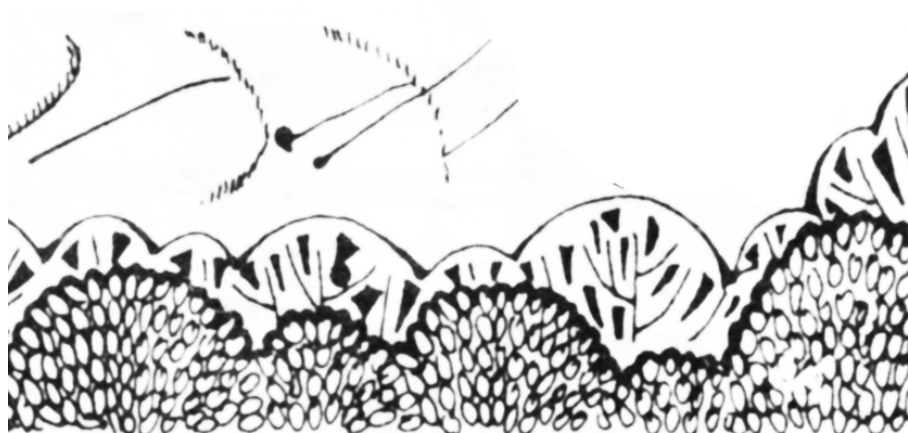


# 化学教育理论

## (六)

文强 编著



# 目 录

化学教育测量和评价 .....	1
化学实验教学目标及测评 .....	1
化学实验教学目标 .....	1
化学实验教学测评 .....	9
中学化学实验操作技能测评研究 .....	14
学生解题思维过程的测量与评价 .....	19
有关问题解决的心理学研究概述 .....	19
学生解题思维过程的测评研究 .....	24
化学课堂教学评价 .....	36
化学课堂教学评价的主要功能 .....	37
总结性的化学课堂教学评价——评优课 .....	39
形成性的化学课堂教学评价——检查课 .....	48
诊断性的化学课堂教学评价——研究课 .....	51
化学课程论 .....	56
中学化学课程开发的历史回顾 .....	56
我国的化学课程开发 .....	56
近 30 年来国外的化学课程开发 .....	65
课程编制的理论基础 .....	75
课程的分类 .....	75
几种典型的课程理论流派 .....	78
课程编制模式 .....	94
构建教科书体系的原则 .....	101
化学课程的编制 .....	107
中学化学课程计划 .....	107
中学化学教学大纲 .....	116
化学基础理论教材的编制 .....	129

元素化合物知识教材的编制.....	142
-------------------	-----

## 化学教育测量和评价

### 化学实验教学目标及测评

化学实验是化学教学内容的重要组成部分。以实验为基础是化学教学的基本特征之一。通过实验教学,不仅可以培养学生的化学实验技能,还可以为学生形成化学概念和理论提供丰富的感性材料,有助于培养学生的观察能力和思维能力、严谨的科学态度和对学生进行科学方法训练、辩证唯物主义教育等。

但在化学教育实际中,化学实验教学常常未能得到应有的重视,其作用也未能得到充分发挥。造成这一状况的原因是多方面的,而缺乏明确、具体的化学实验教学目标及相应的测量与评价手段,则是其中的重要因素之一。

这里着重讨论化学实验教学目标明确化、具体化的方式和化学实验教学目标测评的方法与技术。

### 化学实验教学目标

化学实验教学目标是以前化学实验教学为主要手段而使学生产生的教学大纲所要求的行为变化。化学实验教学目标是与认知领域及情感领域化学教育目标的主要区别在于:在目标的内容上,主要涉及要求学生掌握的化学实验技能,在相当大的程度上是与学生的外部行为表现

相联系的，而不是像认知领域和情感领域目标那样，主要与学生的内部行为相联系；在实现目标的过程上，围绕化学实验而组织的教学活动是不可缺少的条件。教师的演示实验、学生实验等是实现目标的主要手段。

根据化学实验教学目标的特征，培养学生的化学实验技能是化学实验教学目标的主要内容。我们认为，学生的化学实验技能不仅包括化学实验操作技能，还要包括实验观察能力。

### 一、实验观察能力培养

#### 1. 明确实验观察能力培养目标的意义

观察能力是指进行有意识的、有计划的、持久的知觉活动的 ability。实验观察能力是指能够观察化学实验现象（通过必要的变革和可控制的现象），排除各种偶然、次要因素的干扰，把握住研究对象的本质的能力。在化学教学中，学生的实验观察能力培养显然主要与化学实验相联系，学生的外在行为表现为“眼动”。

观察能力是化学教学大纲规定的要培养学生具备的四种能力之一，因而是化学教育目标的基本内容之一。我们认为，通过化学实验教学培养学生的观察能力，既是结合化学学科的教学特点培养学生观察能力的主要而有效的途径，又是培养学生的化学实验操作技能和进行化学学习的基本条件。我们将实验观察能力培养作为化学教学中观察能力培养的主要内容，可以突出化学学科教学的特点；而将实验观察能力与实验操作能力区别开，并使之相对独立出来，有利于进一步引起对观察能力培养的重视。我们相信，明确地将实验观察能力培养列为化学实验教学目标的基本内容之一，有利于大纲中观察能力培养要求的进一步落实，也有利于化学实验教学质

量的提高。

## 2. 实验观察能力培养的基本内容

培养学生的实验观察能力，要包括对下列观察能力的基本品质的培养：

### (1) 观察的目的性。

明确观察的对象、条件和要求。即做好观察前的准备，掌握观察的计划、步骤。比如能够明确实验所要解决的问题，是探索性实验，还是验证性实验；知道先看什么，后看什么等。无明确目的的观察，只能是一般的感知活动而不是真正的观察。

### (2) 观察的条理性。

观察时能够遵循合理的顺序和系统步骤。比如，按照时间的先后顺序或按照位置的前后顺序、远近顺序等进行观察，观察活动应有条理，而不是杂乱无章。

### (3) 观察的理解性。

在观察过程中，能够积极开动脑筋，使头脑中的认知结构积极影响观察，以理解观察对象，使观察更为深刻、全面。即俗话说：“会看的看门道，不会看的看热闹”。

### (4) 观察的敏锐性。

一方面能够对所观察到的现象迅速地做出反应而不迟钝；另一方面又善于发现那些容易被忽视或在其他较强刺激掩盖下较弱的但又是很重要的实验现象。

### (5) 观察的持久性。

在整个观察过程中，能够自始至终保持高度的、同等的注意力，而不是在实验开始时由于新奇的刺激而高度注意，随后却慢慢地失去耐心，不认真观察。

## 3. 实验观察能力培养目标的制订

上述实验观察能力的五种品质,是实验观察能力培养的基本内容。各个品质之间不存在水平高低,而是有一定的相对独立性。但学生在形成这些品质的过程中,也会表现出一定的差异,这就使我们有可能根据学生在形成观察能力的不同品质时表现出的水平差异,像认知领域的目标分类那样,来制定实验观察能力基本品质的学习水平分类体系。不过,目前这方面的研究刚刚开始,我们还不能对每种品质的不同学习水平进行详尽的描述,但我们至少可以对其做出粗略的划分。例如,可将观察的目的性划分为3个学习水平,暂时分别称为1级、2级和3级。3种水平的意义粗略界定如表8-1。

表8.1 “观察的目的性”三种学习水平的意义

学习水平	意义
1级	知道观察的目的,但比较抽象而不具体;不明确观察的重点与步骤
2级	基本明确观察的目的,知道观察的重点是什么,但还没有观察的具体方案
3级	明确观察的目的,观察之前有较详细的观察计划,拟定的观察步骤正确、合理

观察能力的其他品质也可以作类似的界定。随着我们对化学实验观察能力测评实践的发展,逐步掌握大量的学生在有关方面差异表现的资料,就可以对各种品质的学习水平做出更加清晰、合理的界定与说明。

在具体制定学生的实验观察能力培养目标时,首先根据实验活动的具体内容,确定要培养的观察能力的基本品质的内容,然后依据教学计划的总体安排和学生的具体情况,确定能够达到的适当学习水平。请看表8-2所列示例。

表 8-2 观察能力培养目标——“氧气的实验室制法”

实验活动内容	观察能力培养内容	学习水平
氧气的实验室制法	观察的条理性	2 级

## 二、实验操作技能培养

### 1. 化学实验操作技能的学习水平分类

(1) 国外动作技能领域教育目标分类学理论。

动作技能领域是教育目标分类学理论的三大领域之一。相对于认知领域和情感领域而言，动作技能领域未能引起人们的足够重视。布卢姆和克拉斯沃尔等人于 1956 年、1965 年分别提出了认知领域及情感领域教育目标分类学理论之后，并未能继续进行动作技能领域的目标分类。这一工作是后来由美国的哈罗和辛普森 (E. J. Simpson) 各自完成的。

哈罗和辛普森提出的分类学理论的基本框架与认知领域及情感领域相同，所不同的是分类的具体内容。

哈罗提出的分类学理论旨在帮助教育工作者和课程编制者澄清有关儿童的动作经验，与儿童的生长和发展关系密切，主要是为学龄前教育所用的。该分类模式共有 6 大层次、20 个亚层次。这 6 大层次分别是：

- 反射动作；
- 基础性的基本动作；
- 知觉能力；
- 体能；
- 技巧动作；
- 有意沟通。

辛普森提出的分类学理论主要是为从事职业技术教育领域的教育工作者提出的，因而它更多地涉及职业技

术工作所需要的能力和技能。该分类模式共有 7 大层次、10 个亚层次,第一大层次的第一个亚层次还进一步划分了 6 个细目。这 7 大层次分别是:

- 知觉;
- 定势;
- 指导下的反应;
- 机制;
- 复杂的外显反应;
- 适应;
- 创作。

对哈罗和辛普森分类理论的进一步了解,可参阅《教育目标分类学·第三分册:动作技能领域》。

(2)化学实验操作技能的学习水平分类。

国内一些化学教育工作者已经对化学实验操作技能的学习水平分类提出了多种不同的看法,例如:

- 初步学会、学会、熟练;
- 重复模仿、技能、技巧、设计;
- 见识、学会、技能、技巧、设计;
- 知觉、模仿、初步学会、学会、创新;
- 知识、模仿、熟练、应用、创新;
- 观察、准备、模仿、表现、熟练、创造;
- 见识、模仿、学会、熟练、技巧、创造。

上述各种分类的理论框架是基本相同的,都是按照布卢姆等人的教育目标分类学理论所提供的思路设计的,与辛普森提出的分类体系相当接近;上述分类的区别在于:要不要有以认知为基础的“知觉”、“知识”、“见识”等层次?有的虽然也列出了“知觉”层次,但又明确指出它不属于测量目标;可以划分为几个层次?与此

紧密联系的问题是，最高的水平层次是什么？要不要有“创新”、“创造”等层次？

我们的观点是：在化学操作技能领域，还是不涉及那些认知领域的内容或那些以认知领域内容为基础的目标为好。这样可以明确划分不同领域的测评范围，避免重复。由于技能领域目标的测评比认知领域目标测评更困难一些，因而凡是那些能够用纸笔测量的内容，如实验原理、对实验仪器的名称、用途、性能及使用注意事项的认识等，一般不再出现在操作技能领域内，以提高测评的效率；就目前中学化学教学的实际状况和大纲的具体要求看，水平分类的层次还不宜太多，水平层次过高，可能会脱离中学的教学实际，因而还是不出现“创新”之类的水平层次为好。现将我们提出的化学实验操作技能的学习水平分类列在表 8-3。

**表 8-3 化学实验操作技能的学习水平分类**

分类层次及名称	意义
模 仿	能够重复教师的实验操作；或在教师的指导下完成实验操作
初步学会	能够独立完成实验操作，但还不够熟练，表现在操作的规范化和完成操作所需要的时间上都有明显的可改进之处
熟 练	能够独立地按照正确的实验操作方法和步骤，迅速完成操作，并表现出一定的操作技巧
设 计	能够将已经掌握的实验原理知识和操作技能“迁移”到新的问题情景中，根据实验的目的和要求，独立设计实验的步骤和方法，并正确地完成实验，得到合理的实验结果

## 2. 化学实验操作技能培养目标的制订

### (1) 实验操作技能的内容。

实验操作技能的内容大体上可以分为两个部分：一是实验仪器的使用技能，如“酒精灯的使用”、“量筒的使用”等；二是实验操作技能，如“固体药品的使用”、

“加热”等。每一部分都含有许多与具体的教学过程相联系的具体的实验项目。

### (2) 实验操作技能学习水平的确定。

制定实验操作技能培养目标，就是确定上述各个具体的实验项目的学习水平。在确定实验项目的学习水平时，一般需要考虑到以下因素：教学大纲的具体要求；学生未来升学或就业的需要；在后续课中出现的频率；实验教学的具体条件。

### (3) 实验操作技能培养目标的序列。

与认知领域目标系统一样，实验技能领域目标也有一个目标出现的前后顺序问题。从理论上说，实验技能的发展顺序应该是与认知、情感领域的发展顺序有所区别的，实验技能培养目标要有自身独立的体系和结构。国内中学化学统编教材一直没有将实验技能培养序列独立出来，而是服从于化学知识结构的需要，结果造成对初中学生的实验技能水平的要求反而比对高中学生的要求高这样一种不尽合理的情况。化学实验技能的发展序列与化学认知水平的发展序列的矛盾仍然是目前化学课程编制需要研究解决的重要问题之一。目前，只能按照课程中化学知识教学的序列和要求安排实验技能培养目标的序列了。

表 8-4 和表 8-5 给出了化学实验技能培养目标的示例。

表 8-4 化学实验技能培养目标

## ——实验仪器的使用(示例)

	模仿	学会	熟练	设计
量筒		√		
胶头滴管	√			
坩埚钳	√			
...	...	...	...	

表 8-5 化学实验技能培养目标

## ——实验操作技能(示例)

	模仿	学会	熟练	设计
固体加热		√		
检查气密性	√			
振荡	√			
...	...	...	...	

## 化学实验教学测评

化学实验教学测评是实现实验教学目标的基本保证和重要条件。我们知道,黑板画实验不能代替演示实验,这是因为学生实验观察能力的培养、引导学生进行从宏观实验现象过渡到微观化学本质的思维训练,都离不开活生生的演示实验本身和教师对实验所作的深入分析、讲解和启发;书面考试不能代替操作考核与观察能力测评,是因为实验操作技能及实验观察能力只有通过实际操作和实际观察才能真正显示出来。学生书面考试得高分,只能说明学生知道应该如何去做,但这并不等于学生一定真的会做。实验教学过程和结果(目标到达度)都是实验教学测评的基本内容,所以化学实验教学测评

要把过程测评与结果测评结合起来。过程测评着重考察教师的教学过程,包括教师的演示实验技能、引导学生观察并培养观察能力的技能以及利用实验进行认知、情感目标教学的技能,这些内容将在第十章中讨论。现在将着重讨论结果测评——对学生化学实验教学目标到达程度的测评。

### 一化学实验观察能力的测评

实验观察能力测评的关键,是要能够设计出适当的观察情景使学生的实验观察能力及其差异表现出来。目前,尚未发现这方面的研究报告。我们认为,可以设计专门的观察能力探测题,即选择适当的化学实验,由教师进行演示操作,让学生独立观察并记录观察结果;根据学生提供的观察报告来评价学生的实验观察能力。实验观察能力的五种品质及其重点测评内容如表 8-6 所示。

**表 8-6 实验观察能力的五种品质及其重点测评内容**

观察品质	重点测评内容
观察的目的性	观察的目的、内容是否明确;能否指出观察的重点
观察的条理性	观察的前后顺序是否合理
观察的理解性	重点实验现象记录是否准确;观察过程中的“即时想法”是否深刻;对实验现象的解释是否合理
观察的敏锐性	对实验现象的记录是否全面、细致,特别是对那些“转瞬即逝”的现象能否准确记录
观察的持久性	对实验的注意力是否前后保持一致(观察的其他几种品质的表现是否随时间变化)

可以针对某一项或某几项重点测评内容,选择相应的实验,分项设计出实验的具体步骤及相应的对学生的观察要求,并确定各项的权重。然后根据学生的观察报

告,按其达到观察要求的程度分项评分并相加,得出学生的测评成绩。

例 1 观察能力探测题示例。

项目名称:中和滴定与溶液的导电性

实验装置与内容:将  $1\text{mol/L}$  的氢氧化钡溶液  $50\text{mL}$  注入  $250\text{mL}$  的烧杯中,以碳棒为电极接通直流电源和小灯泡,形成通路。用盛有  $1\text{mol/L}$  硫酸溶液的滴定管滴定。

观察指导:认真观察滴定的全过程,并将所观察到的实验现象和对现象所做的解释尽可能全面地记录到观察报告中。实验结束后 10 分钟内将报告交给老师。教师的演示实验操作步骤与评分标准列于表 8-7。

表 8-7 演示实验操作步骤与评分标准

序号	操作内容	观察到的现象	解释	评分标准
1	安好装置,接通电源	灯泡发光,亮度较强	氢氧化钡是电解质,其溶液可导电	现象与解释各 1 分
2	向烧杯中逐滴加入硫酸,至 $45\text{mL}$ 时暂停滴定。滴定中用玻璃棒不停搅动	烧杯中有白色沉淀生成并逐渐增多,灯泡逐渐变暗	氢氧化钡和硫酸发生中和反应,溶液中自由移动的离子减少	现象 3 分,解释 2 分
3	继续滴加硫酸至 $50\text{mL}$ 过半滴	灯泡由暗至完全不发光,继续有沉淀生成	滴定至终点,溶液中的离子已全部变成沉淀和难电离的水	现象 3 分,解释 2 分
4	继续滴加硫酸至 $70\text{mL}$	灯泡又开始发光,其亮度逐渐增大	硫酸也是强电解质,其浓度逐渐加大时,溶液导电能力增大	现象 2 分,解释 1 分

操作时可同时口头说明操作内容;

每一步骤之间停顿 1—2 分钟,以便学生记录和解释所观察到的现象;

实验结束后 10 分钟让学生整理观察报告。

在设计观察能力探测时要注意:内容新颖。被观察

的实验最好是学生在过去未曾看过,但又在现有的知识基础上能够理解或解释的,以避免练习效应的干扰;探测目的明确,所要考察的观察品质都能在测题中得到体现;演示操作阶段明确,各个阶段时间(包括学生记录实验现象的时间)分配合理;对演示操作各个步骤的要求明确、具体、全面,保证操作的正确、规范;选择的实验简单、易行、成功率高。

## 二、化学实验操作技能的测评

实验操作技能表现为学生完成化学实验的实际的、专门的操作技术水平。在测评时也需要把过程测评和结果测评结合起来,即既要考察学生的实验操作过程,又要考察学生的实验结果。操作过程包括学生实际动手完成实验的全部行为;实验结果不仅是实验产物的质量和数量,还包括学生对实验的观察记录、结果分析及得出的结论等。实验的过程和结果之间虽然经常呈现正相关,但两者相分离的情况也并不少见;忽视其中任何一方面,都可能会影响测评的全面性。过程测评内容较全面,所得到的信息比较直接、准确,但需要对学生逐个观察、记录和评价,要耗费的人力、物力、时间较多;结果测评则省时省力,但有时不够准确、客观。因而,当过程测评和结果测评相结合时,既可以保证测评的全面性,又可以提高测评工作的效率。

### 1. 实验操作技能的过程测评

实验操作技能的过程测评,一般是先设计与测评内容有关的实验,要求学生在指定的时间内完成;通过直接观察、记录学生进行实验操作的全过程,评定其操作水平。为使评定客观、准确、可靠,一般需要对被选实验进行任务分析,即确定完成实验所必需的基本操作步

骤和程序,再根据测评目标及操作步骤的重要性程度,确定每一步骤的分数权重;在此基础上,制定出实验操作技能测评量表。

在评定学生进行实验操作的质量水平时,可采用以下指标:熟练性,包括操作的协调能力;准确性,包括操作动作的规范性;应变性或敏捷性,包括对意外或突发实验现象的处理;实验速度,即完成实验的时间长短。

为了避免学生认知领域发展水平的差异影响其实验操作技能测评的成绩,可以提前公开测试题,教师帮助学生充分理解实验原理,并让学生掌握评定标准;鼓励学生提前进行自我练习、自我训练。

为了缩短测评时间,提高测评效率,可以训练学生做评定委员,帮助学生明确测评标准,掌握评定方法,并通过在正式考核之前的试评,进一步提高学生的评定水平。

提前公布测试题和训练学生当评定者不仅有利于测评工作的顺利展开,同时也可以发挥出测评的教学功能,有利于促进学生实验操作技能水平的提高。

## 2. 实验操作技能的结果测评

实验操作技能的结果测评,一般是要求学生在规定的时间内完成某一个或几个化学实验,但测评者并不直接观察学生的操作过程,而是只根据学生的实验结果对学生的实验操作水平做出评定。一般常用的实验有物质的制备、物质的鉴定或鉴别等。根据实验结果评定学生操作水平的指标有:实验结果的数量、质量或正确程度;完成实验所需要的时间;对实验过程(操作步骤、实验现象等)记录或描述的准确程度;对实验结果的分析 and 解释的合理程度。

由于结果测评是对学生实验操作技能的一种间接测评,因而学生给出的实验结果有可能并不反应其真实的实验技能水平。为了降低这种错误出现的可能性,使测评结果更加准确、可靠和公平合理,就需要精心选择测试题和严格控制测评过程。测试题要选择那些对学生而言是新的实验内容,或是演示实验、学生实验的变式,以避免练习效应的影响和防止学生预先知道或猜测出实验问题的答案。为了防止测评过程中学生之间的相互影响,可以设计一组测评目标相同而实验内容各异的等值复本;让学生分组抽取测试题,使实验桌相近的学生用不同的测试题进行测试。

由于影响结果测评的因素更多一些,所以常用等级评定(相对评价)的方法给出评定结果。

## 中学化学实验操作技能测评研究

化学实验技能测评一般都是由测评者个人对受试的实验操作过程或结果的质量及水平做出评定,这种评定方法难免会带有测评者个人的主观因素的影响。能否找到一种与评定者个人主观因素无关的、更为客观的测评标准呢?我们设想,学生完成实验的时间可能是评定学生实验操作水平的一个比较客观的指标。为了检验这一设想是否成立,我们进行了下面的研究。

### 一、研究目的和测评量表的设计

本研究的主要目的是:探索能否以学生完成实验的时间作为评定学生实验操作水平的一个比较客观的指标。

本研究采用过程测评的方法。测试题要求学生完成