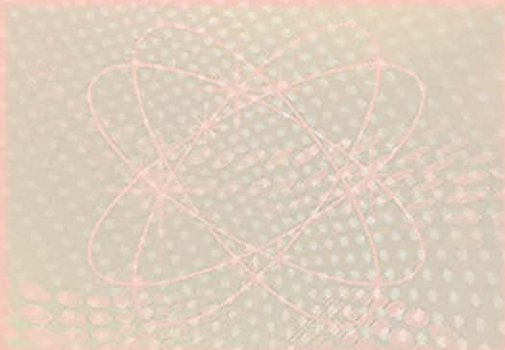


科学实验动手做·化学
实验教学中的非智力
因素培养



前 言

“动手能力的培养和提高”是当前中国教育全面变革的主旋律之一。江泽民同志曾再三强调：“教育应以提高全体国民素质为宗旨，以培养学生创新精神和实践能力为重点。”

实验作为一种手脑并用的实践活动，作为一种基础教育与生产劳动的重要结合点，对于培养学生的动手能力和创新精神，实为一个良好的切入点。因为：

一、实验可激发学生学习的兴趣和热爱科学的情感。从而使学生把学习知识变成精神上的享受和需要。

二、实验有利于学生个性的发展。由于学生实验在时间、内容、深度等方面有较大的“灵活性”，学生可以在一定程度上、范围内按自己的合理想法实验或比较，他们的某些能力能得到充分的发挥，好奇心可得到一定程度的满足。

三、实验对学生智力发展和能力培养具有重要作用。在实验过程中学生要正确理解实验原理，熟

练操作实验仪器，认真观察实验现象，深入分析实验结果。因此学生在实验中，观察能力、操作能力和思维能力都会逐渐提高。同时，学生在实验中要安装和调整实验仪器，设计实验方案，测量和记录数据，排除实验故障。在正确思维指导下，这些操作过程不仅可以训练学生的实验技能和技巧，而且也能使他们的创造能力得到发展。实验对培养创造性人才具有重要的作用。

为了促进中学生从应试教育向素质教育的转变，提高其动手能力，我们组织近百位专家、学者和实验教师精心编撰了此书。书中引用了许多优秀教师的教学案例经验总结，在此谨致衷忱的谢意。

本丛书包括物理和化学两大部分。每一部分又分为：教学改革指导、思维能力培养、操作方法运用、实验器材巧用、改进设计实践等篇目。

希望本套丛书能激发学生的学习兴致和创造力，使学生积极主动地参与实验，认真观察，细心思考，勇于探索。一句话，就是让学生自己动手去做实验，因为只有动手做，才会有收获！

编委会

目 录

1 中学化学实验中的能力培养

培养学生辨色能力的方法	(1)
学生独立完成化学实验的能力及其培养	(3)
化学实验设计能力的培养(一)	(8)
化学实验设计能力的培养(二)	(11)
实验复习中学生设计能力的培养	(17)
实验设计中的逻辑推理能力培养	(19)
典型装置拟设中的实验能力培养	(22)
学生设计化学实验装置能力的培养	(25)
化学实验操作能力的培养	(30)
培养学生处理实验中的异常现象能力	(37)

2 中学化学实验中的思维训练

化学实验中的现象、感知与思维	(40)
化学实验中的理论思维及其作用	(47)
化学教学中的实验与理论思维相结合	(61)
化学实验教学与思维能力的培养(一)	(65)
化学实验教学与思维能力的培养(二)	(68)

实验习题与学生思维能力的培养	(71)
演示实验教学与思维能力培养	(73)
运用化学实验激发学生思维	(81)
探究式演示实验与学生创造性思维培养	(85)
仪器装置与创造思维能力培养	(90)

3 化学实验教学中的非智力因素培养

化学学习中的观察与实验	(95)
中学化学实验观察理论	(98)
化学教学中的创造教育	(101)
开放化学实验室与学生创造能力培养	(104)
化学实验教学中的创造动机及其培养	(105)
“中学化学实验研究”教学与创造型人才培养	(111)
化学实验教学与学生智力培养	(114)
实验教学中非智力因素的培养(一)	(117)
实验教学中非智力因素的培养(二)	(120)
探索性实验中的学习主动性培养	(123)
实验课中培养学生主动的学习精神	(130)
化学实验教学中的实验兴趣培养	(133)
学生气质特征与化学实验教学	(141)
探索性和设计性化学实验与学生坚强意志的培养	(144)
化学实验教学中的审美教育	(147)
化学演示实验教学中的美育渗透	(151)

1

中学化学实验中的能力培养

❀ 培养学生辨色能力的方法

① 配制标准颜色系列,增强辨色能力

将不同颜色的溶液或样品置于带塞试管中,贴上标签,标明颜色名称,组成标准色列,使学生一目了然。我们将实验中常见的颜色编制成三个系列:

(1) 红色系列

① 红色:0.1%的酚红溶液。

② 紫色:0.1%的甲基紫溶液。

③ 紫红色:0.01%的高锰酸钾溶液。

④ 樱红色:0.1%的品红溶液或木质素加间三酚一浓盐酸所显示的颜色。

⑤玫瑰红色:品红亚硫酸试剂与醛类显色(临时配制)。

⑥红褐色:1M 氢氧化铁溶液的颜色。

⑦砖红色:氧化亚铜粉末的颜色。

(2)蓝绿色系列

①蓝色:1%淀粉溶液 2ml,加 2%碘溶液 2。

②深蓝色:5%硫酸铜加浓氨水生成铜氨络离子的颜色。

③绛蓝色:5%硫酸铜与 10%氢氧化钠和甘油各 1ml,混合后所产生的颜色。

④蓝绿色:0.1%葡萄糖溶液加邻甲苯胺显色剂加热所产生的颜色。

⑤暗绿色:2%苯酚 10 滴加 10%氢氧化钠 10 滴再加 0.05%高锰酸钾 2~3 滴(临配)。

(3)黄棕色系列

①淡黄色:0.5%三氯化铁溶液的颜色。

②鲜黄色:0.02%的 2,4-一二硝基苯肼的颜色。

③橙黄色:0.5%重铬酸钾溶液的颜色。

④红棕色:饱和溴水的颜色。

② 物质的状态,溶剂的种类对颜色的影响

学生在做碘化钾与氯水反应的实验时,总是认为生成物——碘会显暗紫色,事实上,反应后溶液变为淡棕黄色(碘溶于水所致),加入 1ml 四氯化碳进行萃取,四氯化碳层变为紫红色(碘溶于四氯化碳所致),对这些现象,一些学生似乎难以理解,他们只知道碘单质(固态)时的颜色为暗紫色,却不知道考虑溶剂对物质颜色的影响,通过这个实验,学生可以弄清,同一物质在不同状态(固,液,气)或不同溶剂中所显示出颜色不一定相同。

③ 浓度对颜色的影响

在一般情况下,有色物质的溶液浓度越大颜色越深,对这一规律多数学生能掌握,但对那些因浓度改变而颜色种类也发生变化的现象,学生的认识不太深刻,我们让学生配制两种浓度不同的溶液,先配制 1% 高锰酸钾溶液(紫红色),然后取 5ml 这种溶液,加水稀释到 100ml 升,即得 0.05% 的高锰酸钾溶液(浅紫红色),比较后发现两种浓度的高锰酸钾均为紫红色,区别只在于深浅不同;另外,我们让学生配制 1% 的重铬酸钾(橙色),取该溶液 5ml,加水稀释它 100ml,即得 0.05% 重铬酸钾溶液(淡黄色),从外观上看,两种浓度不同的重铬酸钾溶液,其颜色明显不同,颜色的种类也发生了变化,通过这个实验,可以提醒学生,在观察颜色时,还应考虑浓度对颜色的影响。

❀ 学生独立完成化学实验的能力及其培养

学生根据已知的或自己设计的化学实验的内容和目的要求,正确选择实验仪器装置及药品,按有关的实验操作规范有序地加以独立完成的能力是中学化学教学需培养的学生学习能力的基内容之一。培养提高学生独立完成化学实验的能力,能促进学生实验技能的提高和智能的发展,保证中学化学教学目标的全面实现。绍兴市教科所王越明老师总结介绍了切实有效地培养学生独立完成化学实验的能力的方法。

1 切实加强化学实验基本操作的训练

实验能力的提高,始于实验的基本操作。熟练的实验基本操作技能是学生独立完成化学实验的基础和保障。由于中学生实验操作技能的形成或需经历从操作概念到模仿操作,最后到操作熟练三个阶段,因此,在化学实验基本操作技能的训练中,务必做到“三要”。

(1) 演示要示范,具有示范性

学生的实验操作是从模仿教师操作开始的,由于中学生的模仿性很强,对于教师不规范甚至错误的实验操作往往一见就会,且难以纠正。因此,要使学生对教师的操作领悟透彻,模仿准确,教师一定要加强自身的实验操作基本功训练,不断提高自身的示范操作能力,做到操作既规范有序,又熟练准确,给学生以美的感受。

(2) 练习要循序渐进

练习是形成技能的基本途径,由于练习是有目的、有步骤、有指导的活动,因此,化学实验基本操作的练习要分阶段循序渐进。①实验操作的初训阶段:以教材中的“化学实验基本操作”为教学内容,采用教师先讲操作要求并示范;再将操作分解成几个简单、局部的操作;然后让学生进行训练。②实验操作技能的熟练阶段:以教材中的“学生实验”为主要内容,明确实验目的,让学生按照教材实验册或教师设计好的实验程序,独立地进行实验操作,以熟练操作技能。③实验操作技能的巩固阶段:利用“实验习题”和补充的包含多种实验操作内容的综合性实验,给学生一定的仪器和药品,在教师的启立下提出问题,确定目的,然后由学生自己设计实验程序,独立操作完成规定的实验,经过上述三个阶段的严格训练,基本上能使学生的实验操作达到准确、稳定和灵活。

(3) 练习要采用集中与分散相结合的方法

实验技能的形成靠练习,但练习的效果与练习的次数、时间并不成线性关系,一般来说适当的分散练习比过度集中好,这不仅在时间上较为“经济”,而且可以提高每次练习的效果,在技能的保持上也较好。因而,要有意识地把教学大纲规定要求学生掌握的化学实验基本操作有计划、有目的地分散于有关的学生实验中进行多次反复的练习,以达到熟练掌握,运用自如。

② 创造条件增加学生的实验机会

要有效地培养提高学生独立完成化学实验的能力,一条基本的经验是在不增加学生学业负担的前提下,增加学生动手做实验的机会。

①在不增加化学科总课时数的情况下,适量增加实验课的时间,用所增加的实验课来训练学生的实验基本操作技能和做补充实验。实验课的内容可视学生实验操作技能的薄弱环节和知识教学的需要编拟。

②将教材中有些仪器简单、操作方便、安全可靠的演示实验,如药品的取用与称量、常见气体的制备、溶液配制、中和滴定、物质检验、性质实验等改为随堂实验,或由学生上讲台操作。这样既比单纯由教师唱“独脚戏”生动活泼、印象深刻;又可增加学生动手实验的机会。

③开放实验室,让学生自己动手做实验。对于学生在分组实验中做得不好的实验;一是在课堂上未观察清楚,需重新“验证”的演示实验;作了改进的实验;学生自己设计(经教师审核)的实验,应允许学生利用课余时间到实验室,在教师的指导下实验。另外,可通过开展以化学实验为主要内容的第二课堂活动,使学生的操作技能、实验能力在有趣的、富有探索性的课外活动中、在解决实际的化学问题中得到提高。

④上好实验习题课。实验习题具有复习巩固学生所学的

知识技能,提高学生分析解决具体问题的能力作用,上好实验习题课有助于学生独立完成实验能力的提高。实验习题的教学要坚持让学生独立操作的原则,采用“预习——讨论——实验——争论——总结”的方法,课前要求学生做好有关知识的复习和实验方案的设计;上课时允许学生按照自己设计(经教师审核)的不同方案进行实验分析,并就实验成败的关键,方案的优劣及实验结论的准确性等问题展开讨论,以充分体现学生的主体作用。教师在实验习题课中的主要职责是把好实验方案的预审关,同时加强对学生操作规范的指导和实验疑难的解答。

③ 通过“四抓”,保障学生独立完成化学实验的能力逐步得到提高

(1) 抓好学生实验前的预习

要以布置实验预习思考题,预解实验册中的“问题与实验”等形式指导学生做好实验前的预习,使学生在实验前做到“心中有数”,即明确实验的目的,懂得实验原理、实验步骤;清楚实验需要用到的仪器和药品,以及每一步操作、每一种仪器药品与实验目的内在联系等等,不允许未预习者进实验室。

(2) 抓学生良好实验习惯的培养

在化学实验教学中,要通过教育督促,严格要求,促使学生养成良好的实验习惯,从而提高学生独立完成化学实验的能力。良好的实验习惯包括①能认真做好实验的预习;②做实验前先清点实验用品;③严格按实验内容、实验程序 and 操作规范做实验;④严格控制药品用量,注意药品节约;⑤随时保持实验桌面整洁;⑥实验完毕,将所用仪器刷洗干净,并整齐地放回原处;⑦认真做好实验记录,及时完成实验报告;⑧实验时保持相对安静,除规定外,同学相互间不讨论问题,独立思考。独立完成等。

(3) 抓实验操作错误的纠正

无论是做随堂实验,还是做分组实验,教师都要用巡视的方法仔细观察每一位学生的实验操作,对于发现的错误要通过先指出错误,让学生暂停实验,启发学生分析为什么错,怎样操作才算是正确的;然后再让学生按正确的方法继续实验的。另外,教师要把实验过程中所发现的操作错误加以概括,在实验结束时告诉学生,并与学生一起究其危害性,以引起学生的重视。

(4) 抓化学实验的考核,将实验考核列入化学成绩的考核内容

化学实验的考核一般在期终进行,可采用考核前由教师以各章节的演示实验、分组实验和补充实验为基础编制若干道实验考核参考题,发给学生预习;学生通过预习列出各实验考核参考题中的实验内容、实验目的、实验用品、实验步骤及实验的注意事项等,并作适当的练习。考核时每位学生当场抽签后做实验,学生在完成规定的实验后立即完成实验报告。监考教师根据学生的操作熟练程度、实验的准确性和实验报告的质量作出评定的方法进行。最后以约 15% 的比例将化学实验考核成绩计入化学总成绩中,这种新颖有趣的实验考核方法可以促使学生平时重视实验的独立完成,能有效地提高学生独立完成化学实验的能力。

由于学生独立完成化学实验能力的提高,受学校的办学指导思想,办学条件,教师的自身素质和学生的智能水平等多种因素的制约,因此,只有从实际出发,因地制宜,因势利导,积极探索,持之以恒,方可取得成效。

✿ 化学实验设计能力的培养（一）

培养学生能力是现代教育的主要标志和根本任务。化学将成为未来世纪的中心学科，更应重视对学生能力的培养。而化学是一门实验科学，化学实验是化学教学的主要内容，是化学教师常用的教学手段，也是学生学好化学的有效方法。所以，以化学实验为突破口，探索一条培养学生能力的有效途径是必要的，也是可行的。现行中学教材中的化学实验大多是照方抓药式的验证性实验，启发性、探索性不强。影响了对学生能力的培养。有些实验成功率又不高，更抑制了学生学习化学的兴趣和积极性，而实验设计是一个动脑动手、培养学生多方面能力的过程，是寻方治病的过程。在实验设计过程中常常会有别有天地的实验现象和心理感觉，学生兴趣盎然。同时也会遇到挫折和失败，这也是对学生进行挫折教育、发展学生非智力因素的一种有效手段，这又是我们现代教育中所必须的。安徽省涡阳县第一中学张勇、安徽省涡阳县长营中学冯飞老师介绍了加强实验设计、培养学生能力的做法。

1 实验设计的目的

实验设计是化学教学的重要内容，是培养学生应用化学知识解决实际问题的基本要求，是培养合格化学工作者和有文化的劳动者的基本要求。发展经济、建设祖国需要各种各样的化学人才。中学化学教育则是一个基础素质教育，要注重培养学生的能力，以适应社会发展的需要。而实验设计则是培养学生能力的一种有效途径，通过实验设计，培养学生的自学能力、动手能力、思维能力、观察能力及发扬实事求是和克服困难的精神。

② 实验设计的原则和方法

(1) 实验设计的基本原则

安全第一,科学操作,现象明显,成功率高,仪器药品易得,实验具有一定的探索性和启发性。

(2) 实验设计的基本方法

①主要程序 选择实验设计的内容→论证实验设计的可行性→进行实验设计→实验结果讨论。

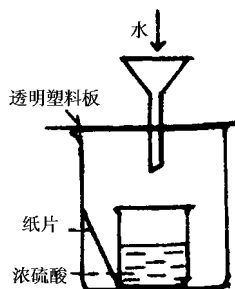
②具体方法 实验设计的对象主要是现行中学化学教材中的演示实验、学生实验和一些安全可行的家庭小实验等。主要内容包括改进实验装置和方法、探索实验的最佳方案、寻找实验仪器和药品的代用品及设计“失败实验”对学生进行安全教育和挫折教育等。主要有以下几种形式:

A. 教师设计实验。教师设计实验主要设计有关演示实验中要求较高、难度较大、探索性强的实验和一些容易失败的实验,对学生进行安全教育和规范化操作的教育。

例如,我们在进行 SO_3^{2-} 的检验实验时,在待测液中滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 试液时,产生了白色沉淀,再加稀硝酸仍有少量沉淀不溶解,得到了与预想不同的实验结果,出现了“意外”事故,学生兴趣来了,课堂上活跃起来了。学生通过积极思考,找出“意外”原因,有了“意外”的收获,比照方抓药式的实验效果要好,同时培养了学生分析问题、解决问题的能力。

再如,稀释浓硫酸时顺序不能颠倒,否则将发生危险。老师再三强调,有些学生仍不以为然。我们设计了如右图所示实验,把水加到浓硫酸中,液体飞溅,纸片变黑,学生对此印象极深,触动很大,学生懂得了化学实验一定要遵守操作规程。

B. 师生共同设计实验。如在设计渗析实验时,我们提前组织学生寻找半透膜代用品,然后用学生找来的蛋壳内膜、鱼鳔之类进行实验,效果极佳。学生看到自己的设计和创造,喜



滋滋乐盈盈，树立了创造的信心，培养了学生动手动脑及创造的能力。

C. 学生独立设计实验。学生独立设计实验对培养学生各方面能力起着重要作用。要设计好实验，学生要钻研教材、查阅资料，培养了学生的自学能力、思维能力。学生亲自动手操作，动手能力大大提高。

例如，学生对原电池组成进行摸索，组装的装置分别以 $C-Cu$ ， $Zn-Cu$ ， $Ag-Cu$ ，玻璃棒—玻璃棒作电极，用导线连接后，放入稀硫酸中，然后探讨电流是怎样产生的，电流的方向，通过讨论学生对原电池的构成条件及原电池反应的知识掌握得比较牢固。又如一天一位学生（他父亲是医院检验师）从家中拿来，一块 ETA（酶标）反应板，上面有许多井穴，该板透明性、稳定性较好，这位学生把该板处理后代替试管做起了微型实验，既节省了药品，又不易破碎，很适合做学生实验。

③ 结果和讨论

(1) 几年来我们在平行班中进行试验，结果是实验班与对照班相比，学生的自学能力、思维能力、观察能力、动手能力及意志品质等方面均强于对照班。中考、高考中实验班的同学实验题失分率明显降低。

(2) 实验设计给学生创造了一个良好的学习氛围和最佳的学习心境，大大提高了学习效率。尤其是设计“失败实验”，

经过“失败—成功”的多次反复,对学生的震撼力深刻、持久。在这一过程中,学生获得了化学知识,培养了能力,促进了身心发展,培养了良好的意志品质和实事求是勇于探索的精神。同时使学生受到科学研究方法的训练,对他们以后的工作和学习都打下一定的基础。

(3)在实验设计过程中,寻找了许多生活及工业废弃物,如废塑料瓶、废干电池等,来代替化学仪器和药品,这样既减少了环境污染,又做了化学实验,变废为宝,一举两得。这一做法对改善偏远、落后的农村中学的办学条件和实验条件,提高实验的开课率,无疑是一条可行的路子。

可见,在中学化学教学中,加强实验设计,是培养学生能力的有效途径,我们应予以重视、研究和发展,以培养更多的既掌握一定化学知识,又具备一定能力的社会主义建设人才,从而使化学教育更好地为祖国的科学事业和经济建设服务。

❀ 化学实验设计能力的培养 (二)

① 实验设计的定义界定和作用

实验设计是根据实验课题所提出的实验目的,让学生在学得化学知识和实验技能技巧的基础上,选择恰当的实验方案来解决问题的过程。

实验设计的课题一旦提出,学生作为认识主体必定要经历思考步骤(想法)和操作步骤(做法)两个科学认识过程,即首先需要分析课题所希求得到的科学事实是什么,再依次选取欲得到这些事实应采取的正确方法,所使用的仪器设备,应控制的外界条件,对实验结果的分析评估等等,这一系列的思

考步骤为认识主体指明和制定正确的认识方向和道路,是主体顺利达到科学认识目的的主观手段和工具,而作为操作步骤则为主体提供具体的行为方法途径,是主体顺利达到科学目的的现实手段和工具,因此,实验设计这一方法的实施恰恰就是借助于问题情境下,思考步骤和操作步骤两方面的强化实践,使学生在化学知识的学习中有效地提高解决问题的能力,从而也就有效地落实中学化学教学大纲中所提出的“要重视能力培养和科学方法教育”的要求。

② 对传统化学实验的分析

现行传统化学教材中安排的实验对学生形成、理解、巩固和验证所学的化学知识有一定的作用,但由于实验安排始终处于概念理论的依附地位,仅仅作为验证化学知识的手段,而缺乏对知识信息作纵向和横向的反馈,因此有可能抑制学生创造思维的发展,对于培养面向新世纪的一代新人来说,应该说是极为不利的消极因素;其次,现行化学教材的实验的系统性较为欠缺,分布欠均衡,影响化学实验教学整体功能的发挥;再之,实验模式单一,学生做化学实验似照方抓药,学生的学习兴趣的激发有影响,且偏重于学科效益,而忽视实验的社会效益和学生个性发展需要,与学生的生活及社会需求有距离。

实验设计方法的运用,可在继承和发扬传统实验作用的基础上进行改革,以求在全面提高学生素质方面得到最佳效益。

③ 实施实验设计的准备

根据化学学科的性质及其认识规律,实施实验设计,应该是学生由学习实验逐步发展到设计实验的过程,教师或学生在心理或思维方式上,都应有充分的准备。