提出了許多宝贵的改正意見，謹向他們致以誠摯的感謝。由于著者缺乏經驗，謬誤之处在所难免，希望讀者們能來函指正，以便在再版时能够再行大力修訂。

山西大学化学系 申泮文

一九六〇年四月

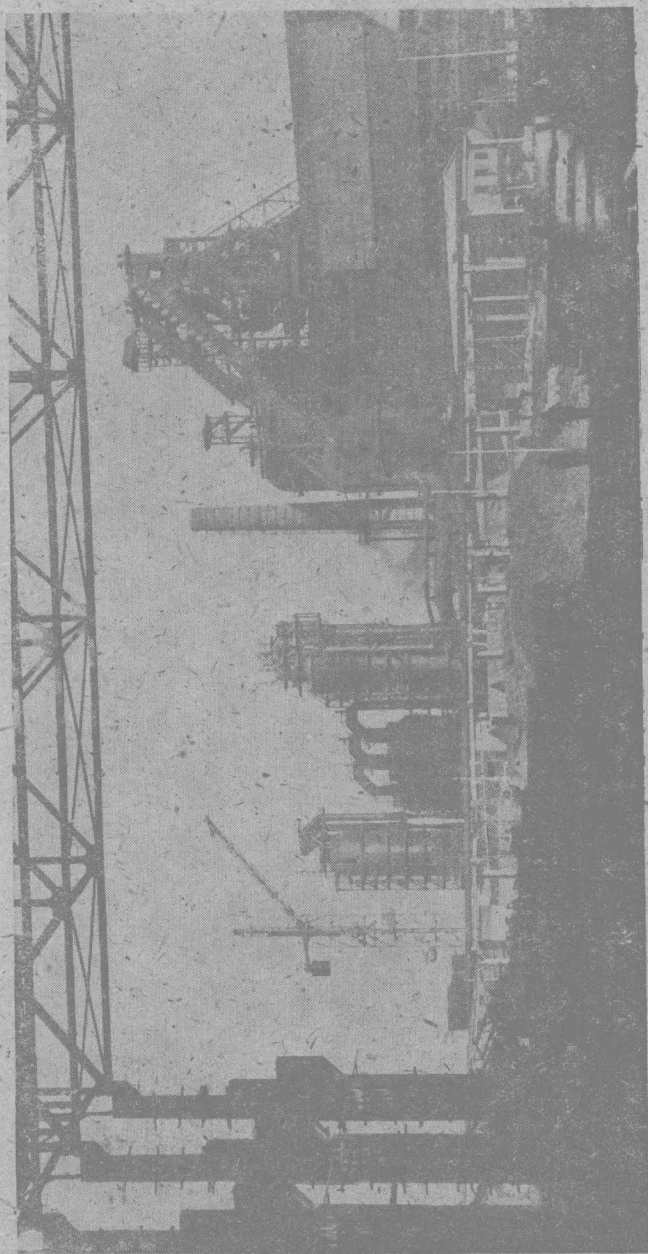


图71 鞍钢一号高炉外景

目 录

序.....	1
第一章 緒論.....	1
第二章 原子分子学說.....	8
§1. 古代的原子概念.....	8
§2. 原子学說的理論基础.....	9
§3. 道尔頓的原子学說·分子观念的发展.....	11
§4. 分子量.....	13
§5. 原子量的測定.....	15
§6. 化学式和化学方程式.....	22
§7. 分子运动学說与原子分子存在的眞实性.....	26
第三章 空气和氧.....	34
§1. 空气.....	34
§2. 惰性气体.....	36
§3. 氧和臭氧.....	39
§4. 无机化合物的命名法.....	42
第四章 原子的結構.....	45
§1. 原子結構的复杂性.....	45
§2. 卢瑟福的核型原子.....	47
§3. 莫斯萊定律.....	50
§4. 原子核的結構.....	52
§5. 波尔的氫原子結構理論.....	53
§6. 原子的电子层結構.....	56
§7. 元素原子的电子层結構和周期系.....	62
§8. 元素的性質和原子电子层結構的关系.....	69
第五章 分子的結構.....	72
§1. 离子鍵与共价鍵.....	72
§2. 极性分子.....	86
§3. 分子之間的力.....	89

§4. 分子的结构式	92
§5. 晶体	95
第六章 化学反应速度与化学平衡	100
§1. 化学反应速度的概念	100
§2. 可逆反应与化学平衡	106
第七章 氢与水	114
§1. 氢	114
§2. 水	117
§3. 过氧化氢	127
§4. 关于热化学的一些基本概念	130
第八章 溶液	135
§1. 分子溶液	135
§2. 稀溶液的通性	143
第九章 电离学说	148
§1. 阿累尼乌斯的电离假说	148
§2. 电解质的离解	154
§3. 电离度	158
§4. 弱电解质在溶液中的平衡	162
§5. 水的电离	166
§6. 离子反应	169
§7. 盐的水解	174
§8. 化学反应和电流	178
第十章 元素的周期系	184
§1. 周期律的发展	184
§2. 周期表的近代形式	187
§3. 地球化学的概念	192
第十一章 周期系第七族	198
§1. 卤族元素	199
§2. 氧化还原反应	219
§3. 锰分族	232
第十二章 周期系第六族	241
§1. 硫	241

§2. 催化·硫酸工业	251
§3. 硒分族	259
§4. 碲分族	263
第十三章 周期系第五族	271
§1. 氮和氨	272
§2. 络合物	279
§3. 氮的含氧化合物	287
§4. 磷	291
§5. 砷分族	299
§6. 钼分族	307
第十四章 周期系第四族	311
§1. 碳	313
§2. 硅	320
§3. 胶体	325
§4. 锃分族	329
§5. 铈分族	334
第十五章 周期系第三族	339
§1. 硼	341
§2. 铝	348
§3. 镓分族	355
§4. 铟分族	356
§5. 镧系元素	358
§6. 铈系元素	363
§7. 钍和钷	367
第十六章 周期系第二族	375
§1. 铍、镁和碱土金属	375
§2. 锌分族	381
第十七章 周期系第一族	387
§1. 碱金属元素	337
§2. 铜分族元素	397
第十八章 周期系第八族	405
§1. 铁系元素	405

§ 2. 铂系元素.....	417
第十九章 元素的周期性.....	424
§ 1. 元素.....	424
§ 2. 金属.....	439
第二十章 原子核.....	447
§ 1. 天然放射系.....	447
§ 2. 同位素.....	452
§ 3. 原子核的组成.....	459
§ 4. 人工核反应和人工放射性.....	462
§ 5. 原子能.....	466
附录.....	473

第一章 緒論

研究化学的目的 化学是自然科学的一門，自然科学的目的在于掌握自然事物和現象的正确知識和它們的发展規律；我們掌握了这种知識和規律之后，就可以解釋自然界中不断发生的变化，預見宇宙的未來面貌，并进一步利用这些知識驅使自然为人类服务。化学的研究对象是物質的性質、組成、結構及其变化和相關的現象和規律。恩格斯給化学下了最恰當的定義：化学是研究物質內在本性的变化的科学。化学的研究不是仅限于純学术知識的探討，而主要的是为了生产，它幫助我們从大自然里取得國民經濟所需要的东西。偉大的俄罗斯科学家罗蒙諾索夫在化学的实际应用剛剛开始发展时就說过：“化学一定能够在人类事物的各个方面，得到广泛的应用”。这位偉大学者的預言，現在正日益广泛地被証实着。

物質及其运动 在我們意識之外，并圍繞在我們的四周，有一个由不断运动着的物質所組成的世界。物質的存在是不以人的意識为轉移的。列宁說：“物質是作用于我們感官而引起感覺的东西，物質是我們感覺得到的客观实在”^①。

物質永远是在不停的运动(运动、变化、发展)中，运动是物質存在的形式。物質的运动形式是多种多样的，恩格斯把它分为五大类，即：机械的、物理的、化学的、生命的和社会的五种运动形式。这些多种多样的运动形式，是可以互相轉化的。毛主席在他的天才著作“矛盾論”中說道：“人的認識物質，就是認識物質的运动形式。因为除了运动的物質以外，世界上什么也沒有”^②。

① 列宁全集，第十四卷，第164頁，人民出版社。

② 毛澤东选集，第一卷，第296頁，人民出版社。

在自然界中从电子、质子、中子等微小粒子到水、木材、鉄……以及重力場、电磁場……等，都是运动着的物质的各种表现形式。我們把这些微小粒子、水、木材、鉄……等叫做实物，它們是物质的一种基本表现形式；重力場、电磁場……等叫做場，是物质的另一种基本表现形式。

实物常常在进行各种各样的变化。这些变化可以概括成两大类：在一类中，变化后沒有新的实物生成，而只是实物的一些物理性质的改变，例如水变成蒸汽，鉄熔化了，等等。这类变化叫做物理变化。在另一类中，变化后生成了新的实物，例如木材的燃燒、鉄的生锈等等。这类变化叫做化学变化。化学变化的发生是由于实物的内在本性（内部結構和組成）发生了变化。化学的任务就是要通过实物的化学变化，去获得对物质世界的深刻認識，以达到充分利用自然为人类造福的目的。

研究化学的方法 化学和其他科学一样，研究的方法是从观察現象开始的。人在实践过程中，先經過简单观察而获得一些感性認識。經過綜合、归納之后，就能把这些感性認識提高到概念，即提高到理性認識。科学家为了証实自己对于事物发展过程的理性認識是否正确，就需要进行实验工作，根据实验結果来判断自己的結論是否符合客观真理。經過驗證的这种結論就成为理論，它在一定条件下反映了自然現象間的联系。

由此可見，化学的研究要求認識和实践相結合。通过实践（实验工作或生产活动）而得到認識，并通过实践来提高認識。实践、認識、再实践、再認識，这种形式循环往复以至无穷，每經過一次这种循环，我們的科学知識就获得进一步的提高。

化学在国民經济中的重要性和我国社会主义建設大跃进中化学事业的发展：在近代生活中，特别是人类的生产活动中，化学起着非常重要的作用。自然界只供給我們原料，如木材、果实、矿石、盐、煤、石油等等。这些材料大多須經過化学处理，才能制出工业、国防和生活上的必需品，以及农业上需用的各种各样材料，如金属、顏料、各种酸、药剂、

炸藥、酒精、肥皂、皮革、碱、肥料和農藥等等。要实现这些物質的制造，首先必須知道它們是怎样制造的和在什么条件下制造的，也就是需要知道化学变化的一般規律，而化学就給我們这种知識。

化学也研究自然原料最經濟的利用、生产中副产品和廢物的利用等問題，以及探求制造各种实物的最有效的新方法等。

化学作为社会主义建設重要因素之一，对于我国国民經济的发展具有非常重大的意义。

自从 1958 年开始，我国的社会主义經濟建設，在党中央的正确領導下，在全国人民整風运动取得了偉大的胜利的形势下，掀起了社会主义建設大跃进的高潮，出現了历史上从未有过的生产力飞跃的发展。1959 年，工农业生产已經提前三年基本上完成了第二个五年計劃的主要指标。在农业上粮食和經濟作物連續两年在有严重水旱灾的情况下获得了空前的丰收。粮食加工和經濟作物的綜合利用，給化学提出了巨大的任务和发展的推动力。鋼的生产由 1957 年的 535 万吨猛增到 1958 年的 800 万吨（另有 308 万吨土鋼未計入）和 1959 年的 1335 万吨。全国各地兴建起許多小洋群鋼鉄基地，星罗棋布，和大型鋼鉄企业遙相呼应，取得了世界上任何資本主义国家所沒有过的空前发展速度。銅、鋁等冶金工业也都飞跃地向前发展。在化学工业上，由于中央化学工业部認真地貫徹了党的建設社会主义总路綫的精神和办工业两条腿走路的方針，除了大力建設几个大型化工基地之外，还創造性地設計了各种小型化学工业的定型設計，通过人民公社办工业的积极性，使人造石油、化学肥料、硫酸、化工基本原料等小型化学工业在全国各地普遍开花。办工厂成为一种群众性的运动，这两年間使我国化学工业由落后状态一跃而呈現空前的繁荣。1959 年下半年，在党的八届八中全会反右傾鼓干劲的偉大号召之下，化学工业方面的小土群和小洋群运动更进一步乘胜前进，产品品种之繁，新建企业之多，声势之浩大，速度之快，远远超过了 1958 年。今后的发展，将是一日千

里,不可遏抑。

在1959年全年,化学工业取得了很大的成績,与1958年相比,約增长45%以上。几种主要产品与1958年相比較,硫酸增长48—51%,烧碱增长30—34%,硝酸增长35—38%,純碱增长33—34%,合成氨增长40—42%,化学肥料增长37—45%,抗菌素增长126—140%。显然,这种发展是高速度的。

在化学科学研究方面,在党的大力号召下,在全国人民中也掀起了全民搞科学的群众性运动。各地普遍增設了科学研究机构,人人解放思想,破除迷信,大搞科学研究。高等学校、科学研究机关和厂矿企业,都一再掀起科学研究工作跃进的高潮,在这两年中也取得了非常巨大的成績。在化学方面,在合成纖維、塑料、离子交換树脂、其他合成材料、等方面的研究工作,都获得了极其重大的成果,使化学科学水平大大地接近了或若干方面超过了世界的先进水平。我們真正是处于一天等于二十年的时代。化学事业的攀登世界科学高峰将不是一项空想,而是社会主义新中国化学工作者必然承担和必然完成的任务。

化学的发展过程 “科学的发生及发展进程,归根到底是由生产所决定的”^①。根据現在已有的資料,化学科学起源于几个古代文化发达的国家;中国、埃及、印度、美索不达米亚。在这些国家里,早在公元以前就已經发展起金属冶炼、制造玻璃和陶器、染色等技术生产。

在我国古代,由于封建社会的特殊性,本来为生产服务的化学技术,发展成为方士(点金家、炼丹家)所掌握的金丹术,成为对一般人保守秘密的知識。公元八世紀后,我国点金术通过与海外的通商而达到波斯,再傳入欧洲,成为近代化学的前驅。

我国古代书籍中記載的化学知識內容是非常丰富的。例如汉代炼丹者魏伯阳所著的“周易参同契”、“五行相类”等书,是现代知道的金丹

^① 恩格斯,自然辯証法,第4—5頁,人民出版社。

术方面最古的著作。从这两本书里可以看出我国在公元二世紀时，方士們已經掌握了相当多的化学知識了。我国另一有世界名望的炼丹家是晋代的葛洪。他是一个有多方面成就的著名炼丹家。他的作品“抱朴子”也被公认为炼丹方面的重要典籍。唐代炼丹者馬和(公元八世紀)在他的著作“平龙訣”里指出空气成分的复杂性，而且还記載着氧的制取和燃燒的現象。这比西欧发现氧要早了九个世紀。

我国在春秋战国时期，由于百家爭鳴，学术文化有很大的发展，哲学思想在这时也开始萌芽。在这一时期中，中国的哲学家对于宇宙构成的問題，曾有很多討論，最显著的是后来成为金丹术家理論基础的阴阳五行的学說。这种宇宙观起源于道家，其后又有阴阳家一支派。所謂五行就是金、木、水、火、土。按这一学說，宇宙間的一切东西，都是这五种元素組成的。阴阳家則提出阴阳两个力的要素，來說明五行如何組成万物。这两种要素一方面对立，一方面互相輔成，統一地存在于万物的內部，把五行彼此間互相結合起来。阴阳五行学說是一种純朴的辯証唯物論观点，特別是阴阳既对立又輔成的主張，是我国哲学家具有基本重要性的貢獻，在原則上它和近代物理和化学上关于物質結構的理論是不謀而合的。

由于后来炼丹家的脫离生产实践，趋向于神秘，他們的理論得不到发展，而停留在原始的阴阳五行学說上，甚至当封建主义社会进一步发展向愚昧主义时，本来是唯物观点的阴阳五行論更被牽强附会，和星象、医药、命运、占卜等迷信观点結合了起来，因而得不到应有的正确发展。沿着金丹术发展的化学便也沒有在我国順利地成长起来。不过也有个别的实用化学技术，由于和生产实践相結合，在我国得到了輝煌的成就，例如从汉代开始的造紙术、唐代发明的火药、汉唐以来的陶瓷等等，都是我国劳动人民在世界文化史上的巨大貢獻。至于金属的冶炼，我国更早于世界其他国家，例如我国除了很早就会冶炼銅、鋼、鉄、金、銀等重要金属之外，也是懂得用汞、鋅、鋅、錫、鎔的最早的国家。

点金术傳入欧洲之后,最初也是被神秘荒誕的学說所統治着,到了十六世紀初,才发生了根本的变化。在欧洲許多国家內由于社会結構发生了变化,生产力的发展突破了封建制度的狹窄領域,而走向資本主义社会。发展生产和促进貿易的傾向急剧增长,要求突破保守思想、打破化学中的神秘观点,并对化学提出了生活上和生产上非常迫切的要求。

这样,炼丹术首先就向有实用意义的医药化学方面发展,并且使化学本身得到了发展的推动力。

到了十七世紀时,中、西欧各国的生产开始迅速扩张,冶金工业有了很大的发展。化学家的注意力主要注視在燃烧反应和氧化还原反应方面。这时便因生产上的需要,产生了概括性的化学新理論,这就是化学史上有名的“燃素論”(德国人史达尔 Stahl)。

这个理論說,一切被燃燒或被氧化的物体里,都包含一种特殊的物質,叫做燃素。物体被燃燒时,它本身所含的燃素便逸散出去。因此燃燒或氧化两种过程的本质便是失去燃素。在被氧化的物質(例如矿石)中加入含有燃素的物質(例如煤炭)便可以得到未被氧化的物質(例如金属)。这个理論被普遍地应用,并且在某种程度上几乎統一地說明了当时所积累的全部实验材料;此外,它引起了許多新的研究題材。在这个时代里許多种气体被发现了,人們对于金属、氧化物、盐类也有了更多的認識。化学面临着大发展的前夕,简单且有内部矛盾的燃素論不但不能符合新发展的要求,反而成为化学科学进一步发展的絆脚石了。

燃素論的基本內在矛盾是:人們从来没有在实验室里将燃素具体地分离出来加以研究过,此外,所有被氧化的金属总是比未氧化前重些,失去燃素反而重量增加,就不能不引起人們对它的怀疑。燃素論在統治化学 100 年之后,在生产力发展推动下所引起的化学中若干重要发明的面前,终于被彻底摧毁,繼之而起的便是近代的基本化学反应理論。

十八世紀四十年代,偉大的俄罗斯化学家罗蒙諾索夫首先提出物

質不灭定律(1748年)。这个基本化学定律說“参加化学反应的全部物質的重量,恒等于反应后产物的重量”。罗氏的定律給定量化学分析奠定了科学的基础,它給我們精确地进行物質組成和化学反应的研究提供了可能性。



米哈依尔·瓦西里約維奇·罗蒙諾索夫。

法国化学家拉瓦錫,在化学工作中彻底地应用了罗蒙諾索夫的定量研究方法,把罗蒙諾索夫的物質不灭定律和当时氧气的发现結合起来,証明燃燒不是放出燃素的分解反应,而恰恰相反,是燃燒的物質和空气中的氧气所起的化合反应,根本否定了这种虚构的“燃素”的观点,改变了全部基本概念,使現代的化学体系开始建立起来。从1800年起近代化学便迅速地日益光輝地发展起来了。

第二章 原子分子学說

§1. 古代的原子概念

在古代关于物质结构的哲学概念中，有两个彼此有联系的問題，一个是万物是由少数最基本的东西所組成的，还是每一种物质自有它独立的結構，而互不相关。在这个問題上有如前章所讲，古代哲学家主張万物是由少数基本元素組成的，这和近代的物质結構理論还是一致的。另一个問題是物质的分割性問題，即物质是不是可以无限地分割下去，还是有限度的，分到一定程度便不能再分割下去了？关于第二个問題，我国战国时期（公元前四世紀前后）哲学思潮发达时，哲学家們是有一定看法的。庄子在他的著作天运篇中写道“一尺之捶，日取其半，万世不竭”。这句话的意思是：一尺长的一根棍子，今天割下一半，明天割下一半的一半，如此推下去，割取几十万年也割不完。他用具体的实例，来说明他对物质分割性問題的看法，也就是他主張物质是可以无限分割的。

和庄子有同样主張的还有他的同时代人惠施。

与此同时，另一派哲学家主張物质是不能无限分割的，可以用墨子作为代表。墨子在墨經下篇中写道：“非半不斲則不动，斲在端”；这是說，物质到了沒有一半的时候，就不能切开它了，这种情况可名之为“端”。又說：“新必半，毋与非半，不可斲也”，以及“端，是无間也”。从这些话里可以看出，墨派的學者具有很原始的物质小单位的概念。

在欧洲，差不多也是公元前四世紀左右，希腊的哲学家也有同样的两种主張，主張物质不能无限分割的是德謨克利特（公元前460—370），他認為宇宙間一切物质都是由极端小的不可分割的粒子組成的。他把这些粒子叫做“原子”。主張物质可以无限分割的有刘賽博司。在科学

的原子論出現之前，在整个一段历史中人們总是就这两种主張进行爭辯，互不相让，虽然相信物質有最小的最后单位的人占有多数。

§ 2. 原子学說的理論基础

定組成定律 由于在化学理論中出現了罗蒙諾索夫的物質不灭定律和开始了现代化学的新体系，十九世紀里的化学研究工作就越来越精确。对于实物进行化合而产生新的实物的定量研究中，实物是依照它們的本性以一定的数量比例而进行化合，还是沒有一定的比例，可以以任何的量进行化合呢？这个问题經過长久的爭辯，最后到了1807年，化学家經過实验的証明，确定下来：每一种化合物都有完全确定的組成，这也就是说，化合物的組成，不因制备它的方法而改变。这个結論是化学上第二条基本定律——**定組成定律**。

当量定律 在定組成定律建立起来之后，人們可以精确地研究各种元素互相化合时的重量关系。英国化学家道尔頓从1803年起在这方面做了許多工作。他在化学中介绍了元素的化合量——后来叫做“当量”的概念。当量是某元素和1个(更精确些是1.008个)重量单位的氢相化合时，或是从化合物中置换1个重量单位的氢时所需的重量。他并根据实验导出一个**当量定律**，这个定律說：元素总是依照当量的比例而进行化合。因此，任何化合物的組成都可以用其中所含元素的若干当量数来表示。

求一种元素的当量是很容易的，只要知道它和一已知当量的元素相化合时的重量比就行了。

例如已知在水中含氢重11.1%，氧重88.9%。已知氢的当量是1，不难算出氧的当量是 $\frac{1 \times 88.9}{11.1} = 8.0$ 。

又如一种銅和氧的化合物，經分析含銅79.9%，氧20.1%。由上例知氧的当量是8，可以立即由比例式 $\frac{8 \times 79.9}{20.1} = 31.8$ 。这就是銅的当量。