

初中教师进修用书



无机化学

陈 窠 陈琼琳 刘玉云

福 建 人 民 出 版 社

出版说明

《初中教师进修用书》是为了适应培训教师的需要，由华东地区上海、山东、江苏、安徽、浙江、江西、福建等六省一市八家出版社协作组织编写出版的。目的是供在职初中教师业余进修，帮助他们系统地学习和掌握有关专业的基础理论、基本知识和基本技能，提高文化水平和教学能力，以便在一定时间内通过考核达到两年制高等师范专科毕业水平。

这套用书，共有语文、数学、政治、历史、地理、物理、化学、生物八个专业，六十四种，其中，《教育学浅说》、《心理学浅说》属于各科教师的公共必修课。编写当中，在坚持四项基本原则，坚持思想性和科学性相统一的前提下，注意了以下几个方面：

一、根据教育部制订的高等师范专科学校教学大纲的要求，确定各册内容的深度和广度，既体现各学科知识的系统性，又力求做到简明、精练，避免繁琐。

二、以提高教师科学文化水平为主，适当联系中学教材和教学实际，把提高知识水平和提高教学能力有机地结合起来，达到学以致用目的。

三、从初中教师的实际水平出发，循序渐进，逐步提高要求；重视讲清学习中的难点和疑点，文字力求浅显易懂；并根据自学或函授的需要，配置必要的提示、注释、思考题和提供参考书目等学习辅助材料。

协作编写教师进修用书，尚属初次尝试。我们将在实践过程中广泛听取读者的意见和建议，努力提高书籍质量。

这套用书除供初中教师自学进修外，也可供其他同等文化程度同志使用。

目 录

绪论	(1)
第一章 化学基本概念和定律	(5)
§ 1—1 关于物质组成的基本概念	(5)
§ 1—2 气体定律	(22)
第二章 氢、水、溶液、胶体	(40)
§ 2—1 氢	(41)
§ 2—2 水	(47)
§ 2—3 溶液	(57)
§ 2—4 溶液的浓度	(66)
§ 2—5 稀溶液的依数性	(77)
§ 2—6 胶体	(85)
第三章 化学反应中的能量变化	(96)
§ 3—1 能量变化的形式	(96)
§ 3—2 能量转化与守恒定律——热力学第一定律	(102)
§ 3—3 焓(H)与焓变(ΔH)	(104)
§ 3—4 热化学	(107)
第四章 化学反应速度和化学平衡	(122)
§ 4—1 化学反应速度	(122)
§ 4—2 化学平衡	(148)
第五章 电解质溶液和电离平衡	(182)
§ 5—1 电解质的分类	(182)

§ 5—2	弱电解质溶液的电离平衡·····	(185)
§ 5—3	强电解质溶液·····	(196)
§ 5—4	水的电离和溶液的pH值·····	(199)
§ 5—5	缓冲溶液·····	(206)
§ 5—6	盐类的水解·····	(214)
§ 5—7	酸碱理论·····	(224)
§ 5—8	难溶电解质的沉淀溶解平衡·····	(231)
第六章	原子结构和元素周期表·····	(243)
§ 6—1	原子结构的复杂性·····	(243)
§ 6—2	原子核外电子的运动状态·····	(252)
§ 6—3	原子核外电子的分布规律·····	(286)
§ 6—4	原子结构与元素周期系·····	(296)
§ 6—5	元素的某些性质与原子结构的关系·····	(301)
第七章	化学键·····	(325)
§ 7—1	离子键·····	(327)
§ 7—2	共价键和分子·····	(336)
§ 7—3	金属键·····	(381)
第八章	晶体·····	(384)
§ 8—1	晶体与无定形体·····	(384)
§ 8—2	晶体的类型与特性·····	(386)
§ 8—3	晶体内部质点的排列方式·····	(413)
第九章	氧化—还原反应和电化学基础·····	(423)
§ 9—1	氧化—还原反应的基本概念·····	(423)
§ 9—2	氧化—还原反应方程式的配平·····	(435)
§ 9—3	氧化—还原反应与原电池·····	(445)
§ 9—4	影响电极电势的因素与奈斯特 (Nernst) 方程·····	(462)

§ 9—5	氧化—还原平衡·····	(468)
§ 9—6	元素电势图及其应用·····	(472)
§ 9—7	电解·····	(478)
§ 9—8	金属的腐蚀和防护·····	(487)
第十章	空气和稀有气体·····	(491)
§ 10—1	空气·····	(491)
§ 10—2	稀有气体·····	(493)
第十一章	卤素·····	(504)
§ 11—1	卤素的通性·····	(504)
§ 11—2	卤素单质·····	(509)
§ 11—3	卤化氢与氢卤酸·····	(517)
§ 11—4	卤素的含氧酸及其盐·····	(524)
§ 11—5	卤素的互化物、多卤化物及拟卤化物·····	(533)
第十二章	氧族元素·····	(538)
§ 12—1	氧族元素的通性·····	(538)
§ 12—2	氧、臭氧和氧化物·····	(540)
§ 12—3	硫及其化合物·····	(556)
§ 12—4	硒和碲·····	(579)
第十三章	氮族元素·····	(584)
§ 13—1	氮族元素的通性·····	(584)
§ 13—2	氮及其化合物·····	(589)
§ 13—3	磷及其化合物·····	(610)
§ 13—4	化学肥料·····	(624)
第十四章	碳、硅、硼·····	(632)
§ 14—1	碳、硅、硼元素概述·····	(632)
§ 14—2	碳、硅、硼单质·····	(634)
§ 14—3	碳、硅、硼的化合物·····	(640)

第十五章 碱金属和碱土金属	(660)
§ 15—1 碱金属与碱土金属元素的通性.....	(660)
§ 15—2 金属单质.....	(662)
§ 15—3 化合物.....	(668)
§ 15—4 硬水及其软化.....	(681)
第十六章 铍、镁、铝	(685)
§ 16—1 铍、镁、铝元素概述.....	(685)
§ 16—2 铍、镁、铝单质.....	(688)
§ 16—3 铍、镁、铝的化合物.....	(691)
第十七章 镓分族、锗分族、砷分族	(696)
§ 17—1 镓分族、锗分族、砷分族元素概述.....	(696)
§ 17—2 镓分族.....	(699)
§ 17—3 锗分族.....	(701)
§ 17—4 砷分族.....	(708)
第十八章 络合物 (配位化合物)	(714)
§ 18—1 络合物的基本概念.....	(714)
§ 18—2 络合物的价键理论.....	(725)
§ 18—3 络离子的离解平衡.....	(730)
§ 18—4 络合物形成的特征及其应用.....	(746)
§ 18—5 络合物的重要性.....	(755)
第十九章 铜副族与锌副族	(758)
§ 19—1 铜副族.....	(758)
§ 19—2 锌副族.....	(771)
第二十章 过渡元素和镧系、锕系元素	(784)
§ 20—1 过渡元素概述.....	(785)
§ 20—2 钛副族.....	(794)
§ 20—3 钒副族.....	(799)

§ 20—4	铬副族.....	(802)
§ 20—5	锰副族.....	(809)
§ 20—6	第八族元素.....	(816)
§ 20—7	铜系元素和钨系元素.....	(826)
附录		(842)
	无机物热力学数据 (298K)	(842)
	元素周期表	

绪 论

自然科学研究的对象是永恒运动的物质世界，研究的内容是物质的种种运动形式。

化学所研究的则是物质的化学运动形式，也就是分子、原子、离子之间所发生的分解和化合这一对矛盾的运动变化。物质的化学变化取决于物质的化学性质，而后者又为物质的组成和结构所规定。所以，化学是一门在分子、原子和离子的层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。人们研究化学的目的在于深入认识物质，掌握物质的化学变化规律，从而能动地改造天然物质和合成新物质，以满足人们物质生活和精神生活日益增长的需要。

在人类社会发展的历史进程中，人们在应用化学知识于生产实践的同时，从远古时期开始就已触及宇宙起源和物质构成问题的探索。我国以及埃及、希腊、印度古代的思想家和哲学家所曾提出的关于物质组成的阴阳学说、五行学说、四元素论、微粒组成论等，都为后来十九世纪原子论的建立孕育了萌芽的基础。然而在这一漫长的历史期间，化学知识的逐渐积累，还不足以使化学成为一门严谨的科学。

十七世纪后期至十九世纪后期，近代化学从萌芽状态发展到了较为成熟的阶段。在这一历史时期，从赋予元素以科学的概念开始，先后建立了有关物质组成的原子论、分子论等基本理论学说，提出了诸如质量不灭定律、氧化理论、定组成定律、当量定律、气体定律、化合价理论等基本

定律和基础理论，而且实验技术也得到了很大的发展，这一切都为近代化学的创立和发展奠定了坚实的基础。十九世纪六十年代元素周期律的创立，揭示了元素及其化合物性质的周期性递变规律，从而为化学学科的发展揭开了新的一页。

十九世纪末，关于X射线、放射性和电子这三项重大的发现，启开了人们进入微观世界的大门，进而揭示了原子和原子核内部结构的奥秘，使人们对于物质的认识有了质的飞跃，把自然科学推进到更深入的物质层次进行探索，化学科学也由此进入了现代化学的发展时期。

随着近代化学科学这一领域所涉及的研究范围愈来愈广泛和深入，化学科学的分化趋势也加快了步伐。无机化学是化学科学中最早形成的分支学科，也是化学科学中的最基础学科。无机化学研究的对象和范围是所有的化学元素及其化合物（碳氢化合物及其衍生物除外）的组成、结构、性质、变化和有关的规律。

半个多世纪以前，无机化学还停留在以元素及其化合物的性质、制备以及它们的宏观变化现象为主要内容的描述化学阶段。现代无机化学则已逐渐形成一个比较完整的体系，关于无机化学反应的机制、物质的构成、氧化态、配位数、立体化学等方面的研究，使无机化学的研究从描述发展到推理，从宏观进入了微观，从定性发展到定量，无机化学这一门化学基础分支学科获得了全面的发展，进而赋予了现代无机化学十分丰富的内容和活力。

现代化学的发展，又进一步促进了它的分化，现在化学学科已达到了几十个分支。就现代无机化学来说，它的分支主要有普通元素化学、稀有元素化学、稀土元素化学、络合物化学（配位化学）、金属间化合物化学、无机高分子化

学、无机合成化学和同位素化学等。另一方面，无机化学和其它化学分支学科之间又互相渗透交叉，例如金属有机化学基本已消除了无机物和有机物之间的界限。无机化学和其它学科的渗透综合，又出现了不少边缘学科，例如固体化学、生物无机化学、金属酶化学等。这些学科的出现和发展，为现代无机化学的发展开辟了新的途径，使它涉及到十分广阔的领域，在深度和广度上都蕴藏着很大的潜力。随着今后各个化学分支学科和边缘学科的发展和相互促进，无机化学更有着广阔的发展前景。

无机化学作为学习化学知识的第一门基础课程，与无机化学作为化学科学的一个分支学科，在广度和深度上又有所不同。后者涉及的是无机化学的整个科学领域，而无机化学课程所涉及的内容只是无机化学学科的入门基础知识。学习好无机化学课程，既是为后续化学课程的学习服务，也是为深入无机化学学科领域的研究打下坚实的基础。

当前世界新技术革命不断兴起，在行将变革人们生产和物质生活方式的新历史时期，化学科学在新技术革命中负有重要的使命。在农业、能源工业、材料科学、计算机工业、激光技术、电子技术、空间技术、高能物理和遗传工程等重要的科学技术领域中，化学都是不可缺少的基础。特别是在能源的综合利用，以及一般材料的改性和新型材料的研制方面，化学科学具有特殊的重要地位和作用。

对于无机化学学科来说，新技术所需要的具有特殊功能的新材料，例如优质的半导体和超导体，永磁体材料，激光、荧光材料，高强度轻质量的金属材料，耐高温耐腐蚀的陶瓷材料，高能燃料，核能材料以及高强度轻质的无机复合材料等方面的研制，都是和无机化学学科及其分支的基础研究

分不开的。

物质资料的生产是社会经济发展的基础。在我国进行四个现代化建设的历史进程中，化学必将进一步发挥它应有的作用，这也有赖于我国化学工作者努力攀登新的科学高峰，在化学领域中深入地探索和不断的创新，为建设繁荣富强的社会主义祖国而奋斗！

第一章 化学基本概念和定律

宇宙中存在着各种各样的物质，不同的物质具有不同的性质，这是人们赖以识别和利用各种物质的根据。为什么不同的物质会具有不同的性质呢？为什么一种物质，或是它和另一种或几种物质在一定的条件下又能发生变化而转变成其它的物质呢？这就不能不涉及物质是由什么组成的和怎样组成的这个问题，也就是人类在认识物质和改造物质的漫长实践过程中，不断探索和逐步深化的关于物质的组成和结构问题，以及物质运动变化所遵循的一般规律。

本章初步讨论组成物质的微观粒子和有关的基本概念，以及气体物质运动行为的若干基本规律，为后继各章的学习提供必要的基本知识。

§ 1—1 关于物质组成的基本概念

一、 分子和原子

从宏观世界进入微观世界，这是人类认识物质过程的飞跃。这种从表及里的认识，始于物质的可分性，也就是物质能不能分割以及能不能无限地分割？

例如：将一块铜板切割成两块，它们显然都具有铜的一切特性，继续切割下去，就可以分割成四块、八块……，一

直分割成为难以计数的微小颗粒；同样地，一杯水也可以把它分割成难以计数的微小水滴。不过，它们仍然是人们的感觉器官能够直接觉察得到的宏观物体。这种对物质可分性的感性认识，启迪人们进一步思索物质是否可以无限制地分割下去，或是有一个分割极限这样一个饶有兴趣而且具有深远意义的问题，并从而导致人们进入了微观的世界。

1.分子 如上所述，一杯水可以不断地分割下去，成为难以计数的细小水滴，每一颗水滴仍然保持有水的一切特性。如果将这些水滴再继续分割，最后达到一个分割极限，成为人们感觉器官不能直接觉察到的水的最小微粒，它能够独立存在并保持着水的化学性质。这种组成水的最小微粒称为水分子。水分子只保持着水的化学性质而不能体现出水的物理性质，这是因为水的物理性质诸如它的熔点、沸点、密度等，只有当许许多多的水分子聚集在一起时才能表现出来，它是水在宏观状态时所表现出来的性质。

所以，分子是能单独存在并保持该物质化学性质的最小微粒。不同物质的分子，具有不同的性质。例如水是由于水分子构成的，氨则由氨分子构成，它们的性质各不相同。

2.原子 分子既然是物质在保持其化学性质的情况下不能再分割的微粒。那么，分子是否就是物质的分割极限呢？我们已经知道，将水电解可以生成氧气和氢气，将氢气在氧气中燃烧则又生成水。在这两个化学变化过程中，显然是分子都发生了变化，旧的分子被破坏（被分裂），同时形成了新的分子。这表明分子还是可以分割的。在前一个化学反应中，水分子分解成为两种不同的更小微粒，它们又再分别组合成氧分子和氢分子。在后一个化学反应中，氧分子和氢分子也各自分解成不同的更小微粒，它们再组合形成水分子。分

子可以分割成更小的微粒,这些微粒又可以组合成分子,人们把这种在化学变化中的最小微粒称为原子。分子则是由原子构成的。例如水分子是由两个氢原子和一个氧原子构成的;氧分子和氢分子则分别是由两个氧原子和两个氢原子构成的。

在化学反应过程中,参加反应的物质(反应物)的分子分裂成若干种组成这些分子的原子,这些原子相互作用又重新组合成新的分子,成为反应过程中所产生的新物质(生成物),但在这些化学变化中,原子只是重新组合,原子本身并没有转变成另一种原子。

综上所述,可以看成分子是物质保持其化学性质时的分割极限;原子是分子在化学变化中的分割极限。分子是可以分割的,它在一定条件下可以分解成组成它的原子。而且,原子也不是构成物质的最终微粒。随着近代科学实验技术的不断发展,关于物质组成结构的研究逐步深入,科学家已经确证了原子是由电子和原子核组成的,原子核是由质子和中子组成的。这表明原子和原子核也是可分的。不仅如此,从原子核的自发蜕变和高能裂变过程中,得知原子核的构造更是十分复杂的。核分裂所产生的比原子更小的微粒已陆续发现有三百多种,通称为基本粒子。而且它们之间又存在着复杂的相互作用,在一定的条件下,也能够互相转化。

由此可见,物质的可分性是无限的。然而在一定的条件下,根据微观粒子的种种概念又表征着物质在某种意义上的分割极限,但它们只具有相对的涵义。因此,人类认识物质的过程,是一个层次又一个层次的逐步深化,从而得以逐渐揭示物质构成的奥秘。物质的运动变化是永恒的,构成物质的种种微观粒子在不断地运动着。物质是无限可分的,人类对物质世界的认识也是永无止境的。

二、 元素、核素、同位素

1.元素 目前我们已知自然界中存在的和人工合成的物质种类，约有五百万种。各种物质都是由不同的相应原子按一定的比例（也有少数例外），以特定的组合方式构成的。那么，是否也有相应的几百万种不同的原子存在呢？通过对各种物质的组成成份的分析，并不能得出这样的推论。例如，氧和臭氧都是由氧原子构成的，氧分子由两个氧原子组合成，而臭氧分子则由三个氧原子组合成，由于氧原子以不同的数目和不同的方式结合，从而构成了具有不同性质的氧和臭氧两种物质。又如，在一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、三氧化硫等性质各不相同的物质中，也都含有相同的氧原子，而硫酸、硝酸、磷酸、硅酸、砷酸等种种含氧酸中不仅都含有氧原子，也都含有相同的氢原子。

无数的实验事实表明，构成许多性质各异的物质的基本微粒，只是种类有限的不同原子。不同种类的原子具有不同的结构特征。但所有的原子，从它们的可分性的同一层次来看，都是由原子核和核外的电子组成的复杂的运动体系，这是它们的结构共性，也是各种不同种类的原子之间存在着内在的有机联系的基础。另一方面，不同种类的原子，它们的原子核各自含有不同的核电荷数（也就是含有不同数目的质子），以及核外含有与质子数目相同并按一定规律运动着的电子，这样就构成了各种不同的原子体系，因而它们又具有不同的结构特征，从而决定了不同种类的原子呈现不同的性质。目前已发现的含有不同核电荷数的原子共有107种，就象自然数从0、1、2至9这十个数，却可以组合成无数的数字那样，这些为数有限的不同种类的原子，在一定的条件下能

够分别以不同的比例和特定的方式相结合，从而构成目前已知的大约五百万种不同的物质。

所以，原子可以看成是构成物质的基本微粒。同一种类的原子则统称为化学元素，简称为元素。元素的定义是：具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子的总称。它是一个宏观的概念。所有的物质都是由上述的一百多种元素组成的。

根据元素的性质，可以划分为金属元素和非金属元素两大类型，但也有一部分元素的性质介于这两者之间。常见的元素则只有三十多种，其余的又称为稀有元素。

氧气、氢气、氮气、石墨、硫磺等物质，它们的分子都只由一种元素的原子构成，这一类只由一种元素构成的物质称为单质；又如氨、二氧化碳、氯化氢、硫酸、硝酸等物质，它们的分子是由两种或两种以上的元素的原子构成的，这一类由不同种类元素构成的物质则称为化合物。

元素、单质、原子这三个概念的涵义有所不同，但它们之间有着密切的联系。元素是同种原子的总称，它不具有数量和质量的涵义，是一个宏观的泛称的概念。元素构成物质时的具体存在形式则为原子。原子是微观的概念，是元素的存在实体，它具有数量和质量的涵义。因此，我们可以称一种元素、两种元素、几种元素，而不能说一个元素、两个元素、几个元素；反之，我们可以称一种原子、两种原子、几种原子，也可以说一个原子、两个原子、几个原子。单质是由一种元素所构成的物质，可以看成是元素存在的一种形式。元素构成单质的实质是由元素的原子组成了单质的分子。单质与分子的关系，类似于元素与原子的关系，所以单质也是一个宏观的概念，也不具有数量和质量的涵义。分子则和原子一样，是微观的概念，同样具有数量和质量的涵义。氧气和氢