

中学化学实验能力的结构及其训练

林卫民

【专题名称】 中学化学教与学

【专 题 号】 G37

【复印期号】 2002 年 01 期

【作者简介】 林卫民，浙江省教育厅教研室

化学实验能力是指运用化学实验（包括实验探究活动、实验方法论、实验事实和实验史实等）解决化学实验问题的能力。化学实验能力的结构通常有三方面的含义：一是学生进行实验操作的熟练程度，二是学生进行实验时的思维活动，三是学生综合运用实验解决问题时的方式、方法。化学实验能力的结构可以用图 1 表示：



图 1

根据上述化学实验能力结构，中学化学中训练学生实验能力主要应从操作技能训

练、思维训练和综合实验方法训练几个方面着手：

一、操作技能训练既要突出规范性又要注意灵活性

操作技能是化学实验能力的基础。培养学生的操作技能，重在熟练、贵在规范。训练学生的规范性操作，一要严格，二要多让学生动手，三要用简单的语言概括要领。例如，过滤操作常用“一点二低三靠”进行概括，学生较易接受。

除了正面强调规范操作处，还可以对通过错误操作造成的后果进行分析，以纠正学生的不良习惯，如用燃着的酒精灯去引燃另一只酒精灯会引起爆炸；加热进行气体制取并用排水法收集时，若先熄灭酒精灯再移导管会引起水流倒吸，等等。

规范性训练并不只是要学生“照方抓药”，应指导学生灵活运用操作技巧，合理组织和改进实验操作顺序和方法，提高实验效率。在一些实验中，经常发现学生缺乏灵活掌握时间、熟练组合各种操作、全面观察实验的能力。例如，一定物质的量浓度的溶液配制实验，在天平使用、溶液倾倒操作过程中，有些学生虽然没有明显不规范的操作，但给人的感觉却不够流畅，整个操作的有序性、条理性不强。

训练学生的操作技能要从基本动作开始，以仪器抓握的规范性，操作动作的灵活性为起点，通过反复操练，使学生达到熟能生巧的程度。在此基础上，要培养学生的知觉能力，即准确地感知实验现象，通过嗅觉、听觉、触觉等辨别真伪现象，精确地描述和记录实验现象的能力。在各个年级段起始，要对学生进行专题操作训练，在接触新仪器时要有一段时间进行“试操作”训练，在演示和学生实验时要指导学生科学地观察实验现象。这些都是操作训练的具体方式。

二、实验中的思维能力训练既要突出逻辑性又要注意辩证性

化学实验中的思维能力是实验能力的重要内容。反过来说，实验也是培养学生思维能力的一种重要手段。化学实验教学中缺乏严格的思维训练，不可能实现

实验教学的真正目标；离开了思维训练，实验成了简单的机械操作，背离了科学实验的轨道；忽视实验思维训练，学生对兴趣盎然的实验也会失去兴趣，难以真正提高实验教学的质量。

化学实验中思维能力的训练可以从下列几方面着手：

（1）帮助学生养成主动分析实验原理的习惯

实验原理主要包括反应原理、装置原理和操作原理，学生每做一个实验，应全面了解实验原理。由反应原理，理解实验中发生的种种变化，寻找理论根据，认识定量关系，掌握反应条件；由装置原理，分析选择仪器的依据，仪器连接和组合的要领；由操作原理，研究各项操作活动的理由和选择操作方法的依据、预测操作过程中出现的意外情况。教师要引导学生根据不同的实验，侧重某个方面展开思维训练，从典型实验着手，从感性认识开始，逐步上升到理论思维的高度。

（2）挖掘实验教学中启发学生思维的因素

教材的实验一般采用操作步骤介绍性的叙述，实验所验证的结果，通常又是唯一的，思维训练的内容较为平淡，难以激发和引导学生积极进行思维活动。这就需要教师在实验教学中挖掘反应原理、装置原理、操作原理中有讨论价值的内容，在不引起学生思维混乱的前提下，引导学生从原理出发，按照逻辑思维模式，理解有关细节。例如，HCl 实验室制法，至少有下列几个问题可以讨论：

①制备装置有什么普遍性(固、液反应制取气体)?

②反应原理的反应类型是什么,为什么要用浓 H_2SO_4 而不能用稀硫酸?

③以 NaHSO_4 (固体)和 NaCl 固体为原料能制取 HCl 气体吗?反应装置应作哪些改变?

④收集 HCl 气体采用什么方法?为何要考虑尾气吸收。

⑤吸收装置中为何接一只倒挂的漏斗。

⑥比较 HCl 与 Cl_2 制备的反应和收集装置,有何异同,原因是什么?

⑦制备开始和结束时,操作的先后顺序如何,哪些先后顺序不能改变。

⑧若用 NaCl 为原料直接制备 Cl_2 ,如何改变反应物,如何改装反应装置。

即使是简单的试管实验,也可以设计出启发学生分析反应原理、装置原理、操作原理的系列思考题,只有这样,才不致于只是为做实验而实验,才能充分发挥化学实验教学的优势。

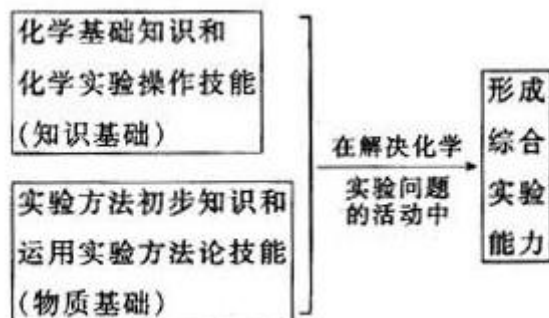
(3)培养学生辩证思维能力

在实验教学中,教师可以设计一些激发学生辩证思维的实验,这类实验最好有多种合理的可能性存在,让学生讨论如何用实验加以验证,通过实验验证证实其中之一的结论是引起某种化学现象的主要原因,指导学生辩证地思考问题、分析问题。例如,提问学生:“将溴水滴入红色的 NaOH 酚酞溶液,红色消褪,其原因是什么?”经过讨论后学生认为有两种可能,“一是酸性之故,溴水中的 HBr 与 NaOH 反应生成 NaBr ,溶液不再显碱性,酚酞恢复无色;另一方面是 $\text{HBrO}(\text{BrO}^-)$ 的氧化性,将红色物质氧化漂白褪色”,然后讨论如何用实验检验真正的原因是什么,经过讨论后采用再在反应后混合溶液

里滴入 NaOH 检验的方法,发现红色不会重新出现,说明造成红色消退的真正原因是 BrO^- 的氧化性而不是 HBr 的酸性。这一实验,学生感到很惊奇,兴趣盎然,思维活跃。通过类似的对比性实验、互补性实验、矛盾性实验、联系性实验、延伸性实验、培养学生思维的比较性、严密性、批判性、深刻性,逐步养成主动积极思维的习惯,形成良好的思维品质。

三、综合实验能力训练既要突出典型性又要注意创造性

综合实验能力是化学实验能力的最高层次,其知识基础是化学实验操作知识、化学实验事实、化学基本概念和基础理论及实验方法初步知识,其技能基础为熟练的实验操作技能和实验方法技能。综合实验能力一般在解决化学实验问题中形成。图示如下:



训练学生综合实验能力,要从典型的实验装置着手,通常可以采用下列方式:

1. 变异。在教材实验的基础上,将实验装置或操作方法作一些改进,使操作更加简便、现象更加明显、解决的问题更加广泛。例如,钠与水反应,可在教材基础上作如下改进:将盛有水的培养皿放在视频转换仪上,在培养皿中滴入几滴酚酞,再加入一小块钠,在屏幕上可明显看到钠浮在水面上迅速运动、变成小球及酚酞变红等现象,更便于学生观察钠与水反应的剧烈程度及推测反应主要产物。通过类似的变异操作,训练学生的创新精神,进一步提高学生的综合实验能

力。

2. 拓展。一种装置、一种实验方式往往有多种应用，在学生熟练掌握基本实验内容的基础上，将装置、原理、操作方式加以拓展，训练学生灵活进行实验的能力。例如，从实验原理上讲，图 2 装置至少有下列一些用途：



图 2

(1) 作气体干燥装置。A 口为气体导入口，B 口为气体导出口，广口瓶内盛浓硫酸。

(2) 用作洗气体装置。A 口为气体导入口，B 口为气体导出口，广口瓶内盛水（溶液）。

(3) 用作气体排水测体积。B 口为气体导入口，A 口用导管连接伸入量筒，广口瓶内盛满水。

(4) 用作储气瓶。A 口接自来水，广口瓶内盛不溶于水的气体，B 口则排出相应的气体。

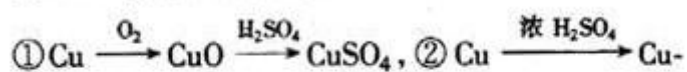
(5) 用作气体的收集装置。A 口导入需收集的气体，B 口接余气吸收装置。

通过拓展，概括和推广相应的化学原理和实验方法，使学生掌握的实验知识系统化、网络化，提高学生的综合实验能力。

3. 迁移。中学化学实验之间有广泛的联系,许多实验有一些共同规律,从一个实验中的问题可以迁移到另一个实验中,类比方法在这种联系和迁移中有广泛的运用。例如,从氯气的制备实验可以推想 Br_2 的制备实验,从 HCl 喷泉实验迁移 CO_2 和 NaOH 溶液组合形成的喷泉实验,实验知识和技能的迁移并不只是简单的套用,要根据实验对象的差异作适当的调整和创新。

4. 评价。实验评价能力是最高层次的实验能力,评价是一种价值判断。就实验来说,主要是判断实验方案的优劣,讨论相应仪器、药品、装置的优化组合,研究如何通过最经济的实验途径达到最佳的实验效果。例如,利用 Cu 制

备 CuSO_4 , 有两种方案:



SO_4 , 从减少环境污染、增加经济效益来看,显然前者是最佳方案。除了评价整体实验外,某个实验环节甚至某项操作,只要存在多重性、有选择的余地,就有评价的意义。

最后要指出的是,由于实验能力结构的三种构成要素层次性较为明显,在培养实验能力时要遵循循序渐进原则,逐步深化实验知识,逐渐增加实验技能训练力度,不断提高学生的实验理论和实验操作水平,全面提高学生素质。