

绪 论

化学实验是化学科学赖以形成和发展的基础，是检验化学科学知识和真理的标准，是学生认识化学的有效手段和媒体。化学实验的形成与发展，离不开社会和科学技术的进步，离不开化学科学的发展。它作为人类认识世界、改造世界的方法和手段，伴随着人类历史的发展，走过了萌芽、形成、发展等不同阶段。

一、化学实验的形成与发展

化学实验从其发展过程来看，大致经过了早期、近代和现代三个阶段。

（一）早期化学实验

早期化学实验是指远古到 17 世纪。在这个时期，化学实验完成了它的萌芽、原始和向科学的过渡。100 多万年前，火的发现和使用不仅使人类结束了茹毛饮血的时代，同时也为化学实验奠定了基础，正像恩格斯在谈到火的使用和动物驯养时所说：“这两种进步就直接成为人的新的解放手段。”到了公元前 9 世纪制陶、冶金、酿酒、制玻璃等化学工艺的出现，孕育了化学

实验的萌芽。

古代炼丹术的出现，标志着现代化学实验已具雏形。中国的炼丹术出现在公元前 2 世纪的西汉武帝时，后由中国传到阿拉伯，又由阿拉伯传至欧洲。所谓炼丹术是企图从普通药物炼出长生不老药‘金液’和‘还丹’的方术。在古代炼丹术的发展过程中，丹家不仅积累了许多化学知识，而且还设计了许多化学实验及化学实验设备，如图 0—1 是《丹房须知》上所载古代炼丹设备图中 1 是“未济炉”上面圆筒器是药鼎，外围以火，下部是盛水桶，外围是灰土，水鼎有一管供冷水和引入蒸汽；图中 2 叫“既济炉”中央鼎是反应室，上面是冷水器；图中 3 是蒸馏器。可以看出蒸馏在当时就已经成为一种重要的实验操作方法。

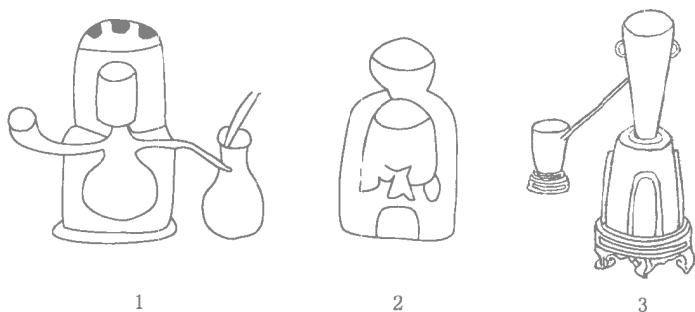


图 0—1 古代炼丹设备

另外熔烧、溶解、过滤、结晶、升华都已经有了应用，蒸馏器、烧杯、冷凝器、过滤器等化学仪器也开始使用。这些操作方法、仪器的使用无疑为后来化学实验发展奠定了基础。

当历史到了 15、16 世纪，炼丹术由于缺乏科学基础，已不再能满足社会的需要，因而这时在欧洲兴起了一个新的研究方向，即所谓的“医药化学”。其代表人物为：

帕拉塞斯 (P. A. Paracelsus, 1493—1541 瑞士人)，他强调医生们要注意研究药物的化学性质，并和他的学生亲自对矿物药剂的性质、医效进行了深入研究，探讨了许多无机物的分离、提

纯方法，进行了一些合成实验，总结出这些物质的性质，从而推动了化学实验向医疗实验方向发展。

李巴维 (Andreas Libavius, 1540—1616 德国人) 他极力强调化学的实用意义，大半生从事制造化学药物，为推进化学成为一门独立的科学做出了重要贡献。他的著作《医化学作品全集》共出版了三卷。在全集中他总结了自己多年的实验及研究心得，如证明硫在硝石中燃烧制得的硫酸和蒸馏白矾或蓝矾而得到硫酸一样；锡和氯化汞加热可得到氯化锡（后被称为“李巴维发烟液”）；描述了当铜化物溶液遇氨水变为翠蓝的现象。在他的著作中还详细介绍了化学实验室的设计图及修建计划，这部著作的问世，使化学终于有了真正的教科书

继帕拉塞斯、李巴维之后，对化学实验的发展做出卓越贡献的医药化学家还有赫尔蒙特 (B. Van Helmont, 1577—1644 比利时布鲁塞尔人) 他所做的“柳枝实验”和“沙子实验”开创了早期化学定量实验的先河，为化学实验的发展进一步积累了更多的科学材料。

特别需指出的是在这时期，我国造纸术、火药术为世界科学发展做出了巨大贡献。《天工开物》记载在芒种时登山砍竹截短五七尺长，在漂水中浸漂百日，加工槌洗，洗去青壳与粗皮，用上好石灰化汁涂浆，入槲桶蒸煮八昼夜，歇火一日，取出竹麻用清水漂洗洗后，再用柴灰浆过再入釜中蒸煮，以灰水淋下，如此十余日，自然臭烂。取出入臼受春成泥面状，再制浆制纸。

《诸家神品丹法》卷五中载孙思邈的伏硫磺法工艺过程：将硫磺、硝石各二两，研成粉末，放在销银锅或砂罐中，挖一地坑，放锅子在坑内与地平，四面以土填实，再将皂角子烧成炭，逐个夹入锅内，使硫磺、硝石烧起焰火，等到炭消三分之一，就退火，趁没有冷时取出混合物，即伏火了。这些表明我国劳动人民当时已初步懂得一些物质的性质、变化、控制和利用。

纵观早期化学实验，可以看出这个时期的化学仅为“试验”，具有很大的盲目性，还没有从生产、生活中分离出来。其实验活动是低级的、缺乏理论指导的、不自觉的实践活动。

(二) 近代化学实验

近代化学实验出现于 17 世纪后半叶到 19 世纪末。在这个时期 随着欧洲工业革命的不断发 展 以天文、力学、光学等学科获得了重大突破为契机，化学也开始走向了科学康庄大道。

波义耳(Robert Boyle, 1627—1691 英国人)近代化学科学的确立者，化学实验的奠基人。他对一系列新的实践经验进行了总结，为化学元素作了科学的定义，使化学的发展发生了根本性转折。正像恩格斯所说：“波义耳把化学确立为科学。”波义耳明确指出：“不应该把理性放在高于一切的位置，知识应从实验中来 实验是最好的老师 ”。没有实验 任何新的东西都不能深知 ”。空谈无济于事 实验决定一切 ”。在他的《怀疑派化学家》中，不仅否定燃烧会使物质分解为元素，而且还进行了金属经燃烧而加重的定量实验。另外波义耳还发明了石蕊纸指示剂，并根据指示剂的颜色变化来检验酸和碱；发现了铜盐、银盐、盐酸、硫酸的化学检验方法，为化学实验走向科学化做出了卓越贡献。

拉瓦锡 A. L. Lavoisier, 1743—1794 法国人)定量化学实验方法论的创立者。他的工作特点是注意量的研究，通过定量实验否定了燃素学，建立了燃烧作用的氧学说，确立了“质量守恒定律”。他的定量实验研究极大地丰富和发展了化学实验，对化学实验从定性向定量发展产生了积极和深远的影响，成为近代化学实验发展史上的里程碑。

道尔顿 (John Dalton, 1766—1844 英国人)近代化学之父。他通过化学实验，建立了原子论。原子论的建立其意义在于它说明了现象本质正是原子的化合与分解，揭示了量变到质变的自然规律。原子论建立使当时的一些化学基础定律得到了统一解释。因此，恩格斯对他给予了高度评价，认为他的成就是“能给整个科学创造一个中心，并给研究工作打下巩固基础的发现 ”并指出：“化学中的新时代是随着原子论开始的。”

在这个时期，化学实验从定性的、朴素的认识进入了定量的研究，以物质不变定律为起点相继发现了一些基本定律，其中具有代表性的有：

定比定律 :普罗斯 (Joseph Louis Proust, 1754—1826 法国人) 在布拉克、卡文迪许、拉瓦锡等人实验研究基础上 进行了更广泛、更系统、更精密的研究 使之进一步确立在严谨的科学基础上。

倍比定律 :1800 年戴维 (Humphry Davy, 1778—1829 英国人) 测定了三种氮的氧化物 (N_2O 、 NO 、 NO_2) 的重量组成。1804 年道尔顿通过实验明确提出了倍比定律 随后贝采里乌斯、斯达、杜马等又进行极其精确的实验, 为倍比定律的确定提供了重要的证明材料。

另外, 这个时期对化学实验做出重要贡献的还有意大利化学家阿伏加德罗为解释盖·吕萨克的气体化合体积定律而提出的分子假说 德国的化学家维勒著名的“尿素人工合成”伏打的伏打电池 化学原电池 的诞生等等。

纵观这个时期的化学实验 它已取得了突飞猛进的发展 它已基本明确了化学实验的性质、目的和作用 建立和发展了化学实验的方法论 完善和精制了化学实验仪器和装置 为近代化学实验科学奠定了先决基础。

(三 现代化学实验

现代化学实验是指 19 世纪以后的化学实验。这个时期是以 1874 年英国人斯托内 (G. J. Stoney, 1826—1911) 元电荷(电子) 假设、1895 年德国人伦琴 (Wilhelm Konrad Rontgen, 1845—1923) 发现 X 射线、1896 年法国人贝克勒 (Antoine Henri Becquerel, 1852—1908) 铀的放射性三大发现为标志, 把人类认识物质的历史进程, 又推向一个新的阶段。

汤姆生 (Joseph John Thomson, 1856—1940 英国人) 在 1881 年提出了“在真空管中的阴极射线是带负电的微粒子”, 1897 年他利用电场和磁场的联合偏转作用测定了这种带负电的粒子速度、荷质比 (e/m)、电荷值(e) 和质量(m) 并采用斯托内的建议, 把这种带负电的粒子定名为“电子”。

伦琴在 1895 年研究高真空放电管时, 发现放在距离放电管 2m 远的涂有铂氰化钡 [$BaPt(CN)_4$] 的屏也发出了荧光, 他把放

电管用黑布裹起来，这个屏仍然发荧光，只是当放电管停止放电时，荧光才停止，显然这种荧光是放电管发射出来的一种还未被了解的射线引起的，因而他命名这种未知射线为 X 射线。

居里夫妇 (Piere Curie, 1859—1906, Marie Sklodouska Curie, 1867—1934) 在贝克勒之后又发现了钷也能产生放射性，并相继发现了新的放射性元素钷和镭，为此居里夫人获得了 1911 年的诺贝尔化学奖：

卢瑟福 (Ernest Rutherford, 1871—1937, 英国人) 和索策 Fred-erik Soddy, 1877—1956 英国人 在 1901 年进行了一系列合作实验，发现镭和钷等放射性元素都具有蜕变现象，据此他们提出了蜕变假说。这一成果打破了“元素不能变”的传统化学观，为此卢瑟福也获得了 1908 年的诺贝尔化学奖。

玻尔 (N. Bohr, 1885—1962 丹麦人) 在 1913 年综合了普朗克的量子理论、爱因斯坦的光电理论和卢瑟福的原子模型，提出了玻尔原子结构模型，将原子的结构理论推向了一个新的发展阶段，经索麦菲 (A. Sommerfeld, 1868—1951, 德国人)、泡利 (W. Pauli, 1900—1958 奥地利人) 等人的发展 到本世纪 50 年代周期律的理论基本清楚了。

这一时期，由于新兴的工业技术部门对各种特殊性能材料的迫切需要，化学实验也出现了蓬勃发展的气象。1909 年陆夫 (O. Ruff, 1871—1939 德国人) 首先制得六氟化铀 UF_6 ；1887 年尼尔松 L. F. Nilson, 1840—1899 瑞典人) 和彼得森 S. O. Peterson, 瑞典人) 两人在闭口的钢管中用金属还原四氯化钛，制得了金属钛；1911 年卡麦林 - 翁纳斯 (Kammerlingh - Onnes, 1853—1926 荷兰人) 发现汞、铅、锡等金属在超低温时有超导现象；1944、1951、1956、1960 年伍德瓦德 R. B. Woodward, 1917—1979, 美国人) 先后合成了奎宁、甾体化合物、利血平、叶绿素；1965 年我国科学家第一次实现了具有生物活性的结晶牛胰岛素蛋白质的人工合成；1972 年柯兰纳 H. G. Khorana, 1922— 美国人) 先后合成了 79 个核苷酸片断的 DNA 和含 207 个碱基对的具有生物活性的大肠杆菌 DNA；1981 年我国科学家又实现了生物

活性的酵母丙氨酸 tRNA 的首次全合成，为揭示生命奥秘做出了巨大贡献。

在这一时期 化学实验分析方面也有了突飞猛进的发展 出现了发射光谱分析法、吸收光度分析法、电解分析法、电容量分析法、极谱分析法、色层分析法、离子交换分析法、色谱分析法，出现了更加准确精密的实验仪器，如红外光谱、核磁共振、顺磁共振、质谱、X 射线、荧光光谱、光电子能谱、扫描电镜、电子控针、波秒激光光谱等。

纵观这一时期化学实验不难发现，化学实验内容以结构测定和化学合成实验为主。实验手段、实验方法更加科学化、现代化，化学实验已涉及到社会每一个角落

二、化学实验教学的形成与发展

化学实验是在人类的进化过程中，经过生活实践和生产实践不断积累、总结、再实践、再总结而形成和发展的。但随着化学教育 学校的建立和发展 化学实验作为培养下一代、认识化学、掌握化学的一种手段和方法，也就正式出现在学校的化学教育之中，开始了化学教学的发展。

早在 13 世纪，英国思想家、实验科学的先驱罗吉尔·培根 (Roger Bacon, 1214—1292) 就指出：“有一种科学比其他科学都完善 要证明其他科学 就需要它 那便是实验科学。”化学实验教学最早出现于欧洲的一些大学。19 世纪初苏格兰化学家托马斯·汤姆逊 (Thomas Thomson, 1773—1852) 在爱丁堡建立了第一个供教学用的实验室。法国化学家杜马 (Jean Baptiste Andre Dumas, 1800—1884) 在 1838 年建立了第一个向学生提供实验室教学的实验室 并获得了成功 培养出了像巴斯德、朗朗、杜威勒等著名科学家。德国化学家李比希 (Justus von Liebig, 1803—1873) 1824 结束了留法 盖·吕萨克的学生) 学习，回到德国，在吉森大学建立了实验教学与化学研究相结合的、真正意义上的化学实验室。他亲自编制教学大纲，亲自教学，把理论教学压到最低限度，而把大部分时间用于指导学生亲自动手做实验或进行研究

工作。李比希实验教学的成功完全适应了当时社会的需求，致使化学中心从法国移向德国，培养出了像霍夫曼、威尔、弗雷泽、纽斯、凯库勒等著名化学家。

随着科学技术的发展和生产力的提高，19 世纪后半期自然科学的地位在欧洲得到了提高。在赫胥黎（T. H. Huxley, 1825—1875，英国人）和斯宾塞（H. Spence, 1820—1903，英国人）的极力主张下，化学正式成为一门中学课程，自此，中学化学实验也就开始了其真正的形成和发展。

到了 20 世纪，随着世界科学技术中心的转移以及中学化学教育的逐渐完善，中学化学实验得到了飞速发展，尤其是第二次世界大战以后，中学化学实验发生了质的变化，其中《化学——一门实验科学》教科书在美国的问世，标志着中学化学实验走向了繁荣。《化学——一门实验科学》特别强调了化学课教学中实验的重要性，通过从实验获得和体验化学知识，使实验与讨论相结合，真正体现了化学实验的重要性。在美国，中学化学实验室和教室进行了合并，在实验室既可以听课，也可以实验，并使实验课时大大增加，实验课时占到中学化学教学总课时的 50%。教学方法主要采用验证性实验和探索性实验，使化学实验真正成为了化学知识学习的重要工具。

近代化学从欧洲传入我国是 19 世纪 40 年代，化学教育则始于 19 世纪 60 年代，但实验教学则要推迟近 30 年。真正意义上的化学实验教学第一人是栾学谦：“他既讲化学知识，又做演示化学实验，可谓中国近代化学教学之先导”。随着时代的发展和社会的变化，中学化学实验教学在中国曾有过它的短暂辉煌，也有它的不尽人意。中学化学实验在中国真正意义的发展是中华人民共和国成立以后，通过多次课程计划改革，尤其改革开放以来，世界各国的先进经验和思想输入，使我国中学化学实验教学得到了前所未有的发展。

从中学化学实验的形成和发展不难看出，它与化学学科的形成和发展息息相关。这样，中学化学实验的教学内容也就与化学学科的发展息息相关。概括来讲，中学化学实验的内容主

要来源于：①经典实验，这类实验大多数是近代化学形成和发展时期著名化学家做过的实验或经后人改进的实验，例如钠与水的反应是 1807 年戴维做过的；电解水实验是尼科尔森在 1800 年（伏打电池问世的同一年）做的，实现了对水的电分解，阴极得到了 H_2 ，阳极得到了 O_2 ；下放实验，这类实验主要是从大学化学实验中筛选一些适合时代、适合中学学生认知结构水平的实验，经改造下放到中学化学教学中，如中和滴定、纸上层析等；模拟实验，这类实验主要是模拟一些典型的化工生产，经改进简化，在实验室能够进行的实验，其目的是通过这些实验来说明工业化生产的原理，例如电解饱和食盐水、接触法制硫酸等；④创新实验，这类实验主要是化学教育工作者经过长期化学实验教学实践，根据教学的需要以及实验本身的缺陷，通过设计、改进、开发创新的实验，例如传统的甲烷制备采用的是碱石灰和醋酸钠，其缺点是碱石灰、醋酸钠需经干燥处理，且产气量少，产气慢，经创新后，用醋酸钠、氢氧化钠和 Fe_2O_3 来制取，上述缺陷均可克服。

综上所述，可以看出中学化学实验是在化学和化学实验交互作用下形成和发展起来的。早期主要是在化学学科内孕育成长，随着社会和科学技术的发展，它逐渐由化学学科的附属发展成为化学发展的动力。面对当今社会的挑战，我们必须重新认识它、开发它，使中学化学实验真正成为认识化学、掌握化学的重要手段。

三、化学实验教学的研究对象及意义

（一）研究对象

中学化学实验是化学实验的一种特殊类型，它不同于科学研究中的化学实验，它不是以研究、认识人类未知的化学事物或其规律为主要目的，而是以培养下一代，向下一代传递人类已有化学经验为主要目的的。由此不难看出，中学化学实验教学研究的对象应包括：

1. 中学化学实验活动的客体

这个客体是指师生在化学实验活动中共同认识的对象，包括实验物质、实验装置、实验原理、实验条件、实验操作、实验结果等。它的具体内容是根据教学培养目标确定的，用大纲和教材形式反映出来。因此，中学化学实验教学应首先研究教材和大纲。

2. 中学化学实验活动的主体

这个主体即中学化学实验者，包括教师和学生实验主体的形式有两种，个体主体和集体主体。主体活动就是研究主体与自己对应的客体对象的作用过程。教师、学生两个主体在实验活动中是互为主客关系，通过双向反馈结为整体，具有互动性、连锁性和反馈性。

3. 中学化学实验活动的实践形式及其规律

中学化学实验教学的原则和方法主要通过实验教学付诸实践 在教学过程中应采取什么样的方式 则必须根据实验主客体的特点来进行设计和实施。

4. 中学化学实验教学的培养目标、评价和发展

化学实验教学的培养目标要服从于社会教育的总目标培养目标的实现离不开教育的评价 如何建立完善评价体系 体现化学实验教育价值，对弘扬学生个性，都会起着至关重要的作用。

(二) 研究意义

化学是一门以实验为基础的科学，学习化学离不开化学实验 这就是中学化学实验教育学意义所在。具体来讲 主要表现在：

1. 化学实验有利于学生形成化学概念和理解化学理论

化学基本概念和化学基础理论是学习化学的基础，但由于它们比较抽象 难以理解 要掌握和理解它们 就必须从物质的性质即物质的变化入手。物质的变化特别是化学变化若能在特定的物质手段——仪器和设备、特定的条件下实现，不仅能为学生提供生动的直观形象，而且能使感性认识进一步上升到理性认识。

2. 化学实验有助于培养学生的观察能力和思维能力

思维离不开观察，观察是智力的窗户，是掌握知识、完成某种活动的基本能力。化学实验能直观、形象地展现学习对象，是化学学习内容最现实、最生动、最有效的载体，它无疑对培养学生的观察能力和思维能力具有重要意义。

3. 化学实验有助于检验和巩固化学知识，获得实验技能

实践出真知。掌握化学知识目的在于运用，要运用化学概念做出判断和推理，需通过化学实验来检验修正，在知识的验证中，知识不仅得到了二次飞跃，而且在验证中学生对仪器的使用技能、操作技能、设计技能等得到锻炼和提高。

4. 化学实验有助于培养学生的科学态度和方法

科学的态度和方法是人类认识自然、改造自然必备的基本素质。化学实验是一种重要的科学方法，它跟观察、测量、控制、数据分析处理等科学方法紧密联系。通过化学实验无疑会使学生的科学态度、方法得到熏陶与训练，对他们的科学态度、方法的形成起到重要作用。

除此之外，化学实验还可以培养学生实事求是、勇于探索、坚忍不拔的科学精神；有利于培养学生严肃认真、保护环境、协作配合、遵守规范的科学态度；可以培养他们唯物主义的世界观和勤于实践、知行统一的学习观。

第一编

中学化学实验

本编主要内容有中学化学实验、中学化学实验室建设与管理等。其目的在于通过对中学化学实验的要素、结构、认知、方法、建设、管理等方面的系统研究，使学生理解和熟悉中学化学实验，为从事中学化学实验教学及研究提供科学依据。

第一章 中学化学实验概论

中学化学实验是化学实验中的一种特殊形式，是中学化学教学内容的重要组成部分。它不仅是化学教师传授化学基础知识和基本技能的重要手段，而且是学生掌握化学基础知识和基本技能行之有效的学习方法和重要媒介。要研究中学化学实验，就必须从整体的角度了解它的作用、特点和要求，用系统的方法来分析其组成要素和相关因素，这样才能有助于深刻认识和掌握中学化学实验的内在规律。

第一节 化学实验系统分析

化学实验是经人为的方法创设类似于自然界中的化学现象，揭示化学事物之间内在联系和本质规律的科学方法。根据实

验活动的目的不同，可以把化学实验分为两大类：一类是科学研究活动中的化学实验，它是以研究、认识人类未知的化学事物或其规律为主要目的；另一类则是教学活动中的化学实验，以培养下一代、向下一代传递人类已有化学经验为主要目的，中学化学实验狭义地讲是指后者。

一、化学实验的地位和作用

化学定律、理论都源于实验并在实验中接受检验和升华。离开了化学实验就不成其为化学，也就谈不上学习化学。当前西方教育发达的国家将化学实验给予了特别重视，如美国有的州规定化学实验教学占总课时的 $1/2$ ；英国中学化学实验室的利用率高达 $80\% \sim 90\%$ 日本至少有 $1/4 \sim 1/3$ 的时间用于实验教学。在我国 根据学校的培养目标和中学化学教学的任务 已将各类化学实验纳入到中学化学教材之中，并成为中学化学教学的重要组成部分。显而易见，中学化学实验是整个中学化学教学的基础 是学习化学的出发点 是学习化学的重要手段和方法，因此化学实验在中学化学教学中具有非常重要的地位。

中学化学实验在中学化学教学中具有什么作用呢？《全日制普通高级中学化学教学大纲》（试验修订版）指出：“实验教学对于激发学生的学习兴趣，帮助他们形成化学概念，巩固化学知识 获得化学实验技能 培养实事求是、严肃认真的科学态度和训练科学方法具有重要意义，在培养学生观察能力和实验能力方面具有不可代替的作用。”除此以外 中学化学实验在培养学生的辩证唯物主义观点 陶冶学生的情感 锻炼学生的意志 发展学生的感受美、鉴赏美、理解美的审美意识，培养学生体现美、创造美的能力等方面都有非常重要的作用。

二、化学实验的内容与分类

中学化学实验内容是根据中学培养目标和中学化学教学的目的要求来选择安排的，其内容丰富，形式多样。对其进行科学分类不仅有助于对中学化学实验的认识系统化、有序化，而且也

有助于寻找和掌握中学化学实验的内在规律，加深对中学化学实验内容的深刻理解和领会。

（一）根据知识结构的分类

1. 化学基本操作的实验

这类实验是学生进行化学实验的基础，通过这类实验使学生获得化学实验的基本功，保证化学实验的顺利进行。这类实验主要包括药品的取用、玻璃仪器的洗涤、称量、溶解、加热、过滤、蒸发、结晶、气体收集、溶液配制、滴定、连接仪器装置等。

2. 元素及其化合物性质和制备的实验

这类实验在中学化学实验中占有较大比重，通过这类实验使学生增强感性认识，牢固掌握元素及其化合物的基础知识，有计划地训练实验技能。这类实验主要包括物质的性质、物质的制取、物质的分离和提纯、物质的鉴别和检验等实验。

3. 阐明与形成化学概念、化学原理的实验

这类实验的主要目的是通过实验使学生获得生动直观的感性认识，在教师的引导下，运用抽象思维的方法对感性材料进行分析、综合、比较，概括出实验对象的本质属性和规律，从而形成正确的概念和理论。这类实验主要包括化学概念的实验、化学基础定律的实验、化学理论的实验。

4. 揭示其他领域中化学反应原理的实验

这类实验主要是揭示有关化学反应原理，帮助学生认识化学反应原理及其在其他领域中的应用，激发学生的想像力和求知欲。这类实验主要包括化工生产原理实验、农业应用化学原理实验、国防应用化学原理实验、生活应用化学原理实验等。

5. 综合设计的实验

这类实验主要是为了培养学生综合运用所学的基础知识和基础技能以解决化学实际问题的能力，培养他们的科学态度、科学方法以及查阅资料的能力。

（二）根据实验场所的分类

1. 教室实验

教室实验是指在教室里根据教学内容、教学目的进行的一

种实践活动。主要包括教师演示实验和学生随堂实验。

2. 实验室实验

实验室实验是指在实验室里,通过实验仪器和设备,在人为地控制或改变实验对象的状态和条件下,观察与研究实验对象的一种有目的、有计划的操作实践活动。主要包括单个大型实验和小型组合实验。

3. 家庭实验

家庭实验是指学生在家庭中利用一些代用品进行的一些与生活密切联系的小实验。

实验场所不同,对实验的条件要求也不尽相同,详细情况见表 1—1。

表 1—1 不同场所实验的要求比较

比较内容	教室实验	实验室实验	家庭实验
配合课堂教学要求	最高	较高	较高
仪器装置复杂程度	较高	高	低
试剂要求	最高	较高	低
操作复杂程度	高	高	低
现象观察的复杂性	最高	高	高
现象重复性	最高	高	较高
时间限制性	最高	较高	低
安全性	最高	较高	高

(三) 根据实践形式的分类

1. 演示实验

演示实验主要是教师在教学过程中亲自进行表演示范操作并指导学生进行观察、思考、模仿的实验,旨在帮助学生形成化学概念,加深化学理解,获取感性认识,培养观察能力、思维能力和分析问题、解决问题的能力。

2. 边讲边实验

边讲边实验是指在教学过程中教师的讲授与学生的实验同

步进行的活动 旨在加深理解和巩固概念和原理 从而牢固掌握知识。边讲边实验强调了主体与主导的双向互动，充分调动了学生学习的积极性。

3. 学生实验

学生实验是指由学生独立操作完成的实验，旨在进一步巩固和理解已学过的知识，学会和熟练实验基本技能，提高观察、思维、综合等能力和培养实事求是、严肃认真的科学态度。

4. 习题实验

习题实验是指学生综合运用已学的化学知识和实验技能，采用化学实验的方式解答化学问题的实践活动，旨在培养学生综合运用知识、技能解决化学问题的能力 培养学生独立设计化学实验进行探索、创造的能力。

另外，根据实验的直接目的可分为探索性实验和验证性实验 根据实验中量和质的关系可分为定性实验、定量实验和结构分析实验 根据实验步骤可分为预备性实验、决断性实验和正式实验；根据实验在科学认识中的作用可分为析因实验、对照实验、中间实验和模拟实验 根据实验手段可分为常规手段实验和非常规手段实验。

三、化学实验的特点和要求

和化学实验一样，中学化学实验也是根据一定的目的，利用和操作化学仪器和设备，人为地创造、控制实验条件，变革化学实验对象的状态和性质，以便进行观察和研究，从而认识实验对象，获取各种化学科学事实的实践活动。不同的是，化学实验是探索性的，具有不确定性和复杂性，而中学化学实验则是继承性的，具有可知性和简单性。

（一）化学实验特点

中学化学实验的目的决定了它具有以下特点：

1. 制约性

中学化学实验以中学生为教学对象，和中学化学教学紧密联系在一起。它不仅受到化学科学规律的制约，而且还要受到