

化 学

化学学科体系

【化学】研究物质的性质、组成、结构和应用的科学。当前的化学已从改造天然物质、仿制天然物质向设计功能物质方向迈进。在分子水平上设计制造具有直接功能（如：分辨功能、记忆功能）的材料已不是空想。化学从其诞生就与物理学、矿物学等有着千丝万缕的联系。由于化学是一门建立在实验基础上的科学，在其研究中实验与理论两方面一直是相互依赖、彼此促进的。进入 20 世纪以后，由于受到自然科学中其他学科和社会生产迅速发展的影响，并广泛地应用了当代科学的理论、技术和方法（特别是近代物理学的理论和技术、数学方法及计算机技术），化学学科不论在认识物质的组成、结构、反应、合成和测试等方面都有了长足的进展。其他学科的成就无疑对现代化学的发展起了巨大的推动作用。

化学学科的发展一方面来自学科本身内容的广泛性，另一方面也来自与其他学科的相互依赖与渗透性。化学在其形成一门独

立的学科以后首先形成无机化学、有机化学、分析化学和物理化学四大分支。而基于上述两方面的原因，根据当前化学学科的发展以及它与天文学、物理学、数学、生物学、医学、地学、工艺工程学等学科相互渗透的情况，化学可作如下分类：

无机化学 元素化学、无机合成化学、无机固体化学、配位化学、生物无机化学、无机金属化学、无机金属化合物光化学等。

有机化学 天然有机化学、一般有机化学（包括链烃、环烃、芳烃、杂环等化学）、有机合成化学、金属有机化学和非金属有机化学、物理有机化学、生物有机化学、有机分析化学。

物理化学 化学热力学、结构化学（包括量子化学；化学动力学，包括反应机理、催化理论、分子反应动力学；分子物理化学，包括热化学、光化学、电化学、磁化学、等离子体化学、辐射化学、胶体化学、表面化学等）。

分析化学 分离和预富集、化学分析（包括定性分析和定量分析）、仪器分析和新技术分析（包括光化学分析、电化学分析、各种色谱波谱、核磁共振谱和能谱，以及 X 射线衍射晶体分析，结构及微区测定等）。

高分子化学 天然高分子化学、高分子合成化学、高分子物理化学、高聚物应用；高分子物理等。

核化学和放射化学 放射性元素化学（包括天然和人工放射性化学及核燃料化学）、放射分析化学、辐射化学、同位素化学、核化学（包括高能核化学和低能核化学、重离子核化学、热原子化学和奇特原子化学等）。

生物化学 化学和生物学的交叉学科，内容有：一般生物化学（包括代谢、酶类）、微生物化学、植物化学、免疫化学、发酵和生物工程、食物化学、禽畜营养、肥料、土壤和植物营养等。

其他与化学有关的学科或边缘学科还有：地球化学、海洋化学、大气化学、环境化学、宇宙化学、星际化学、化学工程学、化学工艺学等。

化学与其他学科的相互渗透,不仅使本身得到了迅速发展,同时也推动了其他学科和技术的发展。例如核酸化学的研究使生物学研究从细胞水平提高到分子水平,从而建立了分子生物学;对地球、月球和其他天体的化学成分的分析,得出了元素分布的规律,发现了星际空间简单化合物的存在,为天体演化和现代宇宙学提供了实验数据,创建了宇宙化学。化学的重大成就,还丰富了自然辩证法的内容,推动了唯物主义哲学思想的发展。

【无机化学】研究无机物质的组成、性质、结构和反应的科学。所谓“无机物质”是相对于“有机物质”而遗留下来的历史名词:过去曾认为无机物是无生命的物质而有机物是由于生命力的作用而产生的物质。但后来维勒从无机物质制得了尿素,第一次冲击了这一概念。20世纪以后科学家合成了从不稳定的自由基到有生命活性的蛋白质、核酸等生命基础物质,例如:胰岛素、大肠杆菌脱氧核糖核酸,也合成了许多结构复杂的天然有机化合物如吗啡、叶绿素、甾族激素等。因此,有机物和无机物在一定的程度上已经失去了原来的涵义。无机化学研究的内容包含所有元素及其化合物(仅碳的化合物例外,除较简单的含碳化合物,如:一氧化碳、二氧化碳、二硫化碳、碳酸盐外,其他含碳化合物均属有机物质)。无机化学又可分为系统无机化学:一般是指按周期表分类对元素的单质及其化合物的性质、结构及其反应所进行的叙述和讨论,它所用的理论多数属于宏观热力学理论的范畴。当无机化学的研究应用了现代物理技术如:X射线衍射、中子衍射、电子衍

射、磁共振、光谱、质谱、色谱及一些能谱等方法；又引入了价键理论、分子轨道理论和配位场理论后使无机物的研究深入到微观结构，形成了现代无机化学以及其他无机化学的分支。无机化学的发展趋势将主要是新型化合物的合成和应用以及新研究领域的开辟和建立。

【有机化学】研究有机化合物的来源、制备、结构、性质、应用以及有关理论的科学。由于有机化合物都是含碳化合物，又称碳化合物的化学。大多数的有机化合物是由碳、氢、氧、氮几种元素构成，少数还含有卤素和硫、磷等元素。有机化学未来的发展趋势首先是能源和资源的开发，特别是对太阳能的储存及光合作用的研究以及利用有机金属化合物固定二氧化碳以求产生无穷无尽的有机化合物。有机化学在与其他学科的相互渗透中也产生了一些边缘学科，如：生物有机化学、元素有机化学、物理有机化学、农业有机化学、药物有机化学、量子有机化学、计算有机化学、地理有机化学、海洋有机化学等。

【分析化学】运用化学和物理学中的原理，测定无机物、有机物的组成，研究其测定方法及有关理论的一门学科。包括定性分析和定量分析。其方法有化学分析法和仪器分析法两种。它不仅对化学的研究和应用有重要作用，也与物理、生物、地质、土壤等学科有着密切的关系。凡主要利用化学原理进行分析的方法称为化学分析法。而主要利用物理学原理通过大型仪器（例如核磁共振仪、X 射线荧光仪、X 射线衍射仪、质谱仪、色谱仪、各种能谱仪和光谱仪等）进行分析的方法叫做仪器分析法。到目前为止化学分析和仪器分析处于唇齿相依、相辅相成的阶段。若按样品性质

可粗分为无机分析和有机分析。而在具体分析某一种工业或农业产品时，往往既用到有机分析也用到无机分析。分析化学的发展将不断地引入新技术和采用多手段联合测定。

【物理化学】以物理学的原理和实验技术为基础，研究化学体系的性质和行为，发现并建立化学体系的特殊规律的学科。研究内容大致有以下三大方面：（1）化学体系的宏观平衡性质：它以三个热力学定律为理论基础，化学热力学、溶液、胶体和表面化学及电化学的平衡态部分均属此部分。（2）化学体系的微观结构和性质：它以量子理论为基础，结构化学、量子化学属这方面的内容。（3）化学体系的动态性质：它研究由于化学或物理因素的扰动而引起体系发生的化学过程的速率变化和变化机理。化学动力学、催化、光化学、电化学中的电极动力过程属于该方面的内容。核裂变及放射性曾是物理化学的一个组成部分，当放射化学、辐射化学成为一门独立的学科以后，此部分的内容就从物理化学中彻底地分了出去。60年代期间物理实验技术的突飞猛进，特别是各种波谱学技术的发展，使得物理化学的研究从宏观推测进入到微观测定，测定精度大大提高，特别是激光技术和大容量电子计算机的使用令时间分辨率达到 10^{-15} 秒，因而使研究对象不仅限于基态稳定分子，而且能够发现反应过程中出现的暂时稳定的中间产物。于是出现了分子反应动力学、激光化学、表面结构化学等物理化学的前沿科学。

【高分子化学】研究高分子化合物（简称高分子）的合成、化学反应、物理化学、物理、加工成型、应用等方面的一门新兴的综合性学科。这是广义的高分子化学概念，有时也称高分子科学（或

高分子学)。狭义的高分子化学则是指高分子合成和高分子化学反应。高分子的分子量从几千到上百万,原子间以共价键结合,包含许多接合式样相同的原子集团(称基本链节或重复单元)。自然界存在的高分子称天然高分子,如蛋白质、纤维素、核酸、淀粉等。一般所说的高分子是指合成高分子,即从工业或实验室中合成出来的。高分子化学是一门年轻的学科,20世纪20年代,施陶丁格提出高分子具有重复链节结构的概念。30年代这一概念得到广泛承认。同时,链式反应理论发展成就,有机自由基化学有很大进展,三者结合,使高分子合成简单易行。许多烯类化合物,在有机自由基的引发下进行链式反应,就形成了高分子。这也是当时工业生产的方法。30年代末期,卡罗瑟斯发现缩聚方法能合成高分子。同时,对高分子结构和性能的研究也逐渐展开。到40年代下半期,高分子科学这门新兴的综合性学科便蓬勃发展起来。可分为高分子化学(狭义的)、高分子物理和高分子工艺学三部分。高分子化学又分为高分子合成、高分子化学反应和高分子物理化学。高分子物理研究高分子的聚集态结构和本体性能。高分子工艺学又分为高聚物加工成型和高聚物应用。高分子合成包括两类基本反应,加成聚合和缩合聚合。加成聚合是以烯类化合物为单体,用自由基引发后,进行链式反应而形成高分子。链式反应一般包括链引发、链增长、链终止三个过程。缩合聚合是具有两个或两个以上官能团的低分子化合物(单体)经多次重复地进行缩合反应,生成聚合物,并同时放出小分子(如水、醇、氨)的化学反应。缩合聚合属于逐步聚合反应,反应一般是可逆的,因此反应中要把小分子及时除去,聚合物的分子量才能提得很高。高分子虽然有很大的分子量,但仍然有一定的反应性能,能进行高分子化学反应。其反应性能受两种因素的影响:(1)高分子长链

结构的卷曲特性，有规律的卷曲形成晶态，无规则的卷曲形成非晶态；（2）高分子的分子间堆砌特性，有规则的堆砌形成晶态排列，无规则的堆砌形成非晶态。规整结构的高分子不易起化学反应，反之则易起化学反应。高分子化学反应，有些是有用的，如橡胶的硫化、接枝。有些是有害的，如高分子光降解、高分子热降解、高分子氧化，它们使高分子材料老化、性能变坏。但也不尽然，如高分子光降解就为研究不污染环境、适时分解的高分子材料提供了方向。高分子物理在链结构的统计，高分子溶液热力学，橡胶弹性，长链分子的热运动的多重性、粘弹性、结晶过程和结晶形态，分子链取向及性质上的各向异性等方面深入的研究推动了高分子工业的迅速发展。高分子科学的方向是针对高分子材料易燃烧、易老化、污染环境的缺点，研究开发新的单体、新引发剂与催化剂、新的聚合方法以及分子设计方法。

【放射化学】研究放射性物质与原子核转变过程相关的化学问题的化学分支学科。放射化学与原子核物理有着密切的联系，也是核科学技术的分支学科。放射性是指不稳定核素自发放出粒子或 γ 辐射，或在轨道电子俘获后放出 X 辐射，或自发裂变的性质。放射化学主要研究放射性核素的分离、纯化、鉴定、制备和它们在极低浓度时的化学状态、核转变产物的性质和行为以及其他各学科领域中的应用等。放射化学发展的历史较短。1896年，法国贝可勒耳发现在未经日光又不至于发生荧光的条件下，硫酸铀酰能使包在黑纸中的照相底版感光。他称这种具有感光作用的光为“铀光”，从而发现了放射性。1898年P. 居里和M. 居里应用化学分离原理结合放射性测量的新方法，先后发现了钋和镭。这标志着放射化学这门学科的诞生。1903年卢瑟福和索迪发现放射性

衰变规律，即每种物质的放射性按指数关系而衰变的规律。1910年索迪和法扬斯发现放射性元素位移定律，提出同位素的概念。1912年赫维西等创立了放射性示踪原子法。1919年卢瑟福发现 α 粒子引发的核反应。1934年F. 约里奥·居里和I. 约里奥·居里制备出第一个人工放射性核素磷³⁰。1938年哈恩发现了铀核裂变现象。为人类利用核能开辟了道路。1940年麦克米伦发现超铀元素镎。西博格等发现钚。1942年费米等建成第一座核反应堆，第一次实现受控链式核裂变反应，标志人类利用核能时代的开始。随着核能源的广泛使用，使放射化学得到巨大发展，也促进了放射性核素在其他领域的应用。放射化学的主要分支有：放射性元素化学、核化学、放射分析化学、应用放射化学。放射性元素化学研究天然放射性元素和人工放射性元素的化学性质和核性质以及有关提取、制备、纯化的化学过程和工艺，重点是核燃料铀、钚、钍、超铀元素及裂变元素。核化学研究核性质、核结构、核反应和核衰变的规律，热原子化学，奇特原子化学等及其应用。放射分析化学研究放射性物质的分离、分析以及核技术在分析化学中的应用，重要的方法有：中子活化分析、带电粒子活化分析、同位素稀释分析、穆斯堡尔谱学、正电子湮没技术。应用放射化学研究放射性核素及其标记化合物和辐射源的制备，及其在工业、农业、医学、环境科学、生命科学等领域中的应用。

【生物化学】运用化学的理论和方法研究生物体内的物质及其在生命过程中的变化的学科。生物化学研究组成生物体的蛋白质、核酸、多糖、脂肪、激素和维生素等物质的化学组成、结构、性质、生物功能以及结构和功能之间关系、新陈代谢规律。生物化学是一门年轻的学科。早期的生物化学研究是有机化学的一部分，没

有形成独立的体系。18 世纪，普里斯特利等证实光合作用本质上是呼吸的逆过程。这是生物化学发展的一个里程碑。1828 年维勒首次加热无机物氰酸铵得到原本是天然有机物的尿素，使盛行的有机物生命力说不攻自破。这有力地促进了有机化学（包括生物化学）的发展。18 世纪 60 年代，巴斯德发现酵素。酵素后被称为酶。1926 年得到第一个纯净的酶结晶——尿素酶的结晶。1929 年从肌肉分离出三磷酸腺苷（ATP）。1940 年李普曼指出 ATP 是细胞中能量交换的共同形式。1935 年发现核黄素是酶的辅基。1935 年，美国舍恩海默和里顿伯格首创用放射性同位素示踪法研究动物体内物质代谢的途径。1869 年分离出脱氧核糖核酸（DNA），1944 年揭示 DNA 为遗传物质，1951 年沃森和克里克提出 DNA 的双螺旋结构。20 世纪 60 年代以来，生物化学的成就有蛋白质的化学合成，某些酶中原子排列的确定和代谢调节机制的阐明。主要分支学科有植物生物化学、微生物生物化学、动物生物化学、蛋白质化学、核酸化学、酶动力学、辐射生物化学、分子生物学等。

【海洋化学】研究海洋中物质的分布、变化规律及海洋化学资源开发和综合利用的学科。主要研究内容：海水物理化学性质，海水分析方法，海洋中物质的来源、组成、结构、存在形式、相互作用、分布变化规律以及海洋化学资源的开发和综合利用等。海洋化学研究的开始以 1670 年英国玻意耳研究海水含盐量与密度变化关系作为标志。1819 年，马塞特发现海水中主要成分的含量之间几乎成恒比关系。1884 年，迪特马尔对英国“挑战者”号调查船所取样品的分析证实了这个关系。20 世纪初，丹麦克努曾等建立了氯度、盐度和密度的测定方法；30 年代，芬兰布赫建立了海水中碳酸盐各存在形态的浓度计算方法。50 年代，英国哈维经过

系统研究，出版了《海水的化学与肥度》一书，它是海洋生物化学方面的经典著作。1959—1962年，瑞典西伦和美国加勒尔斯运用物理化学原理研究海水中各类化学平衡，建立了海洋物理化学的理论体系。1971—1980年根据“国际海洋调查十年规划(IDOE)”进行的“海洋断面地球化学研究(GEOSECS)”，促进了海洋化学的发展。当前，海洋化学的研究一方面通过实施“海洋瞬时示踪剂”研究计划，更深入地了解海洋中物质的分布-变化规律；另一方面加强对海洋化学资源的开发利用。按研究内容分，海洋化学包括3个主要分支：化学海洋学、海洋资源化学、海洋生物化学。化学海洋学研究海洋物质的分布、变化规律，包括海洋物理化学、海洋地球化学、河口化学、海洋分析化学、海洋放射化学、海洋有机化学。海洋资源化学主要研究从海洋水体、海洋生物体和海底沉积层中开发利用化学资源的化学问题，包括海水淡化，海洋天然产物的分离、提取、纯化，海水中金属的腐蚀与防护等。海洋生物化学研究海洋生物的化学组成、代谢以及生物体与海水环境间发生的生物化学过程。

【大气化学】研究大气组成和化学过程的学科，是大气科学的一个重要分支学科。大气化学研究的范围从城市、区域向全球扩展，研究的时间尺度从几天到几年，以至几十年。大气化学研究的对象包括大气微量气体、气溶胶、大气放射性物质和降水化学等；研究的范围主要是对流层和平流层；研究的手段有现场观测、实验室模拟和数值模拟等。研究大气化学要涉及与光化学、均相非均相反应动力学大气扩散理论、痕量分析化学等领域；不仅研究大气的化学反应，还要研究大气的复杂物理化学过程的数值模拟。大气化学的主要分支有：大气痕量组成化学；对流层化

学；平流层化学，如臭氧层的破坏；气溶胶化学；降水化学；大气放射性物质的化学。

【环境化学】环境科学的一个分支学科。主要是运用化学的理论和方法，鉴定和测量化学污染物在气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈中的含量，研究它们在环境中存在形态及其迁移、转化和归宿的规律，探讨污染物的回收利用和分解成无害的简单化合物的机理。环境化学是为了解决日益严重的环境污染问题，如煤烟污染、光化学烟雾污染，核爆炸引起的放射性污染、工业三废污染以及化学肥料和农药污染，在化学和化学工程学的基础上形成的。环境化学的基础理论尚处于发展过程中。研究的对象是一个多组分、多介质的复杂体系，对分析技术和方法有新的要求，如能对污染物进行灵敏、准确、连续、自动的分析。环境化学的主要研究领域有（1）环境污染化学，研究化学污染物在环境中的变化，包括迁移、转化过程中的化学行为、反应机理、积累和归宿方面的规律；（2）环境分析化学和环境监测，目的是获得环境污染的各种数据。随着研究的深入，环境化学与化学、生物学、医学和地学相互渗透，相互促进，已成为一种发展趋势。环境化学的兴起和发展，为人类保护、改善环境提供了化学方面的依据。

【地球化学】研究地球中的化学成分和化学元素及其同位素的分布、存在形式、迁移循环规律的科学。地球是一个复杂的系统，其中所发生的一切事物都涉及到化学元素；很多地质事件都在重新组合各种元素或同位素，而地球化学正在于阐明这些事件的本质。地球化学是一门年轻的学科。1838年瑞士化学家舍恩拜因第一次提出了地球化学这个名词。但地球化学真正成为一门独立的学科

是在 20 世纪初。20 世纪初，美国克拉克开始研究地球，尤其是地壳及其各个部分化学元素的分布量。这标志着地球化学学科的形成。20 世纪 30 年代，挪威戈尔德施密特应用晶体化学的理论和研究方法研究矿物、岩石中元素的分配和结合规律，有力地促进了地球化学的发展。40—50 年代，维尔纳茨基、费尔斯曼在研究地壳中原子的迁移在不同条件下的行为方面取得了一些成就，较完整地总结了各种地质作用和个别元素的地球化学问题。60 年代以来，随着科学和技术的进步，地球化学大量吸收其他学科，特别是物理学、化学的最新成就，广泛采用各种新技术，如计算机技术、空间技术，开辟了新的地球化学研究领域。地球化学的主要分支有：同位素地球化学、成岩成矿作用地球化学、个别元素地球化学、实验地球化学、地球化学探矿、环境地球化学、有机地球化学、海洋地球化学等。

【宇宙化学】研究宇宙物质的化学组成和演化规律的学科。是天文学与化学交叉的学科。研究对象包括陨石、月球、行星系天体、行星际物质、太阳、恒星、星际物质、宇宙线、星系和星系际物质等。宇宙化学研究的历史可以从古代中国的五行（金、木、水、火、土）学说和古希腊的四元素（水、空气、火、土）说开始。1833 年，瑞典贝采利乌斯第一次测定了陨石的化学组成。1859 年德国基尔霍夫在与本生共同研究太阳光谱后，成功地解释了光谱中吸收线产生的原因，首次确证了太阳的化学组成。这标志科学宇宙化学的诞生。20 世纪 50 年代开始进入现代宇宙化学发展时期，研究手段日益增多。50 年代以来波谱分析扩展至全波段。60 年代人类登月成功，可直接采集月岩标本。70 年代空间天文观测航天器到达火星，发回大量有关火星的信息。同时，研究内容不断丰富。

宇宙化学根据天体层次和研究方法可分为几个分支：陨石化学、行星系化学、恒星化学、星际化学、同位素宇宙化学、宇宙线核化学。研究表明，宇宙物质是由化学元素周期表中近百种化学元素和 280 多种同位素组成的，包括地球上尚未发现的矿物和分子。初步了解到，由某种过程形成的元素氢及其通过核合成过程生成的其他元素，在恒星表面或星际空间结合形成分子。这些分子或凝聚而逐渐形成行星等天体；或演化成复杂分子，如氨基酸、蛋白质，进而产生生命。恒星由星际云形成，在演化过程中不断向空间抛射物质，瓦解为星际云，再形成新的恒星。宇宙化学的研究对解决宇宙学理论问题，诸如大爆炸宇宙学、恒星的形成和演化、生命起源问题等有重要意义，也促进了化学科学的发展。

化 学 史

【中国古代化学】中国古代，在陶瓷、冶金、本草学、炼丹术等方面积累了丰富的化学知识，通过东西方的文化交流，传入欧洲，为近代化学的产生作了准备。中国古代的炼丹家由丹砂（即硫化汞）升炼水银，再由水银和硫磺升炼出丹砂的实验不仅是一项最早的无机化学合成工艺，而且是用合成方法确定一种物质（丹砂）化学组成的最早范例，也是最早的可逆化学反应研究。葛洪在《抱朴子内篇》中就说：“丹砂烧之成水银，积变又还成丹砂。”除丹砂外，还人工合成了氧化汞、氯化高汞和氯化亚汞。氧化汞由水银、硝石、白矾混合升炼而成，明代以后称“红升丹”。《神

《农本草经》说“水银……熔化（加热）还复为丹”，这表明早在东汉以前就知道汞与空气中的氧化合得到氧化汞。氯化亚汞俗称甘汞，古称轻粉、水银粉，是将水银、硫磺和戎盐、绿矾（或白矾）一起升炼而得；氯化高汞俗称升汞，古称粉霜、霜雪，在升炼甘汞的配方中加入硝石或胆矾，则可制得升汞。砷的单质和化合物是中国古代医药和炼丹术广泛使用的一类药剂，包括雄黄（ As_2S_2 ），雌黄（ As_2S_3 ）、礞石（ FeAsS ）、砒黄、信石（ As_2O_3 ）等。《神农本草》把雄黄列为中品，礞石列为下品，表明已认识到它们的毒性和医疗效用的关系。隋代时，中国炼丹家已知焙烧雄黄制得纯净的砒霜（ As_2O_3 ）。医药上则用于治疗疟疾、牙痛等病。中国古代砷化学的最大成就是单质砷的制得。唐代孙思邈在《太清丹经要诀》中有以雄黄、雌黄与金属锡合炼的丹方，产物即单质砷。铅及其化合物也是中国古代化学的研究对象，铅粉（即碱式碳酸铅）是中国最早的人工铅制剂，常用作化妆品。《周易参同契》中说“胡粉（即铅粉）投火中，色坏还为铅”，表明汉晋之际对铅的化合物与铅的互变关系有所认识。唐代已知道制铅霜（乙酸铅）的丹方。中国古代炼丹家还将金属铅在空气中焙烧以得到黄丹（ PbO ）。汉晋之际发明了以硝石、硫黄和金属铅合炼制得铅丹（ Pb_3O_4 ）的方法。矾是水合硫酸盐，古代在染色、医药、炼丹术方面得到广泛使用，包括绿矾（ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，又名青矾、皂矾），白矾 [$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ，又名明矾]，黄矾 [$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$]，胆矾（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，唐代以前称石胆）。中国在战国时期就通过焙烧涅石（含煤黄铁矿）取得绿矾。北宋是利用胆铜法后的副产品制绿矾。绿矾经自然风化后制得黄矾，唐代用作炼金术中的药剂。唐代发明了胆矾的制法：将黄矾、绿矾和曾青（碱式碳酸铜）合炼后经浸取、重结晶而得到胆矾。矾在古

代还和硝石合炼，部分地起硝酸的作用。在不能得到强酸的年代，这具有重要意义。中国古代炼丹术的黄白术（即炼金术）虽然没有炼得真正的金和银，但确实炼成了一些金黄色或银白色的“药金”和“药银”。这些合金包括：（1）砷铜合金，西汉茅盈制得含砷量低（ $<10\%$ ）、呈金黄色的“丹阳金”，隋代后制得含砷量高（ $\geq 10\%$ ）、呈银白色的“药银”；（2）锌黄铜，在唐代或五代时期，方士就以炉甘石点化铤石（即铤石金， CuFeS_2 ）得到类似黄金的锌黄铜；（3）二硫化锡，7 世纪孙思邈最先以金属锡和雄黄合炼制得此物，北宋又以金属锡和丹砂合炼制得二硫化锡；（4）汞齐，包括银汞齐、铜汞齐、铜锌汞齐、铅汞齐等，唐代已发明最早的补牙药银锡汞齐（白锡银）；（5）其他合金，炼丹家们制得的合金包括铜锌砷（铤石银、锡银、锡砷、锡砷铜（白锡银）、锡铅（鑢）等多种银白色合金。火药是中国古代四大发明之一，它的发明和应用也包含着丰富的化学知识。

【中国古代的陶化学】中国古代化学工艺之一。现存最原始的陶器是 1962 年在江西万年县大源仙人洞距今 10000 年的新石器时代的早期洞穴中发掘出的 90 余块原始陶片。这些原始陶片质地粗糙，混杂有石英砂粒，胎色以红褐为主，火候不均匀，可能是手工制成，以篝火烧制的。距今 6500 年，即新石器时代的中期，出现了红陶。红陶质地已相当细腻，含三氧化二铁而呈灰红色。焙烧火力均匀，温度高达 950°C 以上，可能已经使用陶窑。仰韶文化便以红陶为代表。还有以赭石粉、铁锰矿粉和白土为涂料的彩绘红陶，即彩陶。在 4000—5000 年前，即新石器时代后期，大量出现了黑陶。黑陶是龙山文化的代表。个别黑陶也存在于 5000—7000 年前的河姆渡文化遗址中。黑陶色泽黑灰或乌黑，是由胚体

中的三氧化二铁在还原气氛中生成四氧化三铁而致。有的则是由于表面蒙炭层或坯体掺炭而成。黑陶工艺相当精巧，体型匀称，壁薄而坚硬。有的内壁存在圈纹，可能已采用原始的旋转式车具。在距今 4000—5000 年前的龙山文化遗物中还出现了白陶。白陶的大量出现则在殷商时期。由于采用含氧化铅高达 30%、含三氧化二铁低（约 1—2%）的粘土作原料，故烧成后的陶器洁白、质地坚硬、壁薄而雅致端庄。在距今 4000 年左右，即新石器时代晚期，出现了硬陶。它是黑陶的发展，二氧化硅、铁的含量较高，烧成温度在 1100—1200℃，胎质表面呈褐色，有的几乎烧结。因表面有几何图饰，也称印纹硬陶。硬陶质地细腻、坚硬。商代出现了釉陶。釉是由胎体表面的石灰石、方解石在 1000℃ 的高温焙烧下形成的一层玻璃状物质，即石灰釉。釉中含铁，如在还原性气氛下焙烧，则釉呈青绿色，称青釉；如在氧化性气氛下焙烧，则釉呈黄褐色。釉陶美观，且不透水，适于贮存水、酒等。唐三彩是釉陶中最著名的一类，始于汉代，而以唐代最为发达，影响也大。在制作唐三彩釉层的过程中使用了呈色剂：以孔雀石、白青、曾青（均含氧化铜）着绿色；以赭石（含三氧化二铁）着黄色和棕褐色；以含钴氧化锰矿石着蓝色；以铁锰矿石着黑色，无呈色剂处呈白色。另外，用黄丹或铅粉代替釉陶制作中的石灰石，使成釉温度降低，只要 800℃ 即可。在宋代，出现了紫砂无釉细陶，以宜兴所产紫砂泥为原料，在 1100—1200℃、氧化气氛下烧成。因含三氧化二铁量高（7—8%），陶体呈棕紫色。吸水率小于 2%，介于陶器与瓷器之间。

【中国古代的瓷化学】中国古代化学工艺之一。瓷器是中国古代重大发明之一。在殷周时期出现的青釉器，胎体基本烧结，胎质灰

白，釉与胎体结合牢固，除胎质的白度和烧结程度不够外，基本已符合瓷器的要求，现在称之原始瓷器。在东汉出现了真正的瓷。这时已能较熟练地掌握焙烧气氛和釉料配方，釉呈纯正的青绿色，故称青瓷。唐代的瓷器以北方邢窑的白瓷和南方越窑的青瓷最为著名。青瓷的釉色纯正，滋润而不透明，说明对温度和还原气氛的掌握更加熟练。白瓷釉含铁量已极少，洁白似玉。此外，巩窑、四川大邑窑、江西昌南镇（今景德镇）瓷窑的白瓷也达到极高水平。宋代的瓷器达到一个新的高峰。又出现了河南钧窑瓷，浙江南宋修内司官窑的“开片瓷”，龙泉窑青瓷。钧瓷釉呈天蓝或天青色，以氧化铜为着色剂，在还原气氛中烧成。“开片瓷”利用胎质和釉质的膨胀系数的差异烧制而成。龙泉窑的青瓷颜色碧青，柔和淡雅，如翠玉，说明配料、温度和气氛的掌握已臻娴熟。这时期出现的以四氧化三铁呈色的釉下彩绘，如磁州窑白釉的釉下黑彩、酱彩，是制釉技术的发展。到元代，在釉下彩绘方面出现了以钴土为呈色剂的青瓷和以铜为呈色剂的釉里红瓷。瓷器的烧制技术在明代又达到新的高峰。这个时期烧制成功了白釉；青花瓷也达成熟；烧制了以铜呈色的釉红瓷，如“宝石红”、“霁红”瓷等；加彩方法也更加多样化，出现了斗彩、五彩、杂彩瓷等。这时期加彩的颜色釉料以黄丹、石英、硝石（ PbO 、 SiO_2 、 K_2O ）为基体，以含铜、铁、钴、锰的化合物或单质为呈色剂，可以烧制出色彩绚丽的彩瓷。到清代，制瓷技术全面发展、成熟，在彩绘、彩釉技术方面，出现了釉料掺砒的粉彩、立体感强的珐琅彩、釉下三彩、墨彩、乌金釉等；以及从国外引进的以胶态金呈色的胭脂红釉彩、以氧化锑呈色的黄彩。

【中国古代的冶金化学】成就最大的化学工艺之一。中国古代在铜、

钢铁、铅、锡、金、银、锌、汞等金属的冶炼过程中积累了丰富的冶金化学知识，取得了世界闻名的成就。在甘肃单纯齐家文化遗址中出土的铜质锻造器件表明，在新石器时代晚期，中国先民已开始使用天然红铜。大约在距今 5000 年前，中国已开始冶炼红铜，将孔雀石与木炭混合加热，得到金属铜。几乎同时，也开始了青铜冶炼和铸造。青铜是铜锡合金，还含铅和其他金属。硬度比铜大，坚韧，熔点低，便于铸造，得到广泛应用。冶炼青铜，初期可能是红铜、锡矿石和木炭合炼而得；后来发展到先炼出锡、铅，再与铜合炼。河南安阳出土的商代晚期礼器“司母戊鼎”，重 875 千克，是世界上最大的古青铜器，含铜 84.77%，锡 11.84%，铅 2.76%。中国冶炼锡、铅的时代不迟于殷代，安阳小屯殷代锡锭和镀锡铜盔、殷墓铅质酒器就是例证。对青铜的成分与性能的关系，至战国后期已总结出“六齐”规则（即六种配方）。到宋朝，胆水炼铜也成为生产铜的重要方法之一。它是用金属铁置换胆矾溶液中的铜离子，获得金属铜。黄铜是锌铜合金，古代称鍮石，是用炉甘石（碳酸锌矿）、铜和木炭合炼而成。镍白铜很早就出产于中国云南。在清代康、雍、乾三代，大量输往国外，称之“中国白铜”，是一种含铜 40—58%，镍 7.7—31.6%，锌 25.4—45% 的合金。

中国先民最先使用的铁是陨铁。在春秋时期，已开始冶铁，几乎同时出现了生铁和“块炼铁”。生铁冶炼温度高，质脆耐磨，适于铸造器物，长沙识字岭楚墓出土的春秋晚期的铁甬就是生铁铸造品。“块炼铁”冶炼温度低，质地柔软，适于锻造器物，甘肃灵台景字坪秦墓出土的铜柄钢剑是春秋中期的块炼铁锻造的。生铁先后出现了四个品种，即白口铁、灰口铁、麻口铁和韧性铸铁。白口铁含碳量高，质脆耐磨，适宜铸造犁铧。灰口铁含硅量高，脆

性小并且有润滑性能，适宜做车轴。麻口铁介于二者之间。韧性铸铁是将白口铁长期保温而得，含碳量低，表明工匠已掌握了退火柔化技术。这种技术开始于战国，在汉、魏晋、南北朝已广泛应用。最早的钢出现于战国时期，由炭火中的碳渗入锻打的块炼铁中而成，是一种渗碳钢。西汉初年，已出现百炼钢工艺。西汉后期，又发明了以生铁为原料的炒钢技术，同时得到熟铁。大约在晋、南北朝，出现了“团钢（又称灌钢）”冶炼工艺，即将生铁和熟铁配合冶炼，可以调节钢中的含碳量。冶炼中使用的燃料，最初是木炭，五代时用煤，明代后期，已经开始使用焦炭。中国古代的炼钢技术一直是很先进的。此外，中国先民在陶冶黄金，炼银、汞、锌方面也都积累了大量的经验和化学知识。

【中国古代的酿酒和制糖】古老的化学工艺。酒的酿造是利用酒曲使淀粉发酵分解的过程。这是一种生物化学反应。中国在龙山文化时期，由于农业的发展，酿酒已相当发达。在龙山文化遗址中就出土了大量的陶制酒器，如尊、盃、罍等。在殷朝酒已分成两种，一种是用麦芽制成供饮用的甜酒，即醴；一种是以黑黍酿成供祭祀用的香酒，即鬯。至西周，随着酿酒经验的积累，酿酒技术已较完备。至宋代，中国已开始制蒸馏酒。至明代，制蒸馏酒的技术已较成熟，“用浓酒和糟入甑，蒸令气上，用器承取滴露”，可以得到味极浓烈的烧酒。酿酒要用酒曲。在西周时已知道“曲蘖必时”。在汉代，中国的酒曲已有很多品种。晋人嵇康在《南方草木状》中提及的“草曲”可能是最早命名的酒曲。南北朝时贾思勰的《齐民要术》中已翔实记载了12种制曲方法。在宋代，已经利用老曲末为曲种，以利于优良菌种的延续。同时还发明了红曲，这是一种优良的菌种。古代酒曲不仅用于酿酒，还用于防病，

治消化不良。

中国在 3000 年前的西周已将淀粉水解制糖。在长期的制糖实践中，掌握了完整的制糖技术，积累了丰富的制糖知识。中国古代制糖法有两大类：一类是淀粉水解制饴糖，一类是由甘蔗汁加工制蔗糖。饴糖中产生甜味的有效成分是麦芽糖。古人很早就知道发芽的麦谷有甜味，制饴糖与酿酒在时间上应该接近，因为最初酿酒是“曲”（菌种）和“蘖”（谷麦的芽）混用的。制作味道纯正的饴糖是把糖米、玉米、高粱煮熟后，加入磨碎的麦芽，加水保温糖化。《诗经》中有“周原膠膠，萑荼如饴”诗句，表明西周已有饴糖。东汉许慎《说文解字》有“饴，米蘖煎也”的说法。既是对饴的解释，也说明了制饴的方法。《齐民要术》中分门别类地阐述了制饴的方法。战国时楚人已将甘蔗汁浓缩成为“柘浆”食用。东汉时已将甘蔗汁“煎而曝之”，使它凝如石，称作“石蜜”。南北朝已制取砂糖，梁代陶弘景《名医别录》已提到“取汁为沙糖”。唐代已制得冰糖（当时称糖霜）。南宋王灼的《糖霜谱》详细地记载了冰糖的制法。蔗糖的脱色，最初是加入牛乳，孟诜在《食序本草》中说“煎蔗汁、牛乳，则易细白耳”；后来有用鸭蛋蛋白的凝聚澄清法和黄泥浆的吸附脱色法。后两种方法出现时间接近，在明正统年间（1436—1449），且都兴起于福建。《天工开物》对黄泥吸附脱色工艺有详实记载。

【中国古代的炼丹术】旨在将普通金属炼成令人长生不老的丹药或“黄金”的方术。炼丹的理论基础是战国时道家哲学中关于内体永生的寓言，如《庄子》说“神人”可“不食五谷”，“乘云气，御飞龙，而游乎四海之外”。秦始皇统一中国后，就遣齐人徐福等入海求长生药，不得。到西汉时，武帝刘彻接受方士（从事炼丹术

的人)的建议亲自从事“化丹砂、诸药齐为黄金”，以炼制使人羽化升仙的奇药。这是最早的炼丹术活动。武帝时淮南王刘安也曾招致宾客方术之士数千人，大规模从事炼丹。至汉晋时期，方士们所用的药料和所升炼的丹药品种已相当繁多，虽然不能令人长生，但对中国医药学的发展有促进作用。这时的炼丹著作有《黄帝九鼎神丹经》和《周易参同契》。后者为魏伯阳所著，是关于炼丹术最早的理论性著作。对后来的炼丹术有很大影响。东汉顺帝汉安元年(142)沛国人张道陵创立道教，此后从事炼丹者多为道士。他们大多在名山幽谷炼丹。到魏晋时，炼丹术进入成熟时期，标志之一是葛洪撰写的《抱朴子内篇》。它在从理论到实践对前代炼丹术全面总结的基础上，提出了新的见解，形成了独特的体系。他认为要长生应该兼顾内修和外养。书中“金丹”、“仙药”、“黄白”三篇是研究中国炼丹术化学的重要资料。到唐代时，炼丹术发展进入全盛时期：药物品种大为增加；实验操作更为复杂；炼丹设备也更专门化；在理论上也更多受阴阳五行学说支配。出现这种高潮的原因是：自汉代以来积累了丰富的炼丹经验；唐代社会生产力较发达，道教被尊为国教和唐代历代皇帝宠信方士，热衷于神仙方士。唐代盛行炼丹术和服食“仙丹”，而炼出的“仙丹”很多含汞、铅、砷、硫，是有剧毒的。这自然会给社会造成严重后果。宋代炼丹之风仍盛，在炼丹的专用设备上有很多成就，如精致的金银质丹炉、神室(反应器)、铁质水火鼎，以及用于升炼水银的蒸馏器等。这时对服食“丹药”的危害更加清楚。到南宋时期，炼丹术已明显衰落，逐渐为世人所弃。而从炼丹术过程获得的制药化学经验和实验技术，仍在流传着。在战国时代到明朝的两千多年中，虽然没有炼成丹药或“黄金”，但因炼丹家们进行了许多原始的化学实验而获得大量化学知识，制备了很多药物。

这些成果也是本草学重要的一部分。

【火药的发明】中国古代四大发明之一。火药是由炼丹家发明的，时间约在唐代中期。后用于军事，出现了燃烧性火药和爆炸性火药。火药的发明和炼丹术、本草学有不可分割的关系。早期火药的基本成分为硝石（硝酸钾）、硫黄和含碳物质。硝石很早就用作药剂，如马王堆二号汉墓出土的帛书就有记有硝石的医方，炼丹术也广泛使用硝石。硫黄是炼丹术中常用的药物，东汉时期的《神农本草经》将它列为中品，称“能化金银铜铁”。在火药发明之前，炼丹术中有“伏火法”的程序，用来对硝石、硫黄、草木药等在共同火炼前进行预处理，以先改变它们易燃、易爆的性质。从古代有关“伏火法”的文献中也可看出当时炼丹家对火药成分、化学性质以至配方的认识水平。唐代的《丹房镜源》中已有用炭使硝石伏火的方法，唐元和年间（808）的《太上圣祖金丹秘诀》中的“伏硫黄方”，被认为是最早的火药配方。其作者在伏火操作中已采用许多措施来防范爆炸，表明作者已确知硝石、硫、炭三者混合点燃的危险性。火药发明后约 100 年始用于军事。宋代《九国志》记载：唐哀帝天佑元年（904），郑璠以“发机飞火”烧龙沙门。北宋许洞在《虎铃经》中指出“飞火”即“火炮、火箭之类”，火炮即抛掷型火药球。这时火药使用还较少。到宋代，火药用于军事已较普遍。这时使用火药的武器有火箭、火炮、蒺藜火球等。约在南宋理宗年间（1224—1264），火药经印度传入阿拉伯国家。以后，通过战争，将火药、火器及其技术传到西方。

【阿拉伯炼金术】出现于公元 8 世纪的阿拔斯王朝时期。阿拉伯炼金术在内容上受到中国炼丹术、希腊哲学的影响。阿拉伯炼金术

士所追求的“哲人石”或“神水 (elixir)”，与中国炼丹家所追求的“神丹”相似，是可以“点铁成金”或令人长生不老的神奇物质。他们还吸收了古希腊的物质组成学说，作为金属“转化”的理论。阿拉伯炼金术与中国炼金术所用原料基本相同，包括硫汞、丹砂、硝石、雄黄、矾石等无机物及醋等少数有机物，二者使用的设备也大体一致。在有关的阿拉伯文献中还提到了“中国金属”、“中国铜”以及中国等。这些表明阿拉伯炼金术直接接受过中国炼金术的影响。但是，阿拉伯炼金术做了许多有价值的工作。他们从矿物和动物体中分离出一些制剂，合成了一些化合物，认识了它们的某些化学性质；他们对动、植物进行分解蒸馏，设计、创制了许多化学研究的仪器；他们对无机物的分类成为后来西方世界许多理论体系的基础。这些工作在当时阿拉伯学者的著作中可以得到反映。8 世纪的查比尔·伊本·赫扬是阿拉伯炼金术的早期代表人物。他又是一位学识渊博的医生，著有《物性大典》、《七十书》、《东方水银》等书。他认为冷、热、干、湿四要素的两两互相配合，便形成世界上的各种金属、并使它们具有相应的性质。由此，他认为炼金家的任务是确定四要素在各种物体中所占的比例，设法从物体中提出纯净的“冷素”、“热素”等，再把它们按一定的比例结合或者添加到某种物体中，以点化成他们预期的产物。这些“素”实质上就是查比尔所追求的“点金药”。查比尔从物体中提纯四要素的手段是蒸馏。在他的著作中，有对大批动物原料进行分解蒸馏的记载。查比尔把矿物分为 3 类：（1）精英或精灵，如硫黄、硫化砷；（2）金属，如铅、锡；（3）矿体，包括 3 类：第一类富含精英，呈块状，如孔雀石；第二类含少量精英，如贝壳；第三类几乎不含精英，如矿粉。9 世纪的拉齐是继查比尔后阿拉伯炼金术的代表人物。他还是著名的医生。拉齐著有

《秘典》、《哲人石》和《医学集成》等书。其中最著名的是《秘典》。在这本书中拉齐分别讨论了物质、仪器和方法。他将物质分为四类：植物性的、动物性的、矿物性的和衍生的，确信一种金属能转化为另一种金属。他在书中还记载了制氨水和苛性钠的配方，具有珍贵的史料价值。拉齐对炼金术中使用的仪器设备作了详细的介绍，其中包括风箱、坩埚、烧杯等。他的著作对欧洲炼金家有很大影响。阿维森纳是 10 世纪阿拉伯著名的学者。他是集阿拉伯炼金术、医学和哲学之大成者。在其代表作《医典》中，他将无机物分为岩石、可熔物、硫和盐 4 大类。他认为水银是金属的精英，硫使金属有可变性。但阿维森纳否定了金属的相互转化。《医典》在欧洲广为传播，具有深远影响。阿拉伯炼金术在 10 世纪取得了长足的进展。后来传到科尔多瓦哈里发王朝统治下的西班牙，在这时的炼金术著作中，已有初步定量倾向的原始化学研究的记录。11 世纪以后，阿拉伯炼金术的神秘主义思想愈加浓厚，阿拉伯人未能把炼金术发展成一门真正的科学。但是，他们把这门古老的方术传入了欧洲，经过传播和发展，成为近代化学发生和发展的基础。

【欧洲炼金术】在 12 世纪由阿拉伯传入。在 11—13 世纪时西欧学者发现阿拉伯书籍中蕴藏着大量哲学、自然科学、医学知识。他们从阿拉伯书籍中译出了一些在西方业已散失的希腊古籍，同时也译出了阿拉伯学者阿尔-拉齐、阿维森纳等人关于炼金术和医药的著作。“化学”这个名词在西方的演变也与此有关。炼金术在阿拉伯文中是 al-kimiya (al 是阿拉伯冠词，kimiya 据考证是汉语“金液”二字古音)，在拉丁文中转为 alchimia，后来又转为西方对化学的称谓 chimia，再衍生出 chimie (法语，“化学”)，chemie

(德语,“化学”),chemistry(英语,“化学”)。1140年柴斯特的罗伯特将阿拉伯文《炼金术的内容》一书译为英文,这是炼金术最早的拉丁文译本。13世纪初期的《论矾和盐》是最著名的一本译著,其作者是11世纪或12世纪的一位炼金术士,内容既有阿尔-拉齐和查比尔·伊本·赫扬的说法,也有炼金术士的神秘主义观点,还包括作者本人的一些观察资料。1217年德意志人斯科特译著了《论炼金术》,书中有关于使金属嬗变的秘方。自此以后,炼金术在欧洲便逐步为封建帝王和教会所利用。他们在宫廷和教堂中升起炉火,驱使炼金术士日夜守候在炉旁为他们炼制黄金。他们企图用“哲人石”将贱金属点化成“金银”。与中国炼金术士一样,他们也寻求过令人长生的“神水”。中世纪欧洲炼金术没有超出阿拉伯的水平。他们认为汞是一切金属的本原,硫为一切可燃物所共有,金、银含有最纯粹的汞和硫。他们认为贱金属与金银的不同就在于所含汞、硫比例及纯度不同,而借助于“哲人石”就可使贱金属的本质得到完善,转化为金银,因此炼金的关键在于制得“哲人石”。同中国炼金术士一样,欧洲炼金术士也对他们的方术严格保密,秘方中充满符号和隐喻,令人难以理解。与中国和阿拉伯炼丹家、炼金家不同,欧洲炼金家很少兼攻医药,其主要人物是一些僧侣。教会控制着炼金术活动,上层僧侣掌握着炼金术的技术秘密。他们中的代表人物有马格努斯、培根等。马格努斯(1193—1280),德意志人,曾任腊斯本地方的主教,著有《论炼金术》一书,其中记载了明矾、铅丹、砒石、苛性碱、酒石等物质的变化;描述了蒸馏甌等设备。他对炼金术的欺骗性有所醒悟,接受了阿维森纳“物质不能嬗变”的观点,在所著的《论矿物》一书中揭发了炼金术的骗人勾当。培根(1214—1292),英国人,毕业于牛津大学,1236年到巴黎研究神学。他认为炼金术

是制备某些灵药的科学，当这些灵药注入金属和不完善的物体中时，即可使之变为完善物。他将炼金术分为思辨性的和实践性的两种，前者论述如何从要素生成各种物体，探讨宇宙万物的起源、构成和变化；后者研究如何用人工方法制造比天然产物更为完善之物（包括金、银）。培根强调炼金术应为医药服务，是使欧洲炼金术向医药化学过渡的先驱者。此外，一位托名“格伯”（查比尔·伊本·赫扬的拉丁文名字）的西班牙职业炼丹家用拉丁文撰写了影响极大的炼金术著作，包括《金属完善术研究》、《金属完善术概要》、《真谛索隐》和《炉火论》。这些著作在炼金术要义方面并没有多少突破，但在实用方面极有价值。书中关于各种实验操作和实验仪器的叙述清晰明了，毫无神秘主义的色彩，不仅是中世纪欧洲炼金术的精华所在，而且为炼金术向近代化学发展开辟了道路。中世纪欧洲的炼金术在无数次失败和令人失望后，逐渐消亡。到 15 和 16 世纪，由炼金术获得的知识应用到医药、冶金等方面，促进了医药化学和冶金化学的发展。这时期医药化学和冶金化学丰富的成果为近代化学的形成提供了基础。

【近代化学的创建】 14—16 世纪兴起并扩展到整个欧洲的文艺复兴运动，促进了科学思想的解放，导致了近代的自然科学革命。17 世纪后半叶至 18 世纪末是近代化学的孕育时期。首先是英国玻意耳坚决批判了炼金术士对物质组成的原性说，为化学元素作了科学而明确的定义。继之，化学又借施塔尔等提出的燃素说从炼金术中解放出来。随后，化学家对燃烧现象和空气组成作了深入的研究，发现并区分了碳酸气、氢气、氮气、氧气、氯气等气体，认识到了气体的多样性和空气的复杂性，积累了一些化学知识。18 世纪后期，由瑞典贝格曼、德意志克拉普罗特等创建的重量分析

法,使分析化学从定性迈入了定量分析的时代,也促使化学整体向定量研究的方向前进,过渡到近代化学的发展时期。1772—1785年,法国拉瓦锡通过对燃烧现象的仔细研究和由氧化汞制氧气方法的了解,提出了关于燃烧现象的氧化学说。它彻底否定了燃素说,使建立在燃素说基础上的化学理论端正了过来。他实际上已经运用了质量守恒定律。在1789年出版的《化学概要》中他阐述了这个定律。在书中还列出了第一张元素表;以元素的特性和化合物的元素组成作为元素和化合物的命名。这些新思想得到各国科学家接受,使化学的发展进入新纪元。19世纪初,英国道尔顿提出了新的原子学说,认为同种物质的原子的形状、大小、重量必然相同,不同物质的原子必然不同;各种原子都为“氛围”所包围;同种原子之间是相互排斥的。他的原子论可以合理地解释当时已知的各种化学现象和各种化学定律,成为说明化学现象的统一理论,很快得到学术界的普遍承认和重视。在19世纪前半叶,为了测定原子量、确定化合物中各种元素的原子比,提出和确定了一系列新的化学定律。1805—1808年,法国盖·吕萨克发现了气体化合物体积定律,指出“一切气体在同温同压下,在相同体积中含有相同数目原子”。1811年意大利阿伏伽德罗进一步提出了分子学说,认为“单质气体的分子可以由一个以上的原子构成”、“一切气体在相同体积中含有相同数目的分子”。1819年法国杜隆和珀替提出了原子热容定律(即杜隆-珀替定律),即单质金属的比热容与其原子量的乘积为一常数。在这些理论的指导下,瑞典贝采利乌斯通过精确的分析和周密的思考、推理,在1826年提出了在当时是相当准确的原子量表(钠、钾、银的原子量值不正确)。1855年意大利坎尼扎罗重新论证了阿伏伽德罗分子学说的合理性,澄清了当时原子量、当量上的错误,提出了正确的确定

分子量和原子量的方法，终于建立了原子-分子学说，巩固和充实了原子论，澄清和扫除了化学发展中的许多障碍。他的观点经德国迈尔传播，很快得到了化学界的公认，极大地推动了化学的进一步发展。原子-分子学说建立后，化学科学宣告成立。

【元素周期律的发现和证实】近代化学发展的里程碑。19 世纪以来，随着分析化学、电化学和光谱学的发展，到 1869 年已发现了 63 种元素。关于元素及其化合物的物理、化学性质的研究已积累了丰富的资料。原子—分子学说得到广泛接受，原子量、当量、分子量间的混乱关系得到澄清，很快有了统一正确的原子量、原子价的概念得到明确。1829 年德意志德贝赖纳进行三元素组分类的尝试。他确定了 5 个三元素组，所涉及的元素还不到当时已发现元素的 $\frac{1}{3}$ ，远没有把所有元素作为一个整体来研究。1862 年法国德尚库托瓦提出了元素的性质随原子量周期性变化的论点，创造了“螺旋图”，为揭示元素性质的内在规律作了第一次尝试。他将 62 个元素按原子量的大小循序标记在绕着圆柱体上升的螺线上。这样就可清楚地看出某些性质相近的元素都出现在同一条线上，但一些性质迥异的元素也混在一条线上。1864 年英国奥德林发表了题为“原子量与元素符号”的文章并列出元素表。他对碘和碲不是按它们的原子量而是按性质排列。他部分地找到元素的性质随原子量递增会出现周期性变化的规律，并在表的适当地方留下了空格，表明他已意识到有和本列元素性质相似的未知的元素。从形式和认识的深度上看，它比螺旋图前进了一步。同年德国迈尔列出了一个六元素表。这表对元素的分族作得已经很好，有了周期表的雏型，还为尚未发现的元素留出空位，但包含的元素不及当时已知的一半。1865 年英国纽兰兹提出“八音律”说，并排出了“八音律表”。但

它只是机械地按当时的原子量大小排序,很难揭示事物的内在规律。1869年俄国门捷列夫对上述工作进行认真的研究、核对;对已掌握的大量化学事实做了对比、验证,努力从中探索各种规律;对于可疑的原子量,他根据该元素的化学性质、原子价、当量,做了一些校正;他根据各种元素对氧和氢的关系、金属性和非金属性、相对化学活性、原子价等将它们加以分类。他坚信各种元素之间一定存在着统一的规律性,若按原子量排列,元素的性质必然呈现出周期性的变化。因此,他按此原则把当时已知的元素排列成表。全表有66个位置,留有4个空位,表示有待发现的元素。1868年迈尔发表了原子体积周期性图解,表示出元素的原子量与原子体积的关系。1869年他还制成了一个化学元素周期表,在相似元素的族属划分上更加完善,不过比较偏重于元素物理性质的周期变化。周期律揭示了元素性质的发展、变化过程是由量变到质变的过程,具有科学的预见性。门捷列夫预言的元素的存在和性质先后得到证实。这有力地证明了周期律的科学性。周期律的发现是化学发展史中的一个里程碑,是近代化学发展的顶峰。

化学家及重要文献

【查比尔·伊本·赫扬】(约721—约815) 阿拉伯炼金术士和医生。生于图斯(今伊朗)。提出凡金属皆能由硫和汞按不同比例而组成的炼金学说,做了大量实验,企图将贱金属转化为贵金属。著有《物性大典》、《七十书》、《炉火术》、《东方水银》等书。内容

涉及哲学、医学和自然科学各学科，包含丰富的化学知识和实践，对中世纪欧洲的发展影响较大。

【阿维森纳】（980—1037） 阿拉伯医生和自然科学家。生于哈梅森。原名伊本·西拿。青少年时受过良好教育，博学多才，曾受聘于穆斯林的统治者。他广泛地研究了医学、哲学、文艺、数学及其他自然科学领域，获得了丰富的化学知识，大量地使用化学药品治病。著有《医典》。这是一部百科全书式的典籍，书中有大量化学方面的知识和论述。

【帕拉采尔苏斯】（1493—1541） 瑞士化学家、医学家、自然哲学家。生于瑞士艾恩西德伦。早年在父亲（医生）教导下学习医术。做过外科医生。一度（1527—1528）做过巴塞尔大学医学教授。精通医学和炼金术，认为炼金术的目的在于将天然的原料加工成为对人类有用的药品。在化学理论方面，他认为构成各种物质的是三要素，即“水银”、“硫”和“盐”，并且强调它们是比实物抽象得多的物性要素。另外，他认为一切物质包括人都是活体，由三要素控制，治病就是使失调的人恢复人体内三要素的平衡。他还强调矿物质的重要性。帕拉采尔苏斯为医学和化学的革命开辟了道路。

【阿格里科拉】（1494—1555） 德意志矿物学家兼医生。生于格劳豪。1517年毕业于莱比锡大学。1523—1526年到意大利学习医学和化学，获得医学博士学位。1527年后深入矿区调查，获得许多材料。著有《矿石的性质》和《坤舆格致》，又译《论金属》。前者共10卷，探索了各种矿物的特性，进行了分类的尝试。后者共

12 卷，是一部系统的矿物学和早期的应用化学巨著。他因此被称为矿物学之父。

【海尔蒙特】(1580—1644) 比利时化学家。生于布鲁塞尔。1609 年获得勒芬大学医学博士学位。此后致力于化学研究。是炼金术向近代化学发展的重要代表人物。认为元素可以转换。用实验证明金属溶于酸后还可以复原。指出不同气体的存在并以实验鉴定出二氧化碳。认为水是物质最基本的元素，并以著名的“柳树实验”证实。还认为人体含有“酵素”，能引起消化和其它生理变化。这同近代的酶学说相类似。著有《论石》。

【玻意耳】(1627—1691) 英国科学家、自然哲学家。生于爱尔兰利斯莫尔。1635 年入伊顿公学学习。1639—1644 年在欧洲游学。1654 年在牛津的家里建立实验室，开始系统地研究化学、医学和物理学。1663 年当选为英国皇家学会会员，1680 年当选为会长。他是近代化学的奠基人之一。是第一位给化学元素下明确定义的科学家的科学家，认为化学元素是用一般化学方法不能再分为某些简单实体的实物。这使化学发展摆脱了炼金术的束缚，有了新的起点。是第一位使用天然植物汁液作指示剂的化学家。还是首次给酸和碱下定义的化学家。在物理学方面，证明了空气的体积与加在它上面的压力成反比的规律，即著名的玻意耳定律。著有《怀疑派化学家》等书。

【旋塔尔】(1660—1773) 德意志化学家、医生。生于安斯巴赫。1684 年在耶拿大学学医。1694—1715 年任哈雷大学医学和化学教授。1716 年任普鲁士王御医。首先提出了燃素说，用于解释燃烧

现象。该学说盛行于 18 世纪。他最早进行氧化还原反应试验，最先制造冰醋酸，著有《化学基础》(1723)。

【马格拉夫】(1709—1782) 德意志化学家。生于柏林。1734 年在弗赖贝格学习冶金。1754—1760 年任柏林科学院化学实验室主任，1767 年任科学院院长。曾是巴黎科学院通讯院士。他是分析化学的先驱。最早使用显微镜作分析工具，对氧化钙、氧化镁和氧化铝进行了识别。最先制成黄血盐和氰化钾，还发现甜菜糖并提纯了樟脑。仍坚持燃素说。著有《化学论文集》(1761—1767)。

【罗蒙诺索夫】(1711—1765) 俄国自然科学家、哲学家。生于阿尔汉格尔斯克省杰尼索夫卡。1735 年在彼得堡科学院附属大学学习。1736 年被派往德意志学习。1741 年任彼得堡科学院物理学副教授，1745 年任院士和化学教授。1755 年创办莫斯科大学。曾为瑞典科学院院士。他坚决反对当时盛行的燃素说和热素说，认为“微粒”(分子)是由极小的“粒子”(原子)组成，提出了热是物质本身微粒的运动的理论。还证明了化学反应遵循质量守恒定律。他将精密天平用于化学研究，最先将定量方法引入化学分析。具有多方面的才能，还是一位著名的诗人。著有《论热和冷的原因》、《论化学的效用》、《真实物理化学概念》等书。

【布莱克】(1728—1799) 英国化学家、物理学家。生于法国波尔多市。1746 年在格拉斯哥大学学习。1751 年在爱丁堡大学学习，1754 年获博士学位。1756 年任格拉斯哥大学教授。1766 年任爱丁堡大学教授。他对碱和气体的性质作过深入的研究。阐明了“固定空气”(二氧化碳)的一些性质。他认为石灰煅烧后重量减轻了

44%是由于有“固定空气”放出的缘故。这也揭示了碱的苛性本质，是对燃素说有力的否定。还定义了“比热”、“潜热”等概念，区分了热和温度，为量热学的发展打下了基础。著有论文《镁石、石灰石和其他碱性物质的试验》。

【卡文迪什】（1731—1810）英国化学家、物理学家。生于法国尼斯。1749年进入剑桥大学学习。1753年因不赞成学校的宗教考试而离校。后常旁听英国皇家学会的报告会，在家里建起实验室进行科学研究。他首先用电火花将氢和氧合成水，改变了人们一直以为水是一种基本元素的观点。还从氮、氧和水蒸汽制作了硝酸并指出空气中存在“浊气”（即以后发现的惰性气体）。对电学也有很深入研究，揭示了电荷是束缚在导电体表面上的。对引力常数的研究，得出了 $6.670 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ 的值，并由引推导出地球平均密度为 5.481g/cm^3 ，与现代的数值 5.517g/cm^3 是很接近的。他存有大量研究文稿，但发表甚少。

【普里斯特利】（1733—1804）英国化学家。生于利兹城附近的菲尔德黑德。1765年获爱丁堡大学法学博士学位。1766年当选为英国皇家学会会员。1782年当选为巴黎皇家科学院的院士。他的贡献是发现了氧、二氧化氮、二氧化硫等气体。1774年他在用凸透镜聚光加热氧化汞的实验中发现了氧气的存在。是第一位详细叙述氧气各种性质的科学家。当时他称氧气为“脱燃素空气”，即不含或少含燃素的空气。拉瓦锡重复了他的实验，指出它不是“脱燃素空气”而是助燃的氧气。但普里斯特利拒绝接受拉瓦锡的理论，坚持错误的燃素说。著有《各种空气的实验和观察》。

【舍勒】(1742—1786) 瑞典无机化学家。生于波美拉尼亚的施特拉尔松德(今属德国)。1757年在哥德堡向一药剂师学习。1775年选入斯德哥尔摩皇家科学院。以发现多种有机物和无机物而著名。其中最著名的是氧、氯、和锰的发现。氧的发现比普里斯特利还早一年。只是由于记载这个实验的书《论空气与火》迟至1777年出版,才为人所知。他的其他发现包括:无机酸类的磷酸、砷酸、钼酸、钨酸;其他无机化合物中的氟化氢、砷化氢、亚砷酸铜、氰化氢和氧化物;有机酸类的酒石酸、草酸、乳酸、尿酸、柠檬酸等;其他有机化合物中的酪朊、骨螺紫、乙醛和酯类、甘油等。著有《论空气与火》(1777)。

【拉瓦锡】(1743—1794) 法国化学家。生于巴黎。1763年获法学学士学位。1768年成为巴黎科学院院士,被任命为征税官。1778年成为皇家科学院教授。拉瓦锡是近代化学奠基者之一。最著名的研究是发现氧在燃烧中的作用,阐明了燃烧作用的氧化学说,推翻了流行的燃素学说。他是第一个将氧化汞加热时得到的助燃气体命名为Oxygen(中译名氧,原义是酸的元素)的化学家。还通过精确的定量实验证明了化学反应中的质量守恒定律。拉瓦锡还和其他化学家初步整理了当时许多化学名词。著有《化学概要》(1789)。

【克拉普罗特】(1743—1817) 德意志化学家。生于韦尼格罗德。1759年师从一个药剂师。1810年成为柏林大学首任化学教授和柏林科学院院士。1795年当选为英国皇家学会会员。以发现元素铀、钍等而著名。经他分析证实并命名的元素还有碲、铈。他对分析化学进行改进并加以系统化。还赞成拉瓦锡的反燃素说。编有

《矿物学的化学知识》一书。

【尼科尔森】(1753—1815) 英国化学家。生于伦敦。他是最早进行电化学反应研究的科学家。1800 年他和解剖学家卡莱尔最先用伏打电池电解水。著有《自然哲学导论》(1781)、《理论与应用化学字典》(1808)。1797 年创办《自然哲学、化学和技术》杂志。

【普鲁斯特】(1754—1826) 法国分析化学家。生于昂热。1774 年在巴黎学习化学，后迁居西班牙。1789 年在马德里任教。1816 年当选巴黎科学院院士。他以确定定比定律而闻名。1799 年他明确地阐述了定比定律，即化合物有固定组成的规律。1802—1808 年，他分析了上千种样品，在严谨的科学实践的基础上使定比定律得到确立。还发现了葡萄糖、亮氨酸等重要化合物。

【道尔顿】(1766—1844) 英国化学家和物理学家。生于坎伯兰的伊格尔斯菲尔德林。没有正式上过学，通过自学获得大量知识。1793 年任曼彻斯特新学院数学和哲学教授。1816 年当选为法国科学院通讯院士。1822 年当选为英国皇家学会会员。他在研究气体的过程中于 1801 年提出了气体分压定律，即道尔顿定律。还发现水的密度在 6.1°C (现代值为 4°C) 时达到最大值。定比定律也是由他提出的。他在科学上最大的贡献是提出了原子学说。这种学说后被称为道尔顿原子学说。它奠定了近代化学的基础，具有划时代的意义。道尔顿因此于 1826 年获得英国皇家学会第一枚金质奖章。著有《化学哲学的新体系》(第一册，1808；第二册，1810)。

【阿伏伽德罗】(1776—1856) 意大利化学家。生于都灵。1796年获都灵大学法学博士学位。1809年任韦尔切利大学哲学教授。1820年、1834年两次应聘为都灵大学教授。1804年当选为都灵科学院通讯院士,1819年为院士。1811年他首先提出了“在相同的温度和压力下,同体积的气体必含有相同数目的分子”的假设。这个假设后来被证实并被称为阿伏伽德罗定律。以其命名的阿伏伽德罗常数是自然科学的重要基本常数之一。

【盖·吕萨克】(1778—1850) 法国化学家和物理学家。生于圣莱奥纳尔。1800年毕业于巴黎综合工科学学校。曾任这所学校的化学教授。1806年当选为法国科学院院士。1809年任索邦大学教授。1832年任法国自然历史博物馆教授。以发现气体化合体积定律(盖·吕萨克定律)而闻名。这个定律促进了原子分子学说的发展,在化学发展史上有重要意义。还发现了气体热膨胀定律,为碘命名,发现氰,提出建造硫酸废气吸收塔。

【戴维】(1778—1829) 英国化学家。生于康沃尔郡彭赞斯。曾获都柏林三一学院博士学位。1803年当选为英国皇家学会会员。1820年任主席。1813年当选为法国科学院院士。他研究电解,从理论上解释了电解过程,为现代电化学奠定了基础。用电解法分离出金属钾、钠、钙、锶、钡和镁。对氯及其化合物的研究证实氯是一种元素。对碘的研究指出碘与氯是相类似的元素。著有《化学哲学原理》(1812)、《农业化学原理》(1813)。

【贝采利乌斯】(1779—1848) 瑞典化学家。生于东约特兰的林雪平。1802年获乌普萨拉大学博士学位。1807年任斯德哥尔摩医

学院教授。1815 年任卡罗琳外科医学院化学教授。1808 年当选斯德哥尔摩科学院院士，1818—1832 年任终身秘书。近代化学的奠基者之一。他确定了许多原子的原子量，提出新的元素符号体系，发现和分离出一些元素。发现的元素有铈（1803）、硒（1817）、钍（1828）；分离的元素有硅（1810）、钽（1824）、锆（1824）。他提出了电化二元论来阐述分子中原子的相互关系。还发现了外消旋酒石酸，认识到同分异构现象。他是重量分析的创始人，改进了许多分析方法。著有《化学教程》、《电的化学作用和化学比例理论》。

【杜隆】（1785—1838） 法国化学家、物理学家。生于鲁昂。1820 年任巴黎综合工科学学校教授，1830 年任校长。1823 年选入法国科学院。1826 年当选为英国皇家学会会员。他对科学的贡献是与珀替发现了固态单质的比热容定律（后称杜隆-珀替定律）：大部分固态单质的比热容与它的原子量的乘积，几乎都相等。还发现氮的氯化物并制得三氯化氮。

【法拉第】（1791—1867） 英国物理学家、化学家。生于纽因顿。1825 年任皇家学院实验室主任，1833 年任化学教授。1824 年当选英国皇家学会会员。曾当选法国科学院院士。他在化学上最大成就是 1833 年提出电解定律，即电解 1 当量物质所需的电量为 964864.6 库仑，被称为法拉第常数。还是液氯的首次获得者，苯的发现者。著有《化学实验操作指南》（1827）、《电的实验研究》（1844—1845）、《化学和物理实验研究》（1859）。

【维勒】（1800—1882） 德国化学家。生于法兰克福。1821 年获

马尔堡大学医学博士学位。1836 年任格丁根大学化学教授。他首先用无机化合物氰酸铵合成了尿素，向传统的生命力学说提出了挑战。还发现了氢醌，与人合作发现了安息香、扁桃苷等。著有《无机化学平面图》(1831)、《有机化学平面图》(1840)、《纯粹与应用化学词典》(与李比希合作)。是当时著名的专业杂志《化学年鉴》的编辑之一。

【盖斯】(1802—1850) 俄国化学家。生于瑞士日内瓦。1825 年毕业于多尔帕特大学。1830 年当选为圣彼得堡科学院院士。1838 年为俄国科学院院士。他最重要的贡献是发现了热的中和性守恒定律，即在任何一个化学反应过程中，不论该反应过程是一步完成还是分步完成，反应放出的总热量相同。这个定律后被称为盖斯定律，是能量守恒定律的先声。盖斯是热化学的先驱之一，还发现蔗糖氧化后产生了糖二酸。著有《纯粹化学基础》(1834)。

【李比希】(1803—1873) 德国有机化学家。生于达姆施塔特。1822 年获埃朗根大学哲学博士学位。后到巴黎游学。1824 年任吉森大学教授。1852 年任慕尼黑大学教授。1840 年当选为英国皇家学会会员。1842 年当选为法国科学院院士。是有机化学、生物化学、农业化学和化学教育方面具有开拓性贡献的化学家。他的工作有：改进有机分析方法，定出大批化合物的结构式，发现同分异构现象；发现并分析马尿酸；发现并制得氯仿和氯醛；提出自由基理论；提出多元酸理论。后来重点研究农业化学和生物化学。认为植物生长需要无机肥料。证明糖类可以生成脂肪，提出发酵作用的原理。著有《有机物分析》(1837)、《生物化学》(1842) 等书。

【格雷姆】(1805—1869) 英国物理化学家。生于格拉斯哥。1824年获爱丁堡大学硕士学位。1830年任格拉斯哥安德森学院教授。1837年任伦敦大学教授。1836年为英国皇家学会会员。1841年创建伦敦化学会并任首任会长。以发现气体扩散定律而著名。1831年他指出：各种气体的扩散速率反比于该气体密度的平方根，即气体扩散定律。他区别磷酸盐的三种形式，为李比希的多元酸学说打下了基础。还是胶体化学的创始人，有“胶体化学之父”之称。著有《化学纲要》和《格雷姆文集》。

【本生】(1811—1899) 德国化学家。生于格丁根。1830年获格丁根大学哲学博士学位。1852年任海德堡大学教授。1842年当选为伦敦化学会会员。1853年当选为法国科学院院士。1858年当选为英国皇家学会会员。他是光谱分析法的创立者之一。他和基尔霍夫用光谱分析法发现元素铯和铷；还发现太阳上有许多地球上的元素，由此证明其他天体和地球的化学组成一样。他研究二甲肼基化合物，得出了正确的化学式，为贝采利乌斯的基团说提供了根据。还是本生电池（即锌-碳电池）和本生灯的发明者。著有《气体测量方法》、《光谱化学分析》（1860年与基尔霍夫合作）、《光化学研究》（1892年与罗斯科合著）。

【巴斯德】(1822—1895) 法国微生物学家、化学家。生于多勒。1847年获巴黎高等师范大学博士学位。1857年任巴黎高等师范大学教授。1867年任索邦大学教授。1889年任巴斯德研究所所长。1862年当选为法国科学院院士。1869年成为英国皇家学会会员。他对化学的贡献是发现了内消旋体和外消旋体，以及生物体对这两种不对称晶体明显的选择性。还发现微生物在发酵中的作用。

【基尔霍夫】(1824—1887) 德国物理学家、化学家和天文学家。生于普鲁士的柯尼斯堡。1847年毕业于柯尼斯堡大学。1854年任海德堡大学教授。1875年任柏林大学教授。1875年当选为英国皇家学会会员。他在化学方面的贡献是发明分光仪,与本生创立了光谱分析法,并据此发现了元素铯和铷。还用这种方法分析太阳上的元素组成,发现太阳上有钠、镁、铜、锌、钡、镍等元素。著有《光谱化学分析》(1860年与本生合作)。

【弗兰克兰】(1825—1899) 英国化学家。生于兰开夏郡彻奇顿。1849年获马尔堡大学博士学位。1851年任曼彻斯特欧文思学院教授。1857年任圣·巴塞洛缪医院化学讲师。1865年任皇家化学院教授。他是原子价概念的提出者。原子价是指一个化学元素能结合氢原子的数目。他发现每种金属原子只能与一定数目的有机基团相结合,后又指出元素的结合能力是可改变的。还制得甲基锌、乙基锌、四乙基锡等有机化合物。著有《无机化学》(1870)、《有机化学》(1872)。

【坎尼扎罗】(1826—1910) 意大利化学家。生于巴勒莫。1845年入比萨大学学习。1849年到巴黎谢弗勒尔的实验室工作。1852年回国任亚里山德里亚工学院教授。1855年任巴勒莫大学教授。1871年在罗马大学主持化学讲座。他对化学的贡献在于发展了阿伏伽德罗定律,提出了化学式的统一表示法和确定原子量的理论。他于1852年发现了苯甲醛和碱液作用生成苯甲醇和苯甲酸的反应。这个反应后被称为坎尼扎罗反应。论文有《化学哲学教程提纲》(1858)。

【布特列洛夫】(1828—1886) 俄国化学家。生于奇斯托波尔。1849年毕业于喀山大学。此后留校任教，曾任校长。1857年游学西欧。1868年任彼得堡大学教授。1874年当选为彼得堡科学院院士。布特列洛夫是化学结构理论的创始人之一。最先从结构上解释同分异构现象，指出物质的组成相同而各种性质不同，则它们的结构也应不同。后来他正式提出化学结构理论，即分子的化学性质取决于其组成单元的性质、数量和化学结构。在此基础上，他合成了叔丁醇并证明它是丁醇的异构体。还发现了异丁烯的聚合反应。著有《有机化学综合研究导论》和《化学结构与取代理论》。

【凯库勒】(1829—1896) 德国化学家。生于达姆施塔特。1847年入吉森大学学习建筑，后受李比希的影响改学化学，1852年获博士学位。1858年任比利时根特大学教授。1867年去波恩。他是有机化学结构学说的先驱。曾提出碳是四价的、碳原子间可以相连成链状的学说。1865年他提出了著名的苯的环状结构学说：苯由6个碳原子构成一个平面六元环。这打开了芳香族化学的大门。著有《苯衍生物化学》、《有机化学教科书》、《有机化合物结构研究》。

【迈尔】(1830—1895) 德国化学家。生于奥尔登堡法勒。1859年获布雷斯劳大学博士学位。1868年任卡尔斯鲁厄工业学院教授。1876—1895年任蒂宾大学教授。迈尔是元素周期律的发现人之一。在1864年出版的《现代化学理论》一书中，他讨论了原子量和元素性质的关系，给出了一个元素周期表。此表已有了现代周期表的雏形。1868年他又将元素原子量与原子体积制成曲线

图，直观地表示出元素的周期性。这和门捷列夫 1869 年发表的周期律各有千秋。因此，他们同为元素周期律的发现者。著有《现代化学理论》(1864)。

【库珀】(1831—1892) 英国有机化学家。生于柯金蒂洛赫。1854—1856 年在巴黎随孚兹学习化学。他是有机化学结构学说的创始人之一。1857—1858 年他独立于凯库勒提出碳原子为四价及自相连接的学说，并用点线代表价键，写出了后来通行的结构式。还分离出两种新化合物：溴苯和对二溴苯。

【诺贝尔】(1833—1896) 瑞典发明家和化学家。生于斯德哥尔摩。1842 年随家迁居俄国彼得堡。1850 年去巴黎学习 1 年化学，后在美国埃里克森处工作 4 年。自 1859 年起，诺贝尔研究成功并取得专利的发明有硝化甘油、达纳炸药(安全炸药)、炸胶、橡胶合成、皮革和人造丝等。他经营油田和炸药生产，获得厚利。诺贝尔逝世时将他财产的大部分(约 900 万美元)作为基金，每年对世界上在物理学、化学、生理学和医学、文学及和平方面做出巨大贡献的人士进行奖励，即诺贝尔奖金，于 1901 年首次颁发。1969 年起，增设诺贝尔经济学奖。

【门捷列夫】(1834—1907) 俄国化学家。生于西伯利亚托博尔斯克。1855 年毕业于彼得堡师范学院。1859 年到德国海德堡大学学习。1863 年任彼得堡工艺学院教授，1865 年获化学博士学位。1866 年任彼得堡大学教授。1890 年当选为英国皇家学会外国会员。他的最大贡献是发现了元素周期律。1869 年他提出了一个元素周期表。1871 年他又进一步阐述了元素周期律的要点：(1) 按

照原子量的大小排列起来的元素，在性质上呈现明显的周期性；(2) 原子量的大小决定元素的特性；(3) 预言许多未知单质的发现。此后，发现了镓、铟和铊等，它们的性质与门捷列夫所预测相吻合。元素周期律的发现是化学发展史上一个重要的里程碑。著有《化学原理》。

【肖莱马】(1834—1892) 德国有机化学家和化学史专家。生于达姆施塔特。1853 年做药房学徒。后在海德堡大学旁听本生讲课。1858 年入吉森大学学习化学。1874 年任曼彻斯特奥文斯学院教授。1871 年当选为英国皇家学会会员。近代有机化学的奠基人之一。他最先将有机物分为脂肪族和芳香族两大类，把有机化学定义为“碳氢化合物及其衍生物的化学”；分离出一系列烷烃，并研究了它们的元素组成、物理和化学性质及其与结构的关系；创立“二元论”，发展了基因理论、取代理论和类型说。著有《碳化合物教程》、《化学教程大全》、《有机化学的产生和发展》。

【拜耳】(1835—1917) 德国化学家。生于柏林。1858 年获柏林大学博士学位。1872 年任斯特拉斯堡大学教授。1875 年任慕尼黑大学教授。1885 年他发展碳原子正四面体学说，建立了张力学说。1863 年他发现了巴比土酸。1880 年合成了靛蓝，1883 年确定了其结构。1905 年拜耳因研究有机染料和氢化芳香族化合物而获诺贝尔化学奖。

【珀金】(1838—1907) 英国有机化学家。生于伦敦。早年求学于德国化学家霍夫曼。后在家里建立实验室从事研究。1866 年当选英国皇家学会会员。1883 年任英国化学会会长。他最先用铬氧

化苯胺盐制成苯胺紫染料，并工业化生产。他由芳醛类和脂肪酸酐，在碱的存在下合成了不饱和酸，此反应即“珀金反应”。使用这种方法，首次由水杨醛和乙酸酐合成香豆素，这是最早的人工合成香料。著有《实用化学教程》、《有机化学》、《无机化学》。

【吉布斯】（1839—1903） 美国物理化学家。生于康涅狄格州纽黑文。1863 年获耶鲁大学哲学博士学位。1866—1869 年在欧洲游学。1871 年任耶鲁大学教授。1897 年当选为英国皇家学会会员。吉布斯主要从事物理和化学的基础理论研究，在热力学方面作出了划时代的贡献。著名的工作有：1876 年提出相律，即描述物相变化和多相物系平衡条件的重要规律；提出了吉布斯自由能和化学势的理论。他还将玻耳兹曼和麦克斯韦所创立的统计理论发展为系统理论并提出了涨落现象的一般理论。著有《论多相物质的平衡》（1878）、《统计力学的基本原理》（1902）。

【勒贝尔】（1847—1930） 法国化学家。生于阿尔塞斯城。在巴黎大学毕业后做孚兹的助手。1874 年他与范托夫各自独立地发现了有机化合物分子结构与光学活体的关系，提出了碳的四面体结构学说。著有《空间化学》。

【勒夏忒列】（1850—1936） 法国物理化学家。生于巴黎。1875 年毕业于巴黎综合工科学学校。1887 年任矿物学校矿物化学教授。1898 年任法兰西学院教授。1908 年任巴黎大学教授。1888 年他提出平衡移动原理，后称勒夏忒列原理：加在已达到化学平衡的系统上的变化，将使平衡向抵消该种变化的方向移动。1887 年他发明热电偶和光学高温计。他独立于美国吉布斯发现了相律，并于

1899 年将吉布斯关于相律的文章译成法文，扩大了吉布斯相律的影响。

【拉姆齐】(1852—1916) 英国化学家。生于格拉斯哥。1870 年毕业于格拉斯哥大学。1872 年获德国蒂宾根大学哲学博士学位。1880 年任布里斯托尔大学教授。1887 年任伦敦大学教授。1888 年当选英国皇家学会会员。他的主要贡献是发现空气中的稀有气体元素并确定其在周期表中的位置。1894 年和瑞利合作发现氩。1895 年和克鲁克斯确定他发现的一种惰性气体是氦。1898 年发现氖、氦、氙。1903 年和索迪证明镭衰变产生氦。1910 年和格雷确定氦的原子量和在周期表中的位置。因发现空气中的稀有气体元素并确定了其在周期表中的位置，拉姆齐获得，1904 年诺贝尔化学奖。著有《无机化学体系》、《大气中的气体》、《现代化学》。

【贝可勒耳】(1852—1908) 法国物理学家。生于巴黎。1888 年获巴黎大学博士学位。1892 年任巴黎国家自然历史博物馆教授。1895 年任巴黎综合工科学学校教授。1897 年当选为法国科学院院士。贝可勒尔是放射性现象的发现者。1896 年，他发现硫酸铀酰钾能使包在黑纸中的照相底版感光，经过仔细研究，肯定了铀元素自发射线的性质，确定了天然放射性现象。放射性现象的发现和发现促进了人类对微观世界的探索。他因此与 M. 居里、P. 居里共获 1903 年诺贝尔物理学奖。

【奥斯特瓦尔德】(1853—1932) 德国物理化学家。生于俄国拉脱维亚里加。1878 年获爱沙尼亚多尔帕特大学化学博士学位。1881 年任里加工业大学教授。1887 年任莱比锡大学物理化学教

授。是物理化学的创始人之一。主要从事化学动力学和催化方面的研究。1888 年发现了稀释溶液的定律，提出了奥斯特瓦尔德稀释定律。他最先将质量作用定律应用于电离上，也是现代意义的催化和催化剂概念的提出者。奥斯特瓦尔德因研究催化作用、化学平衡条件和反应速率等方面的贡献而获 1909 年诺贝尔化学奖。1887 年和范托夫共同创办《物理化学杂志》。著有《普通化学教程》（1910—1911）、《电化学》（1896）、《分析化学的基础》（1895）。

【阿伦尼乌斯】（1859—1927） 瑞典物理化学家。生于乌普萨拉。1878 年毕业于乌普萨拉大学。1884 年以四等（有保留的）的评价通过乌普萨拉大学博士论文答辩。1895 年任瑞典工业学院教授、院长。1905 年任斯德哥尔摩物理化学研究所所长。1901 年当选为瑞典皇家科学院院士。1911 年当选为英国皇家学会会员。1887 年他提出电离学说：电解质是溶于水中并使溶液能导电的物质；在水溶液中，一部分分子离解成离子；溶液越稀，离解度越大。这是物理化学早期的重大发现，沟通了物理和化学的联系。他还提出活性分子和活化能概念，导出化学反应速率公式。阿伦尼乌斯因创立电离学说而获得 1903 年诺贝尔化学奖。著有《宇宙物理学教程》、《溶液理论》。

【能斯脱】（1864—1941） 德国化学家和物理学家。生于东普鲁士布里森（今波兰翁布热伊诺）。1886 年获奥地利维尔茨堡大学（今属德国）博士学位。1894 年任格丁根大学首任物理化学教授。1905 年任柏林大学教授。1932 年当选为英国皇家学会会员。他在电化学、热力学和光化学方面都有巨大的贡献。1889 年提出能斯

脱方程，将电极电势与溶液浓度联系起来，从而可用电化学的方法来测量热力学数据。1906 年提出热定理（即热力学第三定律），断言绝对零度不可能达到。1918 年提出了光化学的链反应理论。能斯脱因研究热化学、热力学的卓越成就而获 1920 年诺贝尔化学奖。著有《理论化学》（1895）。

【韦尔纳】（1866—1919） 瑞士化学家。生于法国米卢斯。1890 年获苏黎世大学博士学位。1895 年任苏黎世联邦高等工业学校教授。1909 年任苏黎世化学研究所所长。韦尔纳是配位化学的奠基人。1893 年他提出了络合物的配位理论以及副价、配位数的概念。这是现代无机化学发展的基础。1911 年还制得非碳的旋光性物质。韦尔纳因创立配位化学而获得 1913 年诺贝尔化学奖。著有《立体化学教程》（1904）。

【居里夫人】（1867—1934） 法国物理学家和放射化学家。生于波兰华沙。1891 年到法国学习。1893 年毕业于巴黎大学。1895 年与比埃尔·居里结婚。1906 年任巴黎大学教授，也是该校第一位女教授。她是法国科学院及其他 15 个国家的科学院院士。对物理学和化学有巨大贡献。1898 年她和丈夫在铀矿里发现了放射性元素钋和镭，从数吨矿物中提纯得到 100 毫克氯化镭，开创了放射化学这门学科。居里夫人、居里和贝可勒尔因研究放射性的贡献而获得 1903 年诺贝尔物理学奖。居里夫人因发现元素镭和钋、分离出镭和对镭及其化合物性质的研究而获得 1911 年诺贝尔化学奖。她积极提倡将镭用于医疗，为人类造福。著有《同位素及其组成》、《论放射性》等书。

【博登施坦】(1871—1942) 德国物理化学家。生于马格德堡。1893年获海德堡大学博士学位。1908年任汉诺威工业学院教授。1923年任柏林大学教授。他最先提出链反应的概念,用于解释氯化氢的光化合成反应中出人意料的量子效率。链反应的发现标志着20世纪化学动力学发展的一个新阶段,即深入到对基元反应动力学研究的阶段。他的工作还有:提出非均相催化作用中催化剂表面上有效浓度的概念;提出“博登施坦数”的概念。

【茨维特】(1872—1919) 俄国植物生理学家和化学家。生于意大利阿斯蒂。1896年获日内瓦大学博士学位。后移居俄国。1908年任华沙理工大学教授。他是色谱法的发明者。色谱法是分析化学和有机化学中极其重要的实验方法。20世纪世纪初,他首先用色谱法分离出胡萝卜素、叶绿素和叶黄素。不过,他的工作当时不为人注意,直到20世纪30年代才得到推广和应用。他还发现和分离出叶绿素a、叶绿素b、叶绿素c。

【路易斯】(1875—1946) 美国物理化学家。生于马萨诸塞州韦茅斯。1896年毕业于哈佛大学。1899年获博士学位。1900年赴德国进修。1911年任麻省理工学院教授。1912年任加利福尼亚大学伯克利分校化学学院院长兼化学系主任。他最先提出以逸度概念代替压力概念,以活度概念代替浓度概念,把热力学关系式推广用于真实体系。他还提出共价键的电子理论,用来阐述化学键的本质。他最重要的工作是从电子对的给予和接受角度定义酸碱,提出了路易斯酸碱理论。著有《化学物质的热力学和自由能》(1923)以及《原子和分子》(1916)、《价键与原子和分子结构》(1923)等书。

【阿斯顿】(1877—1945) 英国化学家、物理学家。生于伯明翰。1900年毕业于梅森学院。1910年进入剑桥大学卡文迪什实验室。1920年任剑桥大学三一学院研究员。1921年当选为英国皇家学会会员。1913年,阿斯顿发现质量数为20和22的氖稳定同位素。1919年,设计制成第一台质谱仪,用于同位素研究和核素质量的测定。1925年和1927年,两次改进质谱仪,使准确度大大提高,发现更多同位素。阿斯顿因发明质谱仪和发现非放射性元素的同位素及其整数定则获得1922年诺贝尔化学奖。著有《同位素》(1922)、《质谱和同位素》(1933)、《元素的合成》(1936)。

【索迪】(1877—1956) 英国放射化学家。生于伊斯特本。1898年毕业于牛津大学。1900—1903年在加拿大与卢瑟福一起工作。1903—1904年在伦敦大学与拉姆齐合作研究。1914年任阿伯丁大学教授。1919年任牛津大学教授。他和卢瑟福一起发现了放射性的衰变规律,创立了放射性衰变的理论,修正了道尔顿原子学说。他和拉姆齐共同证明镭能产生氦。1913年他首先提出了同位素的概念。还预言同质异能素的存在。他因研究放射性现象和同位素的贡献而获得1921年诺贝尔化学奖。著有《物质和能量》、《衰变理论的论证》、《镭的阐明》、《原子的阐明》等书。

【哈恩】(1879—1968) 德国化学家。生于法兰克福。1901年获马堡大学博士学位。1904年在伦敦求学于拉姆齐。1905年在加拿大协助卢瑟福工作。1910年任柏林大学教授。1912年负责威廉皇家化学研究所放射化学部,1928年任所长。1946年任威廉皇家学会(现名马克斯·普朗克学会)会长。他的工作包括提出放射化

学分离中的反冲分离法、射气法、同晶共沉淀法。他最大的贡献是 1938 年和斯特拉斯曼一起发现核裂变现象,为核能的利用奠定了基础。哈恩因此获得 1944 年诺贝尔化学奖。著有《应用放射化学》、《新原子》。

【朗缪尔】(1881—1957) 美国物理化学家。生于纽约市布鲁克林。1903 年毕业于哥伦比亚大学。1906 年获德国格丁根大学哲学博士学位。1909—1950 年在通用电气公司研究室工作,1932 年任室副主任。他最著名的工作是研究不同物质之间的表面化学力,发展了许多实验技术,提出了单分子层吸附理论和“朗缪尔吸附等温方程”。朗缪尔因此获得了 1932 年诺贝尔化学奖。他对高温低压的化学反应、气体的热效应、原子结构、真空热离子发射、气体放电、大气科学等进行了深入的研究。他与人合作,发明了人工降雨的方法。著有《现象、原子和分子》(1950)。

【施陶丁格】(1881—1965) 德国有机化学家和高分子化学家。生于沃尔姆斯。1903 年获哈雷大学博士学位。1912 年任瑞士苏黎世联邦高等工业学校教授。1926 年在弗赖堡大学任教授。他是高分子科学的开创者。20 世纪 20 年代,他最先提出天然橡胶是由主价键连接成的长链状高分子化合物的见解。他提出的施陶丁格定律,将高分子的粘度性质与分子量联系起来,是用粘度法测定高分子的分子量的基础。他关于高分子科学的理论奠定了橡胶、塑料、纤维工业的基础。施陶丁格因在高分子化学方面的理论而获 1953 年诺贝尔化学奖。曾创办《高分子化学》杂志。

【德拜】(1884—1966) 美国物理化学家。生于荷兰马斯特里赫

特。1905年毕业于德国亚琛工业大学。1910年获慕尼黑大学博士学位。1911年任苏黎世工业大学教授。1914年任格丁根大学教授。1920年任苏黎世联邦工业大学教授。1927年任莱比锡大学实验物理所所长。1935年在柏林主持改建威廉皇家物理研究所。1940年任美国康奈尔大学化学系主任。1946年加入美国籍。1916年他和谢乐创立测定晶体结构的X射线粉末法。1911年提出了分子的偶极矩公式和物质比热容的立方定律，即德拜公式。1923年和休克尔合作推导出了强电解质溶液的当量电导表达式。还提出极性分子理论，发展利用光散射测高分子化合物特性的技术。他因此获得1936年诺贝尔化学奖。著作结集成《德拜全集》。

【斯韦德贝格】(1884—1971) 瑞典化学家。生于耶夫勒。1907年获乌普萨拉大学博士学位。1912年任乌普萨拉大学教授，1931年任物理化学研究所所长。1949—1967年任古斯塔夫·维尔纳核化学研究所所长。早年从事胶体化学特别是布朗运动的研究，支持了爱因斯坦的布朗运动理论。1923年和尼科尔斯研制成第一台光学离心机。1924年研制成超速离心机，首次测得了蛋白质的分子量，证实了蛋白质是分子量恒定的大分子。1940年，他改进超速离心机的性能，有力地促进了高分子化合物的研究。他在多糖研究、高分子合成、同位素研究方面也有贡献。斯韦德贝格因研究分散体系的贡献而获得1926年诺贝尔化学奖。

【玻尔】(1885—1962) 丹麦原子物理学家。生于哥本哈根。1909年获哥本哈根硕士学位。1911—1912年在英国进修。1916年任哥本哈根物理学教授。1920—1956年任该校理论物理研究所所长。1939—1962年任丹麦皇家科学院院长。他在1913年提出玻尔原

子模型，成功地解释了氢分子光谱，也圆满地解释了元素的周期性。玻尔原子模型在量子理论基础上使物理和化学两门学科统一起来，促进化学向更高的形式发展。玻尔具有不可磨灭的贡献。1936 年还提出原子核液滴模型。玻尔因研究原子结构和辐射方面的贡献而获 1922 年诺贝尔物理学奖。著有《原子学说与自然界的描述》(1939) 以及《知识的统一性》(1955)。

【布拉格】(1890—1971) 英国晶体学家。生于澳大利亚阿德莱德市。1908 年获阿德莱德大学学士学位。同年进入剑桥大学学习，毕业后在卡文迪什实验室工作。1919 年任曼彻斯特维多利亚大学教授。1938 年任剑桥大学教授。1954 年任皇家研究院教授。1912 年他开始用 X 射线分析晶体，进行 NaCl 和 KCl 的劳埃图研究，提出了著名的布喇格方程： $2d\sin\theta=n\lambda$ ，确定了 NaCl 和 KCl 的晶体结构。这也是广泛用于晶体结构测定的方法。因用 X 射线测定晶体结构，他和他的父亲布拉格共同获得 1915 年诺贝尔物理学奖。著有《矿物的晶体结构》、《X 射线分析的发展》。

【尤里】(1893—1981) 美国物理化学家。生于印第安纳州沃克顿。曾任教于蒙大那大学、霍普金斯大学、哥伦比亚大学、芝加哥大学。1958 年任加利福尼亚大学教授。曾参加美国“曼哈顿计划”，负责铀-235 的生产。1929 年他与助手们发现了氢的同位素——氘。他对同位素性质的深入研究，奠定了同位素化学的理论基础，发展了同位素分离的方法。1952 年发表了元素宇宙丰度的数据，促进了宇宙学的发展。1953 年，他的研究生米勒在实验室模拟原始大气成分和条件，合成了 11 种氨基酸。这就是尤里-米勒实验，为研究地球上生命起源问题开创了新途径。尤里因发现重

氢而获得 1934 年诺贝尔化学奖。著有《原子、分子和量子》、《行星——它的起源和演化》。

【谢苗诺夫】(1896—1986) 前苏联物理化学家。生于萨拉托夫。1917 年毕业于彼得堡大学。1931 年创建前苏联科学院化学物理研究所。1929 年当选为前苏联科学院通讯院士, 1932 年为院士。他在化学反应动力学研究上取得了大量成果。发展了链反应理论, 在阐明多种复杂链反应的机理上与实验符合良好。还发现了多分子吸附层和薄膜中的离子型多相催化。谢苗诺夫因研究化学动力学的贡献和欣谢尔伍德共获 1956 年诺贝尔化学奖。著有《链反应》。

【马利肯】(1896—1986) 美国化学家和物理学家。生于马萨诸塞州纽伯里波特。1917 年毕业于麻省理工学院。1921 年获芝加哥大学博士学位。1928 年任芝加哥大学教授。1936 年当选为美国科学院院士。1928 年他提出了分子轨道理论。1952 年他又用量子力学来解释原子结合成分子时的电子轨道, 发展了分子轨道理论。他还研究汞的同位素及其分离。他因研究化学键、分子中的电子轨道方面的贡献而获得 1966 年诺贝尔化学奖。

【欣谢尔伍德】(1897—1967) 英国化学家。生于伦敦。1920 年毕业于牛津大学巴利奥尔学院。1937 年任牛津大学化学教授。1929 年当选为英国皇家学会会员, 1955—1960 年任会长。他在发展化学动力学的实验和理论研究方面都有卓著的贡献。他对火药分解和氢氧生成水的反应进行研究得出结论: 这些反应是按照链反应机理进行的。他用有奇数电子的氮氧化合物与有机物的反应, 得出了有意义的结果, 发展了单分子反应理论。他在均相和非均

相催化反应、与细胞有关的动力学等研究也很有成就。欣谢尔伍德因对链反应研究的贡献而与谢苗诺夫分享 1956 年诺贝尔化学奖。著有《气相化学反应动力学》、《化学变化动力学》。

【齐格勒】(1898—1973) 德国有机化学家。生于黑尔萨。1920 年获马尔堡大学博士学位。1927 年任海德堡大学教授。1936 年任哈雷-萨勒大学院长。1943 年任威廉皇家学会(现名马克斯·普朗克学会)煤炭研究所所长。他在金属有机化学研究方面作出了巨大贡献。研究方向包括碱金属有机化合物、自由基化学、多元环化合物、烷基铝的合成和应用。他最大的成就是发现铝和氢、烯烃一起反应生成三烷基铝,并于 1953 年在常温常压下用三烷基铝和四氯化钛为催化剂使乙烯聚合成线性聚乙烯。他因此项工作和纳塔共获 1963 年诺贝尔化学奖。

【纳塔】(1903—1979) 意大利高分子化学家。生于佩里亚的毛里齐奥港。1924 年获米兰工学院博士学位。曾在米兰、都灵、帕多瓦、罗马等地大学任教授。1938 年任米兰工学院教授。纳塔早期从事有机合成和利用 X 射线、电子衍射分析物质结构的研究工作。是最早应用这两种方法研究物质结构的科学家之一。后来从事立体定向聚合及其聚合物的研究,1954 年成功地从廉价的丙烯获得性能良好的等规聚丙烯。在这个反应中使用的催化体系被称做齐格勒-纳塔催化剂。纳塔因利用催化剂由不饱和碳氢化合物制取高分子的基础研究而和齐格勒共获 1963 年诺贝尔化学奖。

【昂萨格】(1903—1976) 美国物理化学家。生于挪威奥斯陆。1925 年毕业于挪威特隆赫姆大学。1928 年移居美国,曾在约翰斯·霍

普金斯大学、布朗大学、耶鲁大学工作或任教。1935 年获耶鲁大学博士学位,1945 年任该校教授并加入美国籍。1972 年任迈阿密大学教授。他最重要的贡献是开创性地研究不可逆过程热力学。于 1931 年提出后来以他命名的昂萨格倒易关系,这是线性不可逆过程热力学的理论基础之一。他因此获得 1968 年诺贝尔化学奖。在电解质理论方面,有以他的名字命名的昂萨格极限定律。他在统计力学中二维伊辛模型的严格解、液晶理论、金属抗磁性理论方面也有建树。

【伍德沃德】(1917—1979) 美国化学家。生于波士顿。1937 年获麻省理工学院哲学博士学位。1950—1960 年任哈佛大学教授。1963 年任哈佛大学教授兼瑞士巴塞尔伍德沃德研究所所长。他是当代最杰出的有机化学家之一。他提倡使用仪器方法测定有机化合物的结构,发现了“伍德沃德规则”。在维生素 B₁₂ 的合成过程中,他发现了分子轨道对称守恒原理(1965),又称伍德沃德-霍夫曼规则,推动了一大类基本有机反应的发展。他成功地推测了很多复杂天然有机化合物的结构,如青霉素的结构。他合成了许多复杂天然有机化合物,如胆甾醇、叶绿素、维生素 B₁₂ 等。他因合成甾醇和叶绿素等有机化合物的贡献而获 1965 年诺贝尔化学奖。著有《轨道对称守恒》。

【弗洛里】(1910—1985) 美国高分子科学家。生于伊利诺伊州斯特灵。1934 年获俄亥俄州立大学博士学位。后就职于杜邦公司。1948 年任康奈尔大学教授。1957 年任梅隆科学研究所执行所长。1961 年任斯坦福大学教授。1953 年当选为美国科学院院士。弗洛里是高分子科学理论的主要开拓者和奠基者之一。他推导出缩聚

产物的分子量分布（1936），现称弗洛里分布。提出混合熵公式（1942）、对应态理论（1965），用来解释高分子溶液的热力学性质。推导出特性粘数方程式（1951）。提出出现向列型液晶相的条件（1956）。在分子聚集态结构方面和结晶热力学方面也有重大贡献。他因研究高分子科学的成就而获 1974 年诺贝尔化学奖。著有《链分子的统计力学》。

【魏伯阳】（约 100—170） 中国东汉后期的炼丹家。会稽上虞（今浙江上虞）人，世人称云牙子。著有《周易参同契》，是世界上最早的炼丹术理论性著作，对中国炼丹术有重要影响。

【葛洪】（284—364） 中国晋代炼丹家和医药学家。字稚川，自号抱朴子。丹阳句容（今江苏句容）人。少年时刻苦攻读诸子百家，先后向郑隐、鲍玄学习炼丹。晚年在罗浮山上修炼直至老死。著有《抱朴子内篇》、《抱朴子外篇》、《肘后备急方》。《抱朴子内篇》收集了很多丹方秘籍。《肘后备急方》记录了很多疾病和药物，是研究医学史的重要材料。

【陶弘景】（456—536） 中国南朝齐梁时期医药学家和炼丹家。字通明，号华阳隐居。丹阳秣陵（今江苏句容）人。他在医药、炼丹、天文历算、文学艺术等方面都有深入的研究，而对药物学的贡献最大。撰有《本草经集注》。书中关于硝石（硝酸钾）的火焰鉴定法，是化学史上最早的钾盐鉴定方法。

【宋应星】（1587—约 1661） 中国明代科学技术家。字长庚。江西奉新人。明万历四十三年（1615）中举人。从明崇祯七年

(1634)起陆续做过十多年官吏,于明崇祯十七年(1644)辞官回乡。著有《天工开物》、《论气》等。在这些著作中,他提出了类似燃素说的火质说和化学变化的物质不灭思想,系统地总结了许多化学知识。

【徐寿】(1818—1884) 中国近代化学家。字雪邨。江苏无锡人。他青少年时期接触近代科学,勤奋好学,咸丰五年(1855)从《博物新编》获得近代蒸汽机知识,后制成中国第一艘轮船。与英国传教士傅兰雅合作翻译了多种近代化学书籍,尤以《化学鉴原》影响最大,在化学元素译名及制定化学名词方面做出重要贡献。

【赵承嘏】(1885—1966) 中国植物化学家、药物化学家。江苏江阴人。1910年在英国曼彻斯特大学获理学学士学位。1912年在瑞士工业学院获硕士学位。1914年在日内瓦大学获理学博士学位。1922年回国,历任南京高等师范学校、东南大学、协和医学院教授。1932年创建北平研究院药物研究所,任所长。1950年任中国科学院有机化学研究所研究员、药物化学室主任。1953年任中国科学院上海药物研究所研究员、所长。1955年受聘为中国科学院数学物理化学部学部委员。他长期从事植物化学特别是生物碱的研究,创造了独到的分离方法,得到了许多新的生物碱结晶;建立了系统研究、整理中草药的科学方法,是应用科学方法进行中草药研究的先驱者。

【丁绪贤】(1885—1978) 中国化学家、化学史学家。安徽阜阳人。1904年入南京江南高等学校学习。1909年赴英国留学,1914

年获伦敦大学化学系荣誉学士学位，1916 年回国。曾任北京高等师范学校、北京大学、浙江大学等校教授。他是中国最早讲授半微量定性分析化学的化学家，也是研究化学史的先驱之一。1917 年创办了“理化学会”，1919 年创办《理化杂志》。所著《化学史通考》是中国第一部化学史专著。

【张子高】（1886—1976） 中国化学教育家、化学史学家。名准，字子高。湖北枝江人。1907 年毕业于武昌文普通学堂。1909 年到美国摩欣学院留学，1911 年转入麻省理工学院攻读化学。1916 年回国，曾任南京高等师范学校、浙江大学、清华大学教授。早年参与其导师诺伊斯的稀土元素分离研究，参加名著《稀有元素定性分析》的写作。回国后致力于化学教育事业，为中国培养化学人才作出了贡献。他还从事化学史的研究和教学。著有《中国化学史稿·古代之部》（1964）。

【王琏】（1888—1966） 中国化学家、化学史学家。字季梁。浙江黄岩人。1909 年赴美留学，1914 年获里海大学学士学位。回国后曾任中央研究院化学研究所首任所长。1934 年赴美进修，任明尼苏达大学研究院研究员，1936 年获硕士学位。回国后，历任四川大学、浙江大学、杭州大学教授。中国化学会发起人之一。专长分析化学和化学史。关于五株钱的化学成分、南京饮水问题等论文是中国关于这些问题最早的论文。是用近代分析实验与历史考古相结合研究中国化学史的开拓者。著有《中国古代金属化学及炼丹术》（1955）。

【庄长恭】（1894—1962） 中国有机化学家。福建泉州人。1921

年毕业于美国芝加哥大学，1924年获博士学位。回国后任东北大学教授。九一八事变后去德国工作。抗日战争初期，从北平去昆明继续从事研究。1948年任台湾大学校长，年底返回大陆。1949年任中国科学院有机化学研究所所长。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。他对有机合成，特别是甾族化合物的合成，以及天然有机化合物的结构研究做出卓越的贡献，享有国际声誉。首先在国内创立有机微量分析。最先倡议使用吡啶、吡咯等有机化学名词。

【杨石先】(1896—1985) 中国化学家、教育家。安徽怀宁人。1918年毕业于清华学校。同年赴美留学。1923年获康奈尔大学有机化学硕士学位。同年回国任南开大学教授。1929年在美国耶鲁大学工作，1931年获博士学位。回国后仍任南开大学教授。1945年再度赴美研究。1948年回国仍在南开大学任教。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。专长农药化学和元素有机化学，是中国农药化学和有机磷化学研究的开拓者。创办南开大学元素有机化学研究所，研制出十几种新型农药。著有《有机磷化学进展》、《有机化学》。

【黄鸣龙】(1898—1979) 中国有机化学家。江苏扬州人。1924年获德国柏林大学博士学位。回国后曾任中央研究院化学研究所研究员、西南联合大学教授。以后三次出国。1952年回国，曾任中国人民解放军医学科学院化学系主任、研究员，中国科学院上海有机化学研究所研究员，国际《四面体》杂志名誉编辑，中国化学会理事。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。早期从事植物化学研究，后来转向甾族化学。最先发现甾族

化合物中的“双烯酮酚”反应。他关于甾族激素的研究奠定了中国甾族激素药物工业的基础。首创甾族口服避孕药甲地孕酮。由他改良的基希纳-沃尔夫还原法，被称为黄鸣龙还原法，是少有的以中国人命名的有机人名反应。

【曾昭抡】（1899—1967） 中国化学家、教育家。字叔伟。湖南湘乡人。1920年毕业于清华大学。1926年获美国麻省理工学院科学博士学位。回国后，历任中央大学、北京大学、西南联合大学教授。1948年当选为中央研究院院士。1949年后，历任北京大学教务长、教育部和高等教育部副部长、中国科学院化学研究所所长。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。中国化学会的发起人之一。早年从事无机化合物的制备、有机化合物的元素分析和有机理论方面的计算，以及分子结构和炸药化学方面的教学和研究工作。晚年从事元素有机化学方面的研究工作。著有《原子及原子能》（1950）、《元素有机化学》（1965）。

【纪育沅】（1899—1982） 中国有机化学家。浙江鄞县人。1921年毕业于上海沪江大学。1923年获芝加哥大学硕士学位。1928年获耶鲁大学博士学位。曾任武昌大学、厦门大学、浙江大学、西南联合大学教授，中央研究院化学研究所研究员。1949年后，曾任中国科学院化学研究所、中国医学科学院药物研究所研究员。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。专长杂环化合物的研究，特别是嘧啶、噻吩类化合物的研究。还进行生化试剂和抗癌药物合成的研究。著有《抗疟药物的研究》（1957）、《维生素乙的研究》（1957）。

【黄子卿】(1900—1982) 中国物理化学家。广东梅县人。1935年获美国麻省理工学院博士学位。曾任清华大学、北京大学教授。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。专长物理化学,特别是溶液理论和热力学的研究。他因1938年发表的《“冰—水—水蒸气”三相点的测定》一文被选入美国《世界名人录》。文中的三相点值(0.00981°C)被定为国际温度标准之一。著有《物理化学》(1956)。

【李方训】(1902—1962) 中国物理化学家。江苏仪征人。1930年获美国西北大学化学博士学位。回国后任母校金陵大学教授。1952年任南京大学副校长。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。他开创和发展了格利雅(旧译葛林亚试剂)非水溶液性质的研究,发表了多篇具有国际水平的论文,如《葛林亚试剂在乙醚溶液中的电导》、《葛林亚试剂的电池电动势测定》。他的工作得到广泛承认。1947年代表中国化学会出席国际纯粹与应用化学会议,1948年获美国西北大学“荣誉科学博士”称号。

【傅鹰】(1902—1979) 中国物理化学家。福建福州人。1928年获美国密歇根大学博士学位。曾任北京协和医学院、山东大学、厦门大学教授。1945年出国工作。1950年回国后,历任北京大学、清华大学和北京石油学院教授。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。专长胶体化学和表面化学。1928年在他的博士论文中对著名的特劳贝规则进行了补充和修改。1929年首创了利用湿润热测定固体粉末比表面的热化学方法。还发现了溶液中的多分子层吸附现象,从而将BET多层吸附公式推广用于溶液中的吸附,并提出了计算表面活度系数的方法。著有《化学热力

学导论》。

【蔡镛生】(1902—1983) 中国物理化学家。福建泉州人。1932年获美国芝加哥大学博士学位。曾任燕京大学教授。1948年赴美。次年回国。1952年创建吉林大学化学系。1957年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。他领导吉林大学催化动力学研究中心,在甲烷氧化方面做出了国际水平的研究工作。专长吸附、胶体化学和化学动力学。论文有《溶液吸附的研究》、《氰的光化聚合》等。

【吴学周】(1902—1983) 中国物理化学家。江西萍乡人。1931年获美国加州理工学院博士学位。1933年回国后任中央研究院化学研究所所长。1949年后任中国科学院上海物理化学研究所所长、长春应用化学研究所所长、环境化学研究所所长、《分析化学》主编。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。专长光谱研究,是中国化学领域内分子光谱研究的开拓者之一。20世纪30年代提出国际科学界所重视的新的带系光谱。论文有《丁二炔的紫外吸收光谱》、《氢分子的振动基频》、《气体分子的远红外光谱》等。

【柳大纲】(1904—1991) 中国化学家。江苏仪征人。1925年毕业于东南大学。1949年获美国罗彻斯特大学哲学博士学位。回国后,曾任中国科学院长春应用化学研究所研究员,化学研究所和青海盐湖研究所研究员、所长,中国化学会副理事长、《化学通报》主编。1955年受聘为中国科学院数学物理学化学部学部委员。中国盐湖化学的开拓者。早年从事陶土分析、无机制备和分子光

谱学的研究工作。回国后一度从事卤磷酸钙新型荧光灯材料的研究。20 世纪 50 年代初考察了青海柴达木盆地盐湖资源并深入地研究了有关化学基础。创建中国科学院盐湖研究所，做了大量科研组织和学术领导工作，为盐湖资源的地质勘探和综合利用奠定了基础。

【张大煜】（1905—1989） 中国物理化学家。江苏江阴人。1929 年毕业于清华大学。1933 年获德国德累斯顿大学博士学位。历任清华大学、西南联合大学、大连大学教授，中国科学院大连化学物理所研究员、所长，中国化学会副理事长。1955 年受聘为中国科学院技术科学部学部委员。专长物理化学，是最早在国内开展催化剂和催化作用研究的科学家之一。在人造石油、石油炼制、石油化工和高能燃料的研究上取得了很多成果。在色谱、激光和化学工程方面也有很多研究工作。1960 年提出表面键理论，并指导合成了 3 种优于国外同类产品的催化剂。

【王葆仁】（1907—1986） 中国高分子合成、有机合成化学家。江苏江都（今扬州市）人。1927 年毕业于南京东南大学。1935 年获英国伦敦大学博士学位。1937 年回国后，历任同济大学、浙江大学教授。1951 年后，任中国科学院有机化学研究所研究员兼副所长、化学研究所研究员兼副所长。1959 年任中国科技大学教授。1981 年当选为中国科学院化学部学部委员。中国化学会的发起人之一。专长有机合成和高分子合成，为中国高分子科学的建立和发展奠定了基础。在理论上解决了聚酰胺化学反应动力学国际上长期争论的反应级数问题。著有《有机合成反应》（上册、1981，下册、1985）。

【钱思亮】(1908—1984) 中国有机化学家。浙江杭县(今杭州市)人。1931年毕业于清华大学。1934年获美国伊利诺大学博士学位。回国后,曾任北京大学、西南联合大学教授。1949年去台湾。曾任台湾大学教授、校长。1964年当选台湾中央研究院院士,1970年任院长。多年从事高等教育和科学研究的组织领导工作,为台湾省的科学教育事业的发展做出了贡献。

【王序】(1912—1984) 中国化学家、药学家。江苏无锡人。1935年毕业于上海沪江大学。1940年获奥地利维也纳大学博士学位。回国后,曾任浙江大学教授、北平研究院化学研究所研究员。1950年后任北京医学院教授和药物研究所所长。1981年当选为中国科学院化学部学部委员。早期在天然有机化合物的提取和结构分析方面做出了有价值的工作。1949年后,主要从事杂环化合物和糖类化合物的研究,是中国核酸化学的开创者之一。对抗肿瘤和抗癌药物的研究也卓有成效。主编《有机化学》杂志(1962)。

【钱保功】(1916—1992) 中国高分子科学家。江苏江阴人。1940年毕业于武汉大学。1949年获美国纽约布鲁克林工学院化学硕士学位。曾任中国科学院长春应用化学研究所研究员、副所长,中国科学院武汉分院院长,武汉大学教授,《中国科学》、《高分子通讯》和美国《高分子应用科学》编委。1981年当选为中国科学院化学部学部委员。在合成橡胶、高分子辐射化学、高分子固态反应和高聚物流变学等方面,在国内做了开创性的工作。在稀土催化聚合高分子体系的研究方面具有国际水平。著译有《高分子化合物科学》、《高分子科学与材料》、《高聚物中的转变与松弛》。

【化学文摘】世界著名文摘刊物之一。简称 CA。创刊于 1907 年，其前身为《美国化学研究评论》(1895—1906)。CA 由美国化学会下属的“化学文摘社”(CAS) 编辑出版，是世界上发行量最大的专业文摘。德国历史悠久的《化学文摘》也于 1969 年停刊并入美国《化学文摘》。CA 原为半月刊，全年 24 期为一卷；1962 年改为全年两卷，每卷 13 期；1967 年改为周刊，全年两卷，每卷 26 期。1907—1992 年，共出版 117 卷。在内容编排上，每两期（单、双号）为一组，包括 80 节，每节为一题。再按题的性质，将 80 节分为 5 部分，即在单号期上的生物化学和有机化学两部分，在双号期上的高分子化学、应用化学和化学工程、物理化学和分析化学 3 部分。CA 的文摘分指示性和报道性两种，以后者为主。其特点是简洁、准确、充分地反映原文的精髓。CA 具有以下特点：(1) 摘录广泛，内容全面；(2) 报道及时；(3) 文摘质量较高；(4) 索引完备，自成体系；(5) 回溯检索工具齐全。

【拜耳斯坦有机化学手册】有机化合物手册。第一版于 1862 年创编，主编是留学德国的俄国人拜耳斯坦。第一版共 2 卷，于 1881—1882 年出版。第二版共 3 卷，1885—1889 年出版。第三版共 4 卷，1892—1899 年出版；后增加补编 4 卷和索引 1 卷，1900—1906 年出版。1896 年起由德国化学会编辑第四版。1918—1937 年，由普拉格和杰考布森主编，出版了 27 卷。1938—1940 年，由里希特主编，出版了第二十八卷（主题索引）和第二十九卷（分子式索引）。第三十、三十一卷为天然有机物卷。这 31 卷称为正编，代号为“H”。1928—1938 年，出版了第一补编 27 卷。代号为“E I”。1941—1957 年出版了第二补编 28 卷，代号“E II”；1958 年

出版第三补编,代号“EⅢ”。该补编从第四卷起由鲍特主编。1972年出版第四补编,代号“EⅣ”。第三补编与第四补编从第十七卷起合编,称第三/第四补编,代号“EⅢ/Ⅳ”。现在编写的第五补编改用英文出版。该手册提供各种有机化合物的资料和数据,详细地说明了它们的物理性质、化学行为,列有它们的制备和鉴别方法。内容丰富、广泛,资料详实可信,附有资料来源,是有机化学研究工作中常用的重要工具书。

【格麦林无机化学手册】无机化合物手册。1817—1819年,由格麦林以《理论化学手册》出版了第一版。第一版共有3卷。1843—1890年,出版了第四版并改名为《化学手册》。1871—1886年出版的第六版和1905—1915年出版的第七版改名为《无机化学手册》。第八版始编于1922年,由德国化学会负责编辑,并改为现名,以纪念该手册创始人格麦林。1946年起由马克斯—普朗克学会的格麦林无机化学研究所和德国化学会共同编辑。第八版现在仍在编写中。1971年同时出版新补编。并不断增加英文版本,或部分采用英文的版本。该手册主要提供各种无机物质(元素及其化合物)的资料和数据。对每一种无机物的摘录内容一般为:化合物的发现、生成和制备;物理性质(包括熔点、密度、晶体结构、光谱线、磁性质等);化学性质。也提供有关的化学史、宇宙化学、地球化学、地质学、矿物学、冶金学、金相学、化学工艺、原子物理、分析化学、晶体化学、合金的物理性质、电化学、毒理学及公害、经济 and 统计数字等资料。其内容丰富广泛、资料详实可靠,是无机化学研究工作中常用的工具书。