

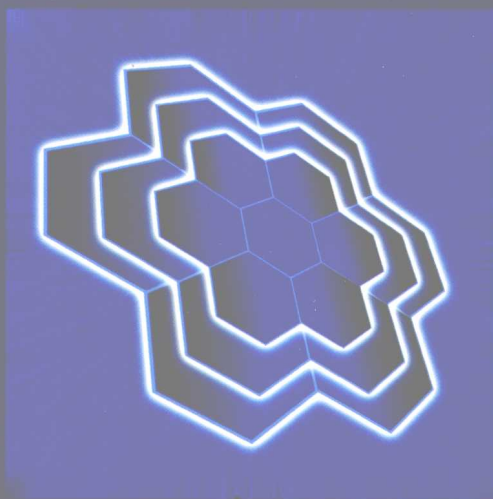
科学版词典系列

DICTIONARY
OF
CHEMISTRY



化学词典

常文保 主编



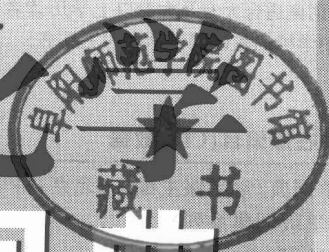
www.sciencep.com

A
06-61
9002

科学版词典系列

DICTIONARY OF CHEMISTRY

化学
词典



常文保 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本词典收集了化学学科各分支学科的常用、基础和新名词共 8000 余条,提供了简明扼要的定义或解释。收词和编写时特别注意“新”的原则,对原有的无机、分析、有机、物化等经典学科的传统词条根据学科的发展释义新,对于上世纪新兴的本学科及交叉学科(如材料学科、环境学科、生命学科、能源学科等)的词条从收词到内容的编写注重新意,以适应科学发展的需要。为了查阅方便,书后附有中英文索引。

本词典适合大专及大专以上学历读者使用,是广大化学学科和相邻专业研究人员、大中学校的教师和大学学生的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

化学词典/常文保主编. —北京:科学出版社,2008

(科学版词典系列)

ISBN 978-7-03-021300-6

I. 化… II. 常… III. 化学-词典 IV. O6-61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 031096 号

责任编辑:张 析/责任校对:朱玲玲

责任印制:赵德静/封面设计:王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 5 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2008 年 5 月第一次印刷 印张:34 5/8

印数:1—3 000 字数:1 796 000

定价:96.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

化学是在原子、分子层次基础上研究不同尺度、不同复杂程度的聚集态和组装态的合成、反应、分离、分析、结构、形态、性能和应用等的自然科学分支。化学在自然科学各学科间处于承上启下的中心地段,上有数学、物理学,下有生命科学、地学、材料与环境科学等。

在现代社会中化学无处不在,在创造现代物质文明的进程中,化学学科发挥了重要的和不可替代的作用。因此,就化学学科的研究内容、与相邻学科的关系及对社会的贡献而言,其重要性毋庸置疑。学习化学、了解化学已成为科学和技术工作者的需要,而获得化学信息,词典是最快捷的途径。

在刚过去的 20 世纪,科学技术快速发展,化学学科尤为突出。从天然产物分离和人工合成的化合物,在 1900 年前只有 55 万种,而到 2000 年已达 2349 万种。近 30 年来,以日均两千种的速度增加。这种飞跃式的发展,促进了新学科、新领域的诞生,因此产生了许多新名词,如化学学科中的原子簇、超分子、纳米……即使是司空见惯的经典词汇,随着学科的深入发展又有了许多新意。面对这种飞速的变化,如果阅读不熟悉的文献或专著,会遇到大量生疏的词汇,因此产生事倍功半的感觉,但“词典”则具有引领入门和解惑的功能。

以上就是我们编纂本词典的出发点。在编写时,力求作到全和新。“全”即收词的门类多、新旧词汇全。“新”即经典的名词释义要新,新名词尽可能收录。本词典适用于具有大专以上学历的化学及非化学工作者,如化工、环保、医药、材料、外贸等领域的技术人员。

参加本词典编写的人员都是在化学各领域工作的老师,由于参编人员多、知识面不够宽、编写周期长……致使本书可能出现风格不够协调、词条难免疏漏、释义不很确切等问题,我们竭诚欢迎广大读者不吝指正。

科学出版社自始至终对本词典的出版给予了支持,张析编辑更是付出了辛勤的劳动,全体参编人员在词典出版之际表示衷心的感谢。

《化学词典》编委会
2008 年春季

使用说明

1. 本词典正文按学科知识体系进行编排,中文词目及英文词目以黑体列出,后附中、英文索引,以便于检索。

2. 本词典所用名词以全国科学技术名词审订委员会审订的为准,未经审订或未统一的,从学科习惯;

3. 同一中文词目有多种英文译名时,不同译名间以“,”分开,英文译名的缩写词放于英文全称后的“()”内;

4. 中文词目中“()”的内容,在使用时可以省略。

《化学词典》编委会

(按汉语拼音排序, 括号内为编写人员的英文代码)

主要编写人员:

白乃彬(BNB)	常文保(CWB)	陈景祖(CJZ)	邓 勃(DB)
董建华(DJH)	段连运(DLY)	樊 杰(FJ)	高盘良(GPL)
高月英(GYY)	关烨第(GYD)	何元康(HYK)	华彦文(HYW)
李翠娟(LCJ)	李美仙(LMX)	李明谦(LMQ)	李 娜(LN)
李元宗(LYZ)	李子臣(LZC)	刘 锋(LF)	刘虎威(LHW)
吕明泉(LMQ)	宓捷波(MJB)	裴伟伟(PWW)	戚生初(QSC)
任 仁(RR)	阮慎康(RSK)	沈 平(SP)	唐任寰(TRH)
王剑波(WJB)	王颖霞(WYX)	王致勇(WZY)	许家喜(XJX)
杨华铨(YHQ)	杨鲁勤(YLQ)	杨锡尧(YXY)	杨展澜(YZL)
姚光庆(YGQ)	叶宪曾(YXZ)	叶秀林(YXL)	张明哲(ZMZ)
张奇函(ZQH)	张新祥(ZXX)	赵传钧(ZCJ)	赵凤林(ZFL)
赵美萍(ZMP)	钟爱民(ZAM)	周晴中(ZJZ)	

下列人员参加了部分词条的编写:

付晓芳(FXF)	高 飞(GF)	韩晔华(HYH)	霍飞凤(HFF)
姜晓玲(JXL)	李琛琛(LCC)	李 薇(LW)	聂洪港(NHG)
庞楠楠(PNN)	杨 霞(YX)	杨悠悠(YYY)	张政祥(ZZX)
周 宇(ZY)			

目 录

前言

使用说明

1 无机化学	1
1.1 无机化学基本概念	1
1.2 无机化学反应	19
1.3 元素、单质及化合物	25
1.4 配位化合物	79
1.5 无机固体和材料化学	92
1.6 生物无机化学	101
2 分析化学	108
2.1 分析化学总论	108
2.2 分离与富集	126
2.3 化学分析	130
2.4 电分析化学	136
2.5 光谱分析	147
2.6 色谱分析	227
2.7 数据处理	243
3 有机化学	277
3.1 理论和概念	277
3.2 反应和反应机理	313
3.3 化合物	359
4 生物化学	535
5 高分子化学	586
5.1 高分子化学	586
5.2 高分子物理与物理化学	633
6 物理化学	656
6.1 气体分子运动论	656
6.2 热力学	659

6.3	化学动力学	693
6.4	电化学	741
6.5	界(表)面化学与胶体化学	761
7	催化化学和结构化学	806
7.1	催化化学	806
7.2	结构化学	816
8	放射化学与辐射化学	848
9	环境化学	876
10	化学家	934
10.1	外国化学家	934
10.2	中国化学家	948
	中文索引	978
	英文索引	1030

1 无机化学

1.1 无机化学基本概念

普通化学 *general chemistry* 是大学化学的入门课程。主要介绍化学的基础理论、基础知识及其应用。课程内容通常包括:物质状态、溶液、化学热力学初步、化学平衡、化学动力学初步、物质结构基础知识(包括原子、分子、晶体、配合物等的结构)、元素周期律及常见单质和化合物性质、有机化学和生物化学的初步知识等。课程内容随学科的发展而有所调整。20世纪90年代以来,关于能源、环境、生命、材料等方面的内容也越来越多地被引入普通化学课程中。(CJZ WYX)

固体化学 *solid state chemistry* 又称固态化学,是化学的一门分支学科。它主要研究固态物质的合成、结构、性质及其应用。在合成方法上,常用的有高温焙烧法、化学气相沉积法、沉淀法、电化学法、水热法等。固体可以是晶体或非晶体,也可以制成单晶、粉末、烧结块等形态。表征固体结构最重要的研究方法是衍射方法(如X射线衍射,中子衍射、电子衍射等)和显微技术(如显微电镜),各种谱学方法,如光谱、波谱、能谱、质谱等在揭示固体体相和表面的组成、结构和物理化学特性方面的应用也越来越广泛。固体化学的重要研究方向之一是固体的缺陷及其对晶体结构和材料特性的影响。研究结构与性质的关系是固体化学的一个重要领域。当今固体化学主要研究新的合成方法及材料的鉴定和表征,设计并用新手段合成材料,使其具有可控制的光、电、磁、催化、吸附等特殊性能。因此,固体化学是材料科学的主要基础之一。

(CJZ WYX)

无机合成 *inorganic syntheses* 又称无机制备,合成新的无机物及研究新的合成方法是其主要任务。合成对象除了一般的无机物,已扩展到金属有机化合物、生物无机化合物、原子簇化合物、无机固体材料等方面。有

关无机物的物理、化学性质及反应规律的知识及经验的积累和总结奠定了无机合成化学的基础,据此进行特定结构和性质的无机材料定向设计和合成是无机合成的发展方向。有代表的无机合成技术有:经典的水溶液化学法和高温固相反应、电解法、非水溶剂法、化学气相沉积法、电弧法、光化学法、水热法等。近年来又发展了高温、高压等极端条件下的化学合成,以及以溶胶-凝胶法为代表的在温和条件下进行的所谓“软化学”合成。

(CJZ WYX)

元素化学 *chemistry of elements* 是无机化学的分支学科,主要研究元素在自然界的存在形式和分布状况,研究单质和相关无机化合物的物理、化学性质及其制备方法和应用。元素化学的研究积累了大量数据和知识,奠定了无机化学的基础。有关数据和知识常常按元素周期律进行归纳和总结。随着配位化学、生物无机化学、无机材料化学的发展,元素化学的内容和研究在深度和广度上有更大的扩展。(CJZ WYX)

配位化学 *coordination chemistry* 又称络合物化学,是无机化学的重要分支学科。是研究配位化合物的组成、结构、性质、反应、分类、制备和应用的学科。配位化合物是由配体和中心原子以配位键按一定组成和空间构型所形成的化合物。配体是可向中心原子提供电子对的离子或分子,中心原子是有接受电子对的空轨道的原子或离子。普鲁士蓝是最早发现的配合物。维尔纳(Werner)是配位化学的奠基人。近代配合物化学键理论有价键理论、晶体场理论和配位场理论。除常规配合物外,还包括簇合物和夹心、穴状、笼形配合物。配位化学的研究成果广泛应用在金属提取和分离、化学分析、催化剂研制、生命科学和医药上。(CJZ WYX)

络合物化学 *complexes chemistry* 又称配位化学,参见配位化学。但通常络合物含

义更广,除包括经典的配合物外,还包括不含配位键,由相应反应形成的聚集体,如淀粉与碘形成的蓝色物质、抗原与抗体分子结合物等。(CJZ WYX)

簇合物化学 **chemistry of cluster compound** 是研究原子簇化合物的形成、结构和性质的领域。侧重于研究新型原子簇化合物的合成、结构规律、成键理论和反应活性。原子簇化合物定义有不同见解, Cotton F. A. 最早提出原子簇概念,指具有金属-金属键(M-M)的多核化合物。后来,定义为含有三个以上互相结合的金属原子的配合物。事实上,硼烷类化合物是研究得较早的一类原子簇化合物,有关其结构研究,对金属簇化合物有重大启迪。簇合物定义不能排除非金属,更新、更全面的定义为,原子簇化合物是以三个或三个以上的有限原子直接键合形成的多面体或缺顶多面体为特征的分子或离子。按这一定义,可分成以下几类:(1)硼烷类簇合物,如 B_6H_6 , $B_6H_6^{2-}$, $C_2B_3H_5$, $B_4H_8Fe(CO)_3$, $B_9(C_2H_{11})_2Co^-$ 。(2)其他主族非金属原子簇化合物,如 S_4N_4 , P_4 , As_3^{3-} , Te_4^{4+} , C_{60} 等。(3)主族金属元素簇合物,如 Pb_3^{2-} , Sn_4^{4-} , Bi_3^{3+} , Ge_5^{2-} , Sb_3^{3-} 等。(4)过渡金属原子簇合物,如 $Fe_2(CO)_{12}$, $Os_3(CO)_{10}C_2R_2$, $Re_3Cl_{12}^-$ 等。簇合物中的化学键类型很丰富,共价键如 σ 键、 π 键及 δ 键,也有金属键、配位键及过渡键型,有关簇合物成键性质的研究对化学键理论的发展有重要意义。(CJZ WYX)

生物无机化学 **bio-inorganic chemistry** 又称生物配位化学和无机生物化学,是无机化学和生物化学的交叉学科。主要研究生物体内存在的无机元素与体内的各种生物配体形成的配合物的组成、结构、反应及在生命活动中的作用。生物无机化学发展了模型化合物和无机离子探针的方法。例如合成不含肽链的类血红素配合物,类血红蛋白和肌红蛋白结合或释放氧分子。再如利用半径与锌相近的钴离子代替羧酐酶中的锌,从而可通过波谱分析探测酶的结构。生物无机化学的研究涉及固氮、光合作用、体内氧的输送及储存、体内能量转化和酶催化,以及各种离子生理功能等方面。其研究的结果不仅会加深对

生命现象的认识和了解,并对医学、农业、营养、工业有重要价值。近代结构测定方法和分析鉴定技术的发展促进了无机化学和生物化学的交融及渗透。20 世纪 70 年代以来生物无机化学成为一门新兴交叉学科,并得到迅速发展。(CJZ WYX)

同位素化学 **isotope chemistry** 无机化学的分支学科,主要研究同位素在自然界的分布规律,同位素效应即同位素之间的物理、化学、生物性质的差异及同位素的分析、分离和应用。19 世纪末发现了放射性同位素,1912 年发现了稳定同位素,当时曾认为同一元素的同位素只是物理性质有差异而化学性质是相同的,1931 年,尤里(H. C. Urey)等指出不同的同位素在化学性质上也存在差异,开始了同位素化学的研究。核武器、热核武器和核电站的研究,推动了同位素化学的发展。同位素标记化合物在生物、化学、医学、工农业生产上有广泛应用。(CJZ WYX)

硅酸盐化学 **chemistry of silicate** 是研究硅酸盐的合成、结构、性质、应用的学科。硅酸盐矿物数量极大,占地壳质量 80%。硅酸盐既可用做原料又是大量生产的制品,因此一直是地球科学家和水泥、陶瓷、玻璃和其他工业领域应用科学家的研究课题。硅酸盐化学的研究促进了硅酸盐工业的发展和有关硅酸盐的人工晶体的合成与应用。借助近代实验技术,特别是衍射技术,许多硅酸盐矿物的晶体结构得以精确测定,且对于硅酸盐的化学组成与结构间的关系有了更深入的理解。硅酸盐的基本结构单元是硅氧四面体,硅氧四面体共顶点相接而形成链状、岛状、层状、骨架状的结构,铝及其他元素可以取代部分四面体中的硅,骨架结构中的负电荷由 Na^+ , Mg^{2+} , H^+ , Ca^{2+} 等正离子补偿。硅酸盐玻璃及其他硅酸盐工业制品为短程有序的硅酸盐结构。沸石分子筛是一类具有“三维四联”结构特征的结晶铝硅酸盐,结构中存在分子大小数量级的微孔。有关分子筛的巧妙的结构测定方法,富有想像力的模板剂合成,以及其在吸附、催化等方面的应用是硅酸盐化学的一个重要贡献。(CJZ WYX)

盐湖化学 **chemistry of salt lake** 分析

盐湖湖水及其沉积物的组成,研究从盐湖中分离、提取物质的方法。按照盐湖湖水的化学成分,盐湖可分为碳酸盐、硫酸盐和氯化物三种类型。盐湖水中主要阳离子有 Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , 阴离子有 CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- 等;某些盐湖还含有较丰富的 Br^- , Li^+ 和硼砂。研究分离提取方法时,常常涉及相关盐水体系的相图,这也大大推动了物理化学及分析学科的发展。(CJZ WYX)

海洋化学 *marine chemistry* 是研究海水、海洋生物体内相关物质、海底沉积物的组成、变化和应用的化学分支学科。对海洋资源的开发和利用有重要作用。海底存在丰富的矿藏,海水中约含有 3.5% 盐类,主要是 NaCl , MgCl_2 , CaSO_4 , K_2SO_4 , CaCO_3 , MgBr_2 。海水中碘、铜、锰、铀含量也分别达到几十亿到几十亿吨,有的超过其地壳中矿物总含量。海洋生物中含有大量的碘和溴,含有许多海洋天然有机化合物,如海洋蒽类、海洋甾族化合物、海洋毒素,已发现有些具有抗癌、抗菌和抗病毒作用及其他生理活性。

(CJZ WYX)

等离子体化学 *plasma chemistry* 是学科交叉的一个新的研究领域,研究等离子体的化学行为及其应用。等离子体化学一词到 1967 年才出现,自兴起后已在化学合成、新材料研制、精细化学加工、表面处理方面得到广泛应用。等离子体是气体电离产生的由大量带电粒子(离子、电子)和中性粒子(原子、分子)所组成的体系,其中带电粒子占有一定比例,体系可受磁场控制,又因其正、负电荷相等,故名等离子体。等离子体含有离子、电子、激发态原子分子和自由基等活性化学反应物种,具有高能量和特有的化学性能。高温等离子体动能很大,温度可高达 5000~20 000K,可用于金属合金的冶炼,超细、超耐高温材料及陶瓷材料的合成,亚稳态金属粉末和单晶的制备,以及高温电弧法合成球碳(C_{60} , C_{70} , C_{76} 等)等。低温等离子体,使气态分子冷却保持较低温度,用于金刚石、超导、太阳能电池等膜材料和光纤纤维的制备,芯片材料的亚微米级刻蚀,高分子材料表面修饰和微电子材料加工等。(CJZ WYX)

炼丹术 *alchemy* 参见炼金术。

燃素说 *phlogiston* “燃素说”是古代人们对燃烧现象的一种错误认识。鉴于当时人们对燃烧的本质不清楚,因此 18 世纪的德国化学家施塔尔(Stahl GE)认为,燃烧的元素是一种所谓“燃素”的气态物质,它存在于一切可燃的物质中。它在燃烧过程中从可燃物中分散出来,与空气结合而发出光和热,这就是“火”。按照燃素说分析,油脂、木材和蜡等都富含燃素,石头、炉灰和黄金等物质中不含燃素,所以不能燃烧。化学变化都是由于物质吸收燃素或者放出燃素。例如,煅烧锌时,燃素逸出,变成白色的锌灰,锌灰再与木炭焙烧时,从煤炭中吸取燃素,又变为金属锌。虽然燃素说矛盾百出,但仍然流行了近百年。到 18 世纪末,氧气发现后,燃烧的本质得以揭示,燃素说始退出化学舞台。(YGQ)

原子 *atom* 保持化学元素性质的最小颗粒。原子由带正电的原子核和带负电的核外电子组成,原子核则由带正电的质子和电中性的中子组成。原子是化学反应的基本单位,在发生化学变化时,原子的核外价层电子发生变化,而原子核保持不变。同一种元素的原子组成单质,不同种元素的原子组成化合物。原子的概念是由道尔顿首先提出的,随着放射性、电子的发现,以及对阴极射线、 α 粒子散射、原子光谱等现象的深入研究,人类才逐步认识到原子结构的复杂性。1982 年扫描隧道显微镜(STM)问世,人们才可以探测得到原子的图像,原子的存在得到直接证明。

(CJZ WYX)

分子 *molecule* 独立存在并保持某单质或某化合物特有化学性质的最小中性微粒。稀有气体分子,如 He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn 由一个原子组成,为单原子分子。 Cl_2 , O_2 , H_2O , CO_2 , C_6H_6 等绝大多数物质为多原子分子。其中,同种原子组成的分子,如 Cl_2 , O_2 为单质,不同种原子组成的分子,如 H_2O , CO_2 , C_6H_6 为化合物。分子的组成、结构、性质、设计和应用是化学的主要研究领域。

(CJZ WYX)

相对原子质量 *relative atomic mass* 又称原子量,是原子质量与 C-12 原子质量的 1/12

($1.66\ 054\ 02 \times 10^{-27}$ kg) 之比值, 无量纲。如 $^{16}_8\text{O}$ 的相对原子质量为 15.994 914 63, ^1_1H 的相对原子质量为 1.007 825 035。对自然界存在的元素, 按各同位素丰度权重而取平均值, 所得数值称元素的相对原子质量(或元素的原子量)。如天然的氢是由 ^1_1H 和 ^2_1H 两种同位素组成, 其相应的原子量分别是 1.007 825 035 和 2.014 107 79, 同位素丰度为 99.985% 和 0.015%, 所以氢元素的相对原子质量为: $1.007\ 825 \times 99.985\% + 2.014\ 10 \times 0.015\% = 1.007\ 94$ 。对人工合成元素, 则采用半衰期最长的同位素的相对原子质量。目前原子量的测定主要采用质谱仪。

(CJZ WYX)

原子量 atomic weight 参见相对原子质量。

原子序数 atomic number 元素在周期表中排列的序号, 等于元素原子的核电荷数, 即核内质子数。原子序数的符号为 Z 。如氢的原子序数为 1, 氧的原子序数为 8, 铁的原子序数为 26。早年门捷列夫(Mendeleev)按原子量大小排列原子位置。1913 年莫斯莱(Moseley)发现了原子序数与其特征 X 射线频率 ν 的平方根呈线性关系:

$$\sqrt{\nu} = a(Z - b)$$

式中, a, b 为常数。这项关系式称为莫斯莱定律。利用以上关系不仅可以测定原子序数 Z , 也指出了原子序数的物理意义, 即原子序数等于原子核所带的正电荷数。(CJZ WYX)

元素符号 symbol of element 表示元素种类的国际通用符号, 它既表示相应的某种元素, 还可表示此元素的一个原子。为了便于表示化合物的组成并准确形象地描述化学变化, 化学家在原子学说建立之后不久就开始使用符号来代表元素, 最早的元素符号是由贝采里乌斯(J. J. Berzelius)在 1911 年倡议的。元素符号通常取该元素拉丁文名称的第一个字母并大写表示, 若第一个字母与其他元素相同, 则附加小写的第二个或第三个字母。如氧的拉丁文名称为 Oxygenium, 元素符号为 O, 钠的拉丁文名称为 Natrium, 元素符号为 Na, 银的拉丁文名称为 Argentum, 元

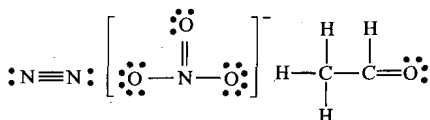
素符号为 Ag。(CJZ WYX)

元素丰度 abundance of elements 是指各元素在地壳中的平均含量。这一表示法由美国地球物理学家化学家克拉克(Clarke)等在总结世界各地许多矿样分析数据的基础上首先提出, 故元素丰度也称克拉克值。常用质量分数或摩尔分数表示, 前者称质量克拉克值, 后者称原子克拉克值。由于取样范围、分析技术、计算方法不同, 所得数据可能不完全一致。如近年来深入研究了海底地壳的组成, 镁的元素丰度明显增加, 其他一些元素也有变化。元素丰度的规律概括起来有: (1) 不同的克拉克数据中, 丰度排在前面的元素总是氧、硅、铝、铁、钙、镁、钠、钾等; (2) 随着原子序数的增加, 元素丰度降低; (3) 对大多数元素说来, 原子序数为偶数的元素的丰度高于相邻的奇数元素; (4) 稀有气体在地壳中丰度非常小。(CJZ WYX)

化学式 chemical formula 是元素符号与数字(角标)及点、线等符号的组合, 用来表示单质、化合物和离子等物质的组成。它是分子式、离子式、实验式、结构式、结构简式和电子式的总称。表示电中性物质分子组成的化学式叫分子式。表示带电荷的原子或原子团组成的化学式叫离子式。表示化合物中各原子最简比例的式子叫实验式。如测得苯分子中碳、氢原子比为 1:1, 其实验式为 CH, 而分子式为 C_6H_6 。氯化钠、二氧化硅等物质不存在由有限原子组成的分子, 也常用实验式 NaCl, SiO_2 表示。用化学符号表示单质、化合物分子中原子连接顺序和成键情况的式子叫结构式。如水的结构式为 $\text{H}-\text{O}-\text{H}$, 二氧化碳的结构式为 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ 。只给出原子连接顺序的式子叫结构简式。HOH, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, CH_3OCH_3 分别是水、乙醇、甲醚的结构简式。(CJZ WYX)

路易斯结构 Lewis structure 指美国化学家路易斯(Lewis)根据电子配对, 八隅律等定则, 提出的表示化合物结构式的记号。通常用元素符号表示原子, 用点代表价层电子, 用实线表示价键。写出经典路易斯结构的步骤为: (1) 根据实验结果和积累的知识, 参考中心原子化合价高, 相邻原子电负性差值大

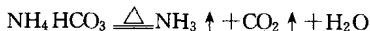
等原则来确定原子间连接关系。(2)若分子中总价电子数为 A ,分子中各原子皆满足八隅律时(H 为2电子)的总电子数为 N ,则共享电子数 $S=N-A$ 。(3)用单、双、叁键、配位键表示共享电子。如氮气、硝酸根和乙醛的路易斯结构分别为



路易斯结构存在不少局限,随着化学键理论的发展,路易斯结构也有进一步的扩展。

(CJZ WYX)

化学方程式 chemical equation 又称化学反应式或反应方程式,是用化学式和其他符号来表示化学反应的等式。方程式左边是反应物,右边是产物,中间用等号相连。反应条件、气体逸出、沉淀产物常常也用相应符号表示。化学反应遵守质量守恒定律,因此化学方程式应该配平,反应前后各元素原子数目不变,氧化还原反应还要注意电子得失。反应方程式表示了反应前后物质的量的关系,可以用来进行相应的化学计算。下面是碳酸氢铵的热分解的化学方程式:



强调反应可逆,式中的等号用 $\rightleftharpoons$ 代替。强调反应单向,等号用 $\longrightarrow$ 代替。化学方程式中还可标出物质状态并给出热量的变化。

(CJZ WYX)

元素 elements 又称化学元素,是具有相同核电荷数的原子的总称。人类所发现和合成的近3000万种化合物皆是由不同种元素的原子组成的。碳、硫、铁、铜、银、金、汞等元素,早已为人类所应用。氢、氧、氮、氯、铝、钠、钙、镁等都是人们所熟知的元素。

(CJZ WYX)

单质 elementary substance 指由同一种元素的原子组成的物质。如氢气由 H 原子组成,氧气由 O 原子组成,铜、铁、硫磺等分别由 Cu 、 Fe 、 S 元素组成,因此皆是单质。

(CJZ WYX)

离子 ion 是带电荷的原子或原子团,带正电的叫正离子或阳离子,带负电的叫负离子或阴离子。由原子、分子失去或俘获电子可得到相应离子。离子可根据相应元素的名称来命名,如 Cl^{-} 叫氯离子, Fe^{3+} 叫铁离子, Fe^{2+} 叫亚铁离子。带电的原子团常称某根或某根离子,根据母体化合物来命名,如 SO_4^{2-} 叫硫酸根或硫酸根离子, HSO_4^{-} 叫硫酸氢根或硫酸氢根离子。离子存在于离子晶体、溶液、气体中。离子性质与其相应的原子、分子有很大差异,如钠原子有很强还原性,而水合钠离子却很稳定。气体原子或分子在光、电等作用下发生电离,产生相当比例的离子、电子,称等离子体。(CJZ WYX)

同位素 isotope 指质子数相同而中子数不同的一组原子,它们有相同的原子序数,在周期表上占有同一位置,但由于中子数不同而具有不同的质量数。例如氢有 1_1H , 2_1H , 3_1H 三种同位素,氧有 ${}^{16}_8O$, ${}^{17}_8O$, ${}^{18}_8O$ 三种同位素。1910年索迪(F. Soddy)首先提出同位素的名称。1913年汤姆逊(J. J. Thomson)和阿斯通(F. W. Aston)发现 ${}^{20}_{10}Ne$,当时已知 ${}^{20}_{10}Ne$,这是最早发现的稳定同位素。(CJZ WYX)

核电荷 nuclear charge 是原子核所带有的正电荷。原子核由带正电荷的质子和电中性的中子组成,因此原子核电荷数就等于核内质子数。原子的核电荷数决定了其原子序数。不同元素的原子核电荷不同。一个质子所带正电荷数值上等于一个电子的电荷,人为把一个电子的电荷 $1.602\,177\,33 \times 10^{-19} C$ (库)定义为1个基本电荷。核电荷数也等于其中性原子的核外电子数。(CJZ WYX)

同素异形体 allotrope 指由同种元素组成的结构不同的单质。如氧气和臭氧是氧的同素异形体,金刚石、石墨和球碳是碳的同素异形体。它们性质和形态的差异取决于组成、结构的不同。氧气分子 O_2 由两个氧原子组成,而臭氧分子 O_3 由三个氧原子组成。金刚石中每个碳原子以 sp^3 杂化轨道,按四面体的四个顶点方向和其他四个碳原子以共价键结合,形成无限三维骨架,其熔点高,硬度大;石墨中每个碳原子以 sp^2 杂化轨道按平面正

三角形三个顶点方向与周围三个碳原子共价键,形成无限层状结构,每个碳原子剩余的一个p电子形成层内的离域大 π 键,故导电性能好,层间是分子间作用力,故石墨质软、易解离;球碳 C_{60} , C_{70} , C_{84} 等由碳原子组成封闭的球形或椭球形分子。(CJZ WYX)

摩尔 mole 是物质的量的单位,符号mol。物质的量是国际单位制规定的七个基本物理量之一,它正比于物质中指定的基本单元的数目。1摩尔的物质的量,指物质中所包含的基本单元数与12g 碳-12的原子数目相等,即阿伏伽德罗(Avogadro)常数, $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。在使用摩尔做单位时,基本单元应予指明,可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子,或是这些粒子的特定组合。如某体系中含有氧分子的物质的量为1.50 mol,即为 9.30×10^{23} 个氧分子,其质量为48.0g。如果某体系中含有氧原子的物质的量为1.50 mol,即为 9.03×10^{23} 个氧原子,其质量为24.0g。(CJZ WYX)

元素周期表 periodic table of the elements 按原子序数和原子核外电子排布的周期性变化排列元素,得到元素周期表。元素周期表反映元素性质周期性变化规律。门捷列夫首先排出了包括63种元素的短表,迈耶(L. Meyer)按照元素物理性质的变化排出了长表。现代的周期表是长表形式。周期表有7个横行,为7个周期。周期表有18列, IUPAC[International Union of Pure and Applied Chemistry(国际纯粹与应用化学联合会)]建议用阿拉伯数字依次标号,分别称为1至18族。现在仍流行用IA-VIIIA表示第1至第8主族,IB-VIIIB表示第1至第8副族。其中IA-IIA相应于第1和第2列(族),IIIA-VIIA相应于第13和第17列(族),VIIIA族也叫零族,对应于第18族;IB-IIIB族为第11~12族,IIIB-VIIB为第3~第7族,VIIB族则含第8,9,10族三列,也叫VIII族。同族元素有相似的价层电子结构,性质相似而渐变。按照核外价电子层的排布特点,元素周期表可以划分出s区(1~2列)、p区(13~18列)、d区(3~10列)、ds区(11~12列)和f区(放在表的下方)。通常的元素周期表给出有关

元素的原子序数、原子量、价层电子排布、是否是人工元素和/或放射元素等基本信息,有的还给出同位素、常见价态、单质的熔沸点等数据。元素周期表包含大量有关元素及其化合物的物理和化学信息,利用元素周期表可以归纳、总结、推测、判断元素及其化合物的性质和变化规律。元素周期表是现代化学的基石之一。(CJZ WYX)

元素周期律 periodic law of the elements 指元素的性质随着原子序数的增加呈周期性变化的规律。元素的电离能、电子亲和能、电负性、原子半径、金属性、单质的熔点、沸点、密度、氧化物及其水合的酸碱性等性质,随着原子序数递增都呈现周期性的规律变化。周期律的存在是由原子核电荷的增加和原子核外电子排布的周期性变化决定的。近代对原子结构的深入研究,找出了元素周期律的根源在于核外电子排布的周期性变化。周期律的发现推动了无机化学知识的系统化,是人类科学史上的一个重要贡献。(CJZ WYX)

对角关系 diagonal relationship 指元素周期表中,沿着对角方向某些相邻的两元素性质之间存在的相似性。锂与镁、铍与铝、硼与硅三对元素体现的对角关系比较典型。锂与同族的钠钾等性质不同,而与对角的镁比较相似。碳与磷、氮与硫、氧与氯性质亦有相似之处。周期表中所谓类金属元素硅、砷、碲均在对角线上。原因是某元素原子与其右下角相邻元素原子相比,一方面由于自左向右有效核电荷 Z^* 增加,另一方面自上而下原子半径加大,因此两种原子吸引电子的能力(离子势) $\phi = Z^* / r$ 相近,故性质相近。

(CJZ WYX)

族 group 元素周期表中的纵列称为族。周期表中有18纵列, IUPAC(国际纯粹与应用化学联合会)建议用阿拉伯数字依次标号,分别称为1至18族。目前仍习惯上把1,2,13~18列分别表示为IA-VIIIA族,把11,12,3~10列表示为IB-VIIB族,其中VIIIA族为稀有气体,也称零族。VIIB族包括8,9,10三列元素,也称VIII族。同族元素有相似的价层电子结构,自上而下有相似的但渐变的物理和化学性质。(CJZ WYX)

主族 main groups 指元素周期表上 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 族, 即 IA-VIIA 族。这些族也常称碱金属、碱土金属、硼族、碳族、氧族、卤族。主族元素的价层电子为未填满的最外层电子。随着所谓惰性气体化合物的发现, 也有把第 18 族包括在主族内, 称为 VIIIA 族。(CJZ WYX)

副族 sub groups 通常指元素周期表上 11, 12, 3~7 族, 即 IB-VIIB 族。主副族划分始于元素周期短表, 主族元素的价层电子皆在最外层, 而副族元素的价层电子可分布在最外层、次外层甚至倒数第三层。鉴于第 18 族稀有气体也称为 VIIIA 族, 也有把第 8, 9, 10 族即 VIII 族称为 VIIB 族, 划在副族。

(CJZ WYX)

周期 period 指元素周期表中的横行, 表中有 7 个横行即七个周期。周期是按原子中电子填充顺序的能级组划分的。第 1 周期电子能级组为 1s, 含有两个元素, 为特短周期。第 2 周期电子能级组为 2s2p, 第 3 周期电子能级组为 3s3p, 各含有八个元素, 为短周期。第 4、第 5 周期电子能级组分别为 4s3d4p, 5s4d5p, 各含 18 个元素, 为长周期。第 6 周期能级组为 6s4f5d6p, 含有 32 个元素, 为特长周期。第 7 周期能级组为 7s5f6d7p, 为未满足特长周期, 迄止 2004 年, 经 IUPAC 确认并命名的元素已有 25 个。1, 2, 3 周期也可统称为短周期, 4, 5, 6, 7 周期也可统称为长周期。(CJZ WYX)

长周期 long period 指元素周期表中的 4, 5, 6, 7 周期。第 4, 5 周期各含 18 个元素, 第 6 周期含 32 个元素, 其中包括 57~71 号的镧系元素。第 7 周期是未满足周期, 迄止 2004 年, 经 IUPAC 确认并命名的元素已有 25 个, 其中包括 89~103 的锕系元素, 最新的元素为 111 号元素。(CJZ WYX)

短周期 short period 指元素周期表中的 1, 2, 3 周期。第 1 周期含有氢、氦两个元素。第 2 周期含有锂、铍、硼、碳、氮、氧、氟、氖八个元素。第 3 周期含有钠、镁、铝、硅、磷、硫、氯、氩八个元素。短周期中元素皆为主族元素。(CJZ WYX)

s 区元素 s-block elements 碱金属和碱

土金属的总称。化学元素周期表中第 1 和第 2 族的全部元素, 其原子核外的最外层电子分别为一个和两个 s 电子, 即从 ns^1 到 ns^2 , 次外层为 $(n-1)s^2(n-1)p^6$ 的稀有气体八电子构型。参见碱金属和碱土金属。(YGQ)

p 区元素 p-block elements 化学元素周期表中第 13, 14, 15, 16, 17, 18 族元素的总称。原子核外的最外层电子分别从 1 个电子到 6 个电子逐渐填满 np 轨道, 即由 ns^2np^1 增加到 ns^2np^6 , 次外层为稀有气体构型。多为非金属元素。(YGQ)

d 区元素 d-block elements 元素周期表中第 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 和 10 族元素的总称(镧系元素和锕系元素除外)。均为过渡金属元素。原子核外的次外层 d 轨道未充满, 电子分别由 1 个到 10 个逐渐填充到 $(n-1)d$ 轨道。其特点是化合物大多有色、原子磁矩大、易作为中心原子生成配位化合物。参见过渡元素。(YGQ)

ds 区元素 ds-block elements 元素周期表中第 11 和 12 族元素, 即铜分族的铜、银和金, 锌分族的锌、镉和汞。原子核外的最外层电子分别为 1 个和 2 个 s 电子, 即从 ns^1 到 ns^2 , 次外层为 $(n-1)s^2(n-1)p^6(n-1)d^{10}$ 的 18 电子构型, 和 s 区元素的区别在于次外层电子构型不同, 性质有较大差别。(YGQ)

f 区元素 f-block elements 镧系元素和锕系元素的总称。原子核外数第三层电子的 f 轨道未充满, 电子分别由 1 个到 14 个逐渐填充到 $(n-2)f$ 轨道, 即 4f(铈到镥的镧系元素)和 5f(钍到镅的锕系元素)。在镧系元素和锕系元素中, 同一系列大多数元素的区别在于外数第三层电子构型, 因此它们的物理和化学性质相似, 分离困难。参见镧系元素和锕系元素。(YGQ)

碱金属 alkali metals 指元素周期表第 1(IA)族元素, 包括锂、钠、钾、铷、铯、钫。因其氢氧化物溶于水显强碱性而得名。原子价层电子结构为 ns^1 , 电离能均为同周期元素中最小的, 易失去电子呈 +1 价。单质为银白色金属, 晶体皆为体心立方, 硬度低、密度小, 熔、沸点低。化学性质活泼, 常温下能和氯气、空气中的氧气作用, 与水剧烈反应, 加热

时和氢气反应生成离子型氢化物 MH。除锂以外,碱金属大多数盐类在水中溶解度较大。锂与其他五个元素化学性质有一定差异,与镁为对角关系,性质相似。在自然界里钽仅以短寿命的放射性元素形式存在于铀矿中,其他碱金属皆以化合物形式存在,钠、钾丰度较大,其他属稀有元素。单质采用熔盐电解或热还原法制备。钠、钾盐类有广泛的应用。

(CJZ WYX)

碱土金属 **alkaline-earth metals** 指元素周期表第 2 (IIA) 族元素,包括铍、镁、钙、锶、钡、镭,介于碱金属和第 3 族即“土(难溶于水 and 难熔融)”族之间,因其氧化物兼有碱性和土性而得名“碱土金属”。原子的价层电子结构为 ns^2 ,容易失去两个价电子,氧化态通常为 +2 价。单质皆为银灰色金属,硬度低、密度较小,熔、沸点较低。铍与同族元素差异较大而与铝相似,其他五个元素化学性质相似。碱土金属皆为活泼金属,在空气中燃烧生成氧化物和氮化物,单质钙、锶、钡保存在煤油中。常温下皆与水反应,活泼性随原子序数增加而加剧。加热时与氢气反应生成离子型氢化物 MH_2 。碳酸盐、硫酸盐、磷酸盐、铬酸盐、草酸盐、氢氧化物、氟化物在水中溶解度小,而卤化物、硝酸盐、高氯酸盐皆溶于水。在自然界中,镁、钙、锶、钡为常见元素,以难溶盐形式存在,铍、镭含量较少。单质一般采用熔盐电解或热还原法制备。镁、铍主要用于制备合金材料,镁、钙离子有重要的生理作用。镭是放射性元素,曾用于癌症放疗。

(CJZ WYX)

磷属元素 **pnictogen** 指与氮同为 VA 族的磷、砷、锑、铋四个元素,价层电子结构为 ns^2np^3 ,分别位于周期表中第三、四、五、六周期。磷属元素的物理化学性质与氮有明显差别。常温下氮是双原子分子气体,白磷是四原子分子组成的分子晶体,红磷是链状、黑磷是层状结构,砷有 As_4 分子晶体和层状结构,锑、铋具有层状结构。电负性较小,不易形成 $np-np$ π 键, nd 轨道可参与成键,主要价态为 -3, +3, +5。磷为较活泼的非金属,由砷到铋金属性逐渐增强,砷、锑、铋的三价氧化物表现出典型的由酸性到碱性的过渡:

P_4O_6 As_4O_6 Sb_4O_6 Bi_2O_3

弱酸性 两性偏酸 两性偏碱 碱性

其典型五价的酸为 H_3PO_4 , H_3AsO_4 , $HSb(OH)_6$, 铋虽未发现五价含氧酸但存在相应盐 $NaBiO_3$ 。由于 $6s^2$ 电子对的稳定性, Bi^{3+} 稳定,在酸性溶液 $NaBiO_3$ 是强氧化剂。

(CJZ WYX)

硫属元素 **chalcogen** 包括硫、硒、碲三元素,价层电子结构为 ns^2np^4 ,分别位于周期表 VIA 族三、四、五周期,虽与氧同为 VIA 族元素,但硫属元素的物理化学性质与氧有较大差别。常温下氧是双原子分子气体,硫有 S_8 分子晶体,硒有 Se_8 分子晶体和链状晶体,碲主要有链状晶体,硒、碲晶体有金属性,具有半导体性质。原子电负性较小,单质不如氧活泼,也不易生成 $np-np$ π 键, nd 轨道可参与成键,与氧不同,主要价态除 -2 价外还有 +4, +6 价化合物。-2 价化合物 H_2S , H_2Se , H_2Te 和 H_2O 不一样,不存在分子间氢键,熔沸点低于 H_2O ,呈弱酸性,酸性顺序增强,稳定性减弱,这些氢化物都有较大的毒性。+6 价化合物中,最重要的是含氧酸 H_2SO_4 , H_2SeO_4 , $Te(OH)_6$, 结构中都存在 $d-p$ π 配键。(CJZ WYX)

卤素 **halogen** 即卤族元素,指元素周期表第 17 (VII A) 族元素,包括氟、氯、溴、碘、砹。氟是最活泼的非金属元素;砹是放射性元素,在自然界存在量很少,其性质研究得较少。卤素的单质均由双原子分子组成,常温下氟、氯为气态,溴为液态,碘为固态。均为活泼的非金属元素,单质可以和大多数金属、非金属直接反应。卤素原子价层电子结构为 ns^2np^5 ,氟、氯、溴、碘可以生成氧化态为 -1, +1, +3, +5, +7 价的化合物,如氯化钠、次氯酸钠、亚氯酸钠、氯酸钠、高氯酸钠。卤素通常以卤化物形式存在于自然界,用电解法或氧化剂氧化法制备单质。卤素的单质和化合物有广泛的用途。(CJZ WYX)

拟卤素 **pseudohalogen** 是一类由两种或多种非金属原子团形成的性质与卤素相似的二聚体分子。如氰 $(CN)_2$ 、氧氰 $(OCN)_2$ 、硫氰 $(SCN)_2$ 。相应原子团的阴离子,如 CN^- , OCN^- , SCN^- 与卤离子性质相似,称拟卤离

子。虽然不存在 $(\text{N}_3)_2$, N_3^- 亦称拟卤离子。拟卤素与卤素相似, 熔沸点低、易挥发, 氢化物溶于水显酸性(如 HCN), 在水中或碱中发生歧化反应, 如 $(\text{CN})_2 + 2\text{OH}^- = \text{CN}^- + \text{OCN}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。银、汞(I)、铅的拟卤化物难溶于水, 拟卤离子可与一些重金属离子生成络离子, 如 $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$, $\text{Hg}(\text{CN})_4^{2-}$ 等。某些拟卤素可用置换反应制备, 如



过渡元素 transition elements 广义的过渡元素是指原子核外价电子层中有未充满的 d 轨道或/和 f 轨道的所有元素。通常指元素周期表中 3~12 族元素, 包括 d 区, ds 区元素, 也有将锌分族(II B)除外。过渡元素皆为金属元素, 大多数硬度大、熔沸点高, 为常用工程金属材料。过渡元素中, 第 3 族元素和其他族第 4 周期元素, 大多为较活泼金属, 第 5, 6 周期的过渡元素活泼性差。由于 $(n-1)d$ 和 ns 电子能级接近, 过渡元素的化合物有多种氧化态, 稳定的最高价态化合物出现在第六周期元素中, 如第 VIIIB 族中, 第四周期元素铁的最高氧化态为 +6, 第六周期元素铱的最高氧化态为 +8。过渡元素的离子有空的 d 轨道, 易形成配位化合物。如 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 。(CJZ WYX)

内过渡元素 inner transition elements 指 f 区元素, 包括镧系(Ln) 15 个元素(原子序数 57~71)和锕系(An) 15 个元素(原子序数 89~103)。价层电子结构分别为 $4f^{0-14}5d^{0-2}6s^2$ 和 $5f^{0-14}6d^{0-2}7s^2$ 。按照核外电子排布原理, 电子依次排入倒数第 3 层的 7 个 f 轨道(从 $f^0 \sim f^{14}$), 故被称为内过渡元素。内过渡元素为熔沸点较低、化学性质较活泼的金属。镧系元素性质很相似, 主要氧化态为 +3; 锕系元素均为放射性元素且多为人造元素(95~103)。(CJZ WYX)

重过渡元素 heavy transition metals 指第五、六周期的过渡元素。这是一种习惯上的名称, 第四周期过渡元素常称为轻过渡元素。大部分重过渡元素为硬度大, 熔、沸点高的金属。化学性质不活泼, 单质大部分不易与强酸反应, 其中以钒、铌、银、金与铂系金

属尤为突出。不易形成低价离子化合物, 而其高价态化合物比较稳定。(CJZ WYX)

稀有金属 rare metal 通常指在自然界含量很少, 或分布稀疏、发现较晚, 或制备困难, 耗资昂贵的金属, 如锂、铷、铯、铍、镭、钒、铌、钽、铪、钨、铼、镓、铟、铊、镱、稀土元素等。稀有金属和普通金属并无明显的界限, 也没有一个严格的定义。某些所谓稀有金属在自然界的含量比普通金属铜、银、金、汞等还高。随着资源的发现和制备方法的改进, 会使人们重新划分稀有金属的范围。例如, 1886 年霍尔(C. M. Hall)和埃鲁(P. L. T. Héroult)分别发明电解氧化铝和冰晶石熔体制备铝之前, 铝很昂贵, 是公认的稀有金属, 现在则为普通元素。(CJZ WYX)

贵金属 precious metal 指金、银和铂系元素, 以及钨、铀、钼、钨、铼、钯等金属。它们含量稀少, 价格昂贵, 对空气、化学试剂的化学稳定性好, 常用来制造外形美观、光泽照人的贵重饰品和艺术品, 制造贵重仪器的零部件, 故得此名。贵金属常常是很好的催化剂, 在催化化学方面起重要作用。(CJZ WYX)

有色金属 non-ferrous metal 指除去黑色金属铁、铬、锰外的所有金属。(CJZ WYX)

黑色金属 ferrous metal 又称铁类金属, 指铁、锰、铬以及铁碳合金。它们与钢铁合金或称黑色冶金密切相关, 故名。

(CJZ WYX)

稀土金属 rare earth metal 又称稀土元素, 是钪和镧系(57~71 号)元素的总称。它们的绝对丰度并不低, 但在地壳中分布较稀疏, 不易分离提纯, 早年仅制得其混合氧化物, 氧化物为碱性, 加之其难溶于水, 难溶化(俗称土性), 故称稀土。中国稀土资源丰富, 储量为世界之冠, 已发现独居石、黑稀金矿等 20 多种有工业开采价值的矿物。稀土元素之间性质极为相似, 16 个元素的分离和发现经历了 150 多年。分离提取方法分为化学法(分级结晶、分级沉淀及氧化还原)、离子交换法、萃取法。按它们的密度、自然界存在形式和分离方法, 又分成轻、重稀土, 轻稀土为镧—铈(铈组), 重稀土为钇和钕—镱(钇组)。也有人把铕放在稀土元素中, 但铕与其他稀土