

高等学校教学用书

无机化学简明教程

WUJI HUAXUE JIANMING JIAOCHENG

上 册

申泮文編著

人 民 教 育 出 版 社

高等学校教学用书



无机化学简明教程

WUJI HUAXUE JIANMING JIAOCHENG

上册

申泮文编著

人民教育出版社

本書是編者在原蘇太津广播函授大学化工系試用教材“普通化学”(第一至第十分册)的基础上修改而成的。其內容除进一步搜集了1958—1959年我国无机化学工业和科学研究方面的新成就和新发展外,还補充了一些重要知識,增加了某些在近代较为重要的稀有元素及其化合物,如鈾、鈾等。

本書內容除帶*号章节可跳讀不加講授外,其余全部教材可作为綜合大学和高等师范学校生物各专业无机化学課程的教材。該書也可供业余大学化学系或化工系作为教材。

本書共二十章,分上、下冊出版,上冊包括第一章到十章,內容为:緒論,原子分子学說,空气和氧,原子結構,分子的結構,化学反应速度与化学平衡,氢与水,溶液,电离学說,元素的周期系。下冊由第十一章到二十章以及附录組成,內容为:周期系的第七族,周期系第六族,周期系第五族,周期系第四族,周期系第三族,周期系第二族,周期系第一族,周期系第八族,元素的周期性以及原子核等。

簡裝本說明

目前850×1168毫米規格紙張較少,本書暫以787×1092毫米規格紙張印刷,定价相应减少20%。希鑒諒。

无机化学簡明教程

上 冊

申 泮 文 編 著

人民教育出版社出版 高等學校化学用書編輯部

北京宣武門內承恩寺7号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第2号)

民族印刷厂印裝

新华書店科技發行所發行

各地新华書店經售

統一書号13010.1038开本787×1092 1/32 印張711/16 插頁2

字數194,000 印數0001—1,700 定价(6)¥0.65

1960年9月合訂本第1版(共印44,000册)

1960年9月第1次印刷

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

上册目录

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真实性	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 分子的结构	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. 分子的結構式	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 氫与水	114
§1. 氫	114
§2. 水	117
§3. 过氧化氫	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 电离学說	148
§1. 阿累尼烏斯的电离假說	148
§2. 电解質的离解	154
§3. 电离度	158
§4. 弱电解質在溶液中的平衡	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. 錳分族	232

第一章 緒論

研究化學的目的 化學是自然科學的一門，研究自然科學的目的在於掌握自然事物和現象的正確知識和它們的發展規律；我們掌握了這種知識和規律之後，就可以解釋自然界中不斷發生的變化，預見宇宙的未来面貌，並進一步利用這些知識驅使自然為人類服務。化學的研究對象是物質的性質、組成、結構及其變化和相關的現象和規律。恩格斯給化學下了最恰當的定義：化學是研究物質內在本性的變化的科學。化學的研究不是僅限於純學術知識的探討，而主要的是為了生產，它幫助我們從大自然里取得國民經濟所需要的東西。偉大的俄羅斯科學家羅蒙諾索夫在化學的實際應用剛剛開始發展時就說過：“化學一定能夠在人類事物的各个方面，得到廣泛的應用”。這位偉大學者的預言，現在正日益廣泛地被証實着。

物質及其運動 在我們意識之外，並圍繞在我們的四周，有一個由不斷運動着的物質所組成的世界。物質的存在是不以人的意識為轉移的。列寧說：“物質是作用於我們感官而引起感覺的東西，物質是我們感覺得到的客觀實在”^①。

物質永遠是在不停的運動（運動、變化、發展）中，運動是物質存在的形式。物質的運動形式是多種多樣的，恩格斯在自然辯證法指出，

^① 列寧全集，第十四卷，第164頁，人民出版社。

“物质的运动，不仅是粗糙的机械运动、单纯的位置变动，而且还是热和光、电和磁的应力、化学的化合和分解、生命，并且最后是意識。”^①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：“人的認識物质，就是認識物质的运动形式。因为除了运动的物质以外，世界上什么也沒有”^②。

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，例如木材的燃烧、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內在本性（內部结构和組成）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

① 自然辯証法，第18頁，人民出版社。

② 毛澤东选集，第一卷，第296頁，人民出版社。

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。

化学在国民经济中的重要性 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、葯剂、炸葯、酒精、肥皂、皮革、碱、肥料和农葯等等。要实现这些物质的制造，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、生产中副产品和废物的利用等問題，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，在党中央的正确领导下，在全国人民整风运动取得了伟大的胜利的形势下，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。

在化学工业上，除了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。有了这一些工业基地，我国的化工技术就有可能更快地提高，可以更好地利用我国丰富的矿产资源，为工农业生产更多更好的产品和原料，使社会主义建設以更快的速度向前发展。

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。根据现在已有的資料，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，方士們（点金家、炼丹家）很早就掌握了金丹术。公元八世紀后，我国点金术通过与海外的通商而达到波斯，再传入欧洲，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“平龙认”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

^① 恩格斯，自然辯証法，第4—5頁，人民出版社。

學思想在這時也開始萌芽。在這一時期中，中國的哲學家對於宇宙構成的問題，曾有很多爭論，最顯著的是後來成為金丹術家理論基礎的陰陽五行的學說。這種宇宙觀起源於道家，其後又有陰陽家一支派。所謂五行就是金、木、水、火、土。按這一學說，宇宙間的一切東西，都是這五種元素組成的。陰陽家則提出陰陽兩個力的要素，來說明五行如何組成萬物。這兩種要素一方面對立，一方面互相輔成，統一地存在於萬物的內部，把五行彼此間互相結合起來，陰陽五行學說是一種純朴的辯證唯物論觀點，特別是陰陽既對立又輔成的主張，是我國哲學家的重大貢獻。

由於後來煉丹家的脫離生產實踐，趨向於神秘，使他們的理論停留在原始的陰陽五行學說上，甚至本來是唯物觀點的陰陽五行論更被牽強附會，和星象、醫藥、命運、占卜等迷信觀點結合了起來，因而得不到應有的發展。沿着金丹術發展的化學雖然沒有在我國順利地成長起來，但還有一些實用化學技術，由於和生產實踐相結合，仍然取得了輝煌的成就，例如從漢代開始的造紙術、唐代發明的火藥、漢唐以來的陶瓷等等，都是我國勞動人民在世界文化史上的巨大貢獻。至於金屬的冶煉，我國更早於世界其他國家，例如我國除了很早就會冶煉銅、鋼、鐵、金、銀等重要金屬之外，也是懂得用汞、鎳、鋅、錫、銻的最早的國家。

點金術傳入歐洲之後，最初也是被神秘荒誕的學說所統治着，到了十六世紀初，才發生了根本的變化。在歐洲許多國家內由於社會結構發生了變化，生產力的發展突破了封建制度的狹窄領域，而走向資本主義社會。發展生產和促進貿易的傾向急劇增長，要求突破保守思想、打破化學中的神秘觀點，並對化學提出了生活上和生產上非常迫切的要求。

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”。

这个理論說,一切被燃烧或被氧化的物体里,都包含一种特殊的物质,叫做燃素。物体被燃烧时,它本身所含的燃素便逸散出去。因此燃烧或氧化两种过程的本质便是失去燃素。在被氧化的物质(例如矿石)中加入含有燃素的物质(例如煤炭)便可以得到未被氧化的物质(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:人們从来沒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,終于被彻底摧毁,继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,伟大的俄罗斯化学家罗蒙諾索夫首先提出物

质不灭定律(1748年)。这个基本化学定律說“参加化学反应的全部物质的重量，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质組成和化学反应的研究提供了可能性。

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，把罗蒙諾索夫的物质不灭定律和当时氧气的发现結合起来，証明燃烧不是放出燃素的分解反应，而恰恰相反，是燃烧的物质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 原子分子學說

§1. 古代的原子概念

在古代关于物質結構的哲学概念中，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，还是每一种物質自有它独立的結構，而互不相关。在这个問題上有如前章所講，古代哲学家主張万物是由少数基本元素組成的，这和近代的物質結構理論还是一致的。另一个問題は物質的分割性問題，即物質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？关于第二個問題，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，來說明他对物質分割性問題的看法，也就是他主張物質是可以无限分割的。

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質是不能无限分割的，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，說在端”；这是說，物質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：“斲必半，毋与非半，不可斲也”，以及“端，是无間也”。从这些话里可以看出，墨派的学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，主張物質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質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”。主張物質可以无限分割的有刘賽博司。在科学

的原子論出現之前，在整個一段歷史中人們總是就這兩種主張進行爭辯，互不相諍，雖然相信物質有最小的最後單位的人佔有多數。

§ 2. 原子學說的理論基礎

定組成定律 由於在化學理論中出現了羅蒙諾索夫的物質不滅定律和開始了現代化學的新體系，十九世紀里的化學研究工作就越來越精確。對於實物進行化合而產生新的實物的定量研究中，實物是依照它們的本性以一定的數量比例而進行化合，還是沒有一定的比例，可以以任何的量進行化合呢？這個問題經過長久的爭辯，最後到了1807年，化學家經過實驗的證明，確定下來：每一種化合物都有完全確定的組成，這也就是說，化合物的組成，不因製備它的方法而改變。這個結論是化學上第二條基本定律——定組成定律。

當量定律 在定組成定律建立起來之後，人們可以精確地研究各種元素互相化合時的重量關係。英國化學家道爾頓從1803年起在這方面做了許多工作。他在化學中介紹了元素的化合量——後來叫做“當量”的概念。當量是某元素和1個（更精確些是1.008個）重量單位的氫相化合時，或是從化合物中置換1個重量單位的氫時所需的重量。他並根據實驗導出一個當量定律，這個定律說：元素總是依照當量的比例而進行化合。因此，任何化合物的組成都可以用其中所含元素的若干當量數來表示。

求一種元素的當量是很容易的，只要知道它和一已知當量的元素相化合時的重量比就行了。

例如已知在水中含氫重11.1%，氧重88.9%。已知氫的當量是1，不難算出氧的當量是 $\frac{1 \times 88.9}{11.1} = 8.0$ 。

又如一種銅和氧的化合物，經分析含銅79.9%，氧20.1%。由上例知氧的當量是8，可以立即由比例式 $\frac{8 \times 79.9}{20.1} = 31.8$ 。這就是銅的當量。

除了氫之外，我們常以氧的當量 8 作為標準，來求其他元素的當量，因為氧能廣泛地和所有其他元素生成化合物。

不過應該注意，當我們確定了氧的當量為 8 之後，其他元素却不見得只有一個確定的當量，因為確定元素的當量不能脫離它所參加的化學反應，而且兩種元素互相化合時往往不止生成一種化合物。例如銅和氧就能生成兩種化合物，氧化銅（銅和氧的百分比是 79.9:20.1）和氧化亞銅（銅和氧的百分比是 88.96:11.04）。氧的當量是確定不變的 8，那么在氧化銅中銅的當量是 31.8，而在氧化亞銅中銅的當量便是 63.6 了。想到當量的定義時，不同的化合比例自然就意味着不同的當量比，這是不難理解的。

倍比定律 根據上述情況，道爾頓又提出了所謂的**倍比定律**：當兩種元素化合成不止一種化合物時，那么在這些化合物中，若令一種元素的重量為固定的，則另一種元素的各個重量間表現有簡單的整數比。這一定律最好用我們所熟悉的氮的五種氧化物作為例子來說明。

表 1. 氮的五種氧化物比例表

氧化物名稱	百分組成		和一份重量的氮相 化合的氧的份數	所含氧的相對重量
	氮	氧		
一氧化二氮·····	63.7	36.3	0.57	1 (以 0.57 份重的氮) 作為 1 個單位)
一氧化氮·····	46.7	53.3	1.14	2
三氧化二氮·····	36.8	63.2	1.71	3
二氧化氮·····	30.4	69.6	2.26	4
五氧化二氮·····	25.9	74.1	2.85	5

元素以幾種不同的固定比值構成化合物的事實，引導出了物質結構的不連續性的結論。道爾頓根據廣泛的實驗材料，便得出原子概念的結論：“如果沒有構成物質的最微小的顆粒原子的概念，則倍比定律便完全成為不可思議的結果了”。這句話是他給瑞典著名化學家波齊利烏斯信中提到的。

§ 3. 道尔頓的原子学說 · 分子观念的发展

原子学說 道尔頓原子学說的基本内容可以归纳如下:

1. 一切物质都是由最小的粒子——原子所组成, 原子不能自生自灭, 原子也不能再分。

2. 种类相同的原子, 在重量、形状和性质上完全相同; 种类不同的原子, 其重量、形状和性质都不相同。

3. 每一种物质是由它自己的原子组成的。单质是由简单原子组成的, 化合物是由“复杂原子”组成的, 而复杂原子也是由为数不多的简单原子所组成的。

虽然道尔頓的原子学說还不很完善, 但和古代原子說不同, 它有广泛的实验结果做为根据。根据这个学說, 不难给前面所介绍的化学基本定律做出本质的说明。此外, 道尔頓更重大的贡献, 是他引入了原子量的概念。

原子量 要用原子学說来说明元素在化学反应中的重量关系, 首先应该知道各种原子的重量, 如果不能求出绝对重量, 至少也应该知道相对重量(即现在所谓的原子量)。求原子的相对重量, 需要取任意的一种元素的原子做为单位, 用这个假定的单位来求出其他元素原子的重量。为了便利起见, 氢被取作标准, 道尔頓将它的原子量定为 1 个单位, 氧的原子量便因它和氢的化合比是 1:8, 而被定为 8。确定这个数值本身是有困难和矛盾的, 因为 1:8 这个比值是化合时的重量比, 当时道尔頓还不能确定几个氢原子和几个氧原子化合成水的复杂原子。如果认为水是由一个氢原子和一个氧原子化合成的, 那么氧的原子量是 8 将毫无问题, 但如果一个氢原子和两个氧原子化合成水, 氧的原子量显然不是 8 而是 4; 如果两个氢原子和一个氧原子化合成水, 氧的原子量就变成 16 了。在当时的科学条件下, 道尔頓只能作出武断的决定: 水是由一个氢原子和一个氧原子组成的, 在当时, 水的化学式被写成