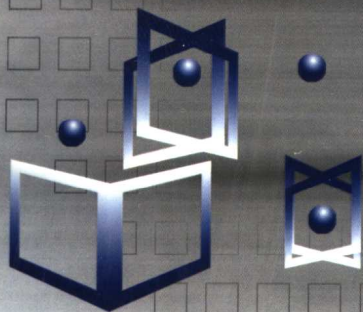


广东省义务教育新课程实验研修手册



初中新课程 化学优秀教学设计与案例·

广东省教育厅教研室编



广东高等教育出版社

广东省义务教育新课程实验研修手册

初中新课程 化学优秀教学设计与案例

● 广东省教育厅教研室编

广东高等教育出版社·广州·



图书在版编目 (CIP) 数据

初中新课程化学优秀教学设计与案例/广东省教育厅教研室编. —广州: 广东高等教育出版社, 2005. 12

(广东省义务教育新课程实验研修手册)

ISBN 7-5361-3273-5

I. 初… II. 广… III. 化学课 - 教案 (教育) - 初中
IV. G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 133771 号

广东高等教育出版社出版发行

地址: 广州市天河区林和西横路

邮编: 510500 电话: (020) 87553335

佛山市浩文彩色印刷有限公司印刷

开本: 787 mm × 960 mm 1/16 印张: 15 字数: 253 千字

2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 3 000 册

定价: 24.50 元

前 言

为配合初中新课程实验,推进我省初中化学教学改革,引导中学化学教学朝全面推进素质教育的方向迈进,我们组织编写了《广东省义务教育新课程实验研修手册》丛书,本册为化学分册。

本书分三部分,第一部分为初中新课程化学教学设计理论,以教学设计的功能、教学设计的理论和技术为构建主线,呈现“何为教学设计”、“为什么要进行教学设计”等解决问题式思路,赋以“教学设计的依据和教学设计策略”,从可操作的角度,力图突出实践性,为教师解决实际问题提供资源上的支持和技术上的帮助。第二部分为初中新课程化学优秀教学设计案例,汇集了15个具有一定代表性的教学设计案例,其内容都是根据课程标准的要求和具体的教学实际设计的,反映了一线教师对新课程教学理念的理解及系统解决实际教学问题的方法,同时对每个教学设计的特色、特点及达成教学目标的情况进行了评析,力图提高本书的可借鉴性和创新性。第三部分为初中新课程化学教学实录,呈现教育理论与指导教学实践的内在教学理论相互转化的过程,为教师提供丰富的实际情境,期望能够给予教师启示和引发教师不断反思,在实践中调整教学策略,提高教学的针对性和实效性。

本书将教学设计理论与化学新课程教学相结合,总结出一些教师进行化学教学设计的理论和方法,将有助于化学教师进行课堂教学改革,将新课程理念切实可行地贯彻到化学课堂教学中,推动新课程改革。

这套丛书主编吴惟粤,副主编李文郁、吕伟泉。

本书由韩凌主编。参与编写的有刘平、吴运来、张本焕、詹木良、刘腊生、张立云、黄远、李永红、司徒华、温庆伟、李永成、卢盛云、谢泽雄、肖永刚、李红保、揭章强。

本书采用了多位老师的教学设计案例和实录,在此对老师们的辛勤劳动表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,书中难免存在缺点和不足,欢迎读者提出宝贵意见,以便今后修订。

广东省教育厅教研室

2005年6月

目 录

第一部分 初中新课程化学教学设计理论	(1)
一、关于教学设计	(3)
二、教学设计的依据	(6)
三、走进教学设计	(13)
四、教学设计的策略	(31)
第二部分 初中新课程化学优秀教学设计方案	(47)
一、走进化学实验室	(48)
二、空气	(61)
三、水的净化	(67)
四、用微粒的观点看物质	(74)
五、离子	(81)
六、化合价	(87)
七、质量守恒定律	(93)
八、二氧化碳的性质	(100)
九、二氧化碳的性质	(110)
十、一氧化碳	(116)
十一、燃烧与灭火	(128)
十二、金属材料	(136)
十三、溶液的形成(1)	(143)
十四、生活中常见的盐(2)	(149)
十五、人类重要的营养物质	(156)
第三部分 初中新课程化学教学实录	(164)
一、水的净化	(165)
二、水是人类宝贵的自然资源	(172)
三、质量守恒定律	(180)
四、质量守恒定律	(189)
五、二氧化碳制取的研究	(193)

六、二氧化碳和一氧化碳 (1)	(201)
七、二氧化碳的性质	(207)
八、燃烧与灭火	(218)
九、溶质的质量分数	(223)
十、寻找双氧水分解新催化剂的研究	(229)

第 一 部 分

初中新课程化学教学设计理论

义务教育化学新课程以发展学生的科学素养为宗旨，在课程理念、课程目标、课程内容、学习方式、学业评价等各个方面都有了新的变化。

课程理念：

· 让每个学生都以轻松愉快的心情去认识多姿多彩、与人类息息相关的化学；

- 给每个学生提供平等的学习机会；
- 注意从学生已有的经验出发；
- 让学生有更多的机会主动地体验探究过程；
- 使学生初步了解化学对人类文明发展的巨大贡献；
- 为每一个学生的发展提供多样化的学习评价方式。

课程目标：

在提高学生科学素养的整体要求下建构了知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三方面的目标体系。

课程内容：

化学课程内容的选择依据学生的已有经验和心理发展水平，反映化学学科的内容特点，重视科学、技术与社会的联系，确定了“科学探究”、“身边的化学物质”、“物质构成的奥秘”、“物质的化学变化”、“化学与社会发展”五个内容主题，规定了具体的课程内容标准。这些内容是学生终身学习和适应现代社会生活所必需的化学基础知识，也是对学生进行情感态度与价值观教育的载体。

学习方式：

倡导以科学探究为主的多样化的学习方式。

学业评价：

强调过程评价与结果评价并重、学生评价与教师评价相结合的多种评价方式。

化学新课程各个方面的变化以及实现“从学生和社会发展的需要出发，发挥学科自身的优势，将科学探究作为课程改革的突破口，激发学生的主动性和创新意识，促使学生积极主动地学习，使获得化学知识和技能的过程也成为理解化学、进行科学探究、联系社会生活实际和形成科学价值观的过程。”即如何将新课程理念、课程标准转化成教师的教学行为，成为教师面临的最大挑战。

一、关于教学设计

(一) 何谓教学设计

教学是一项有明确目的的培养人的社会实践活动。在这种社会实践中,使学习者学习和掌握基础知识及基本技能,发展学习者的智力,培养学习者的能力,使学习者形成一定的思想品质,促进学习者身心健康发展。

设计是指在活动之前,根据一定的目的要求,预先对活动所进行的一种安排或策划。

教学设计是设计的一种类型,是“为了便于学习各种大小不同的学科单元,而对学习情境的发展、评价和保持进行详细规划的科学”;是把教与学的原理用于策划教学资源 and 教学活动的系统过程,是教学理论、学习理论、设计思想和技术应用相结合的综合系统。教学设计是依据对学习需求的分析,提出解决问题的最佳方案,使教学效果达到优化的系统决策过程。简单地说,教学设计是解决教什么和如何教的一种操作方案。

帕顿(Patten, J. V.)在《什么是教学设计》一文中提出:“教学设计是设计科学大家庭的一员,设计科学各成员的共同特征是用科学原理及应用来满足人的需要。因此,教学设计是对学业业绩问题的解决措施进行策划的过程。”这一定义将教学设计纳入了设计科学的子范畴,以有效地解决教学中出现的问题。所以说教学设计是一门设计科学。

教学设计者应了解其他一般设计的过程,进行教学设计时应将理论与实际活动紧密结合起来,也就是说教学设计既具有一般设计的程序,又有其独自的特点。因此既应该将教学设计看作是理性的、合乎逻辑的、预定了的决定论过程,又不能忽略它的创造性的一面;在强调教学设计必须依靠理性的同时,又不能忽略该过程对直觉的依靠;既要注重专家的意见,又不能忽略自己的教学工作、理论与实践相结合等等。这样,可以使我们走出将教学设计视为某种孤立现象的误区,有利于促进教学设计者对有关设计过程、决策、问题界定、研究的假设等传统的教学设计观点作批判性的分析。

教学设计具有以下特点:

① 教学设计把教学过程视为一个由诸要素构成的系统,因此需要用系统思想和方法对参与教学过程的各个要素及其相互关系作出分析、判断和操作。所以,教学设计强调运用系统方法。

② 教学设计重视对学生不同特征的分析,并以此作为教学设计的依据。强调调动学生的主动性和积极性,突出学生在学习过程中的主体地位;注重学生的个别差异,着重考虑对不同学生的不同指导。所以,教学设计以学生为出发点。

③ 教学设计要依据现代教学理论和学习理论,以保证教学设计的科学性,从而使教学取得良好的效果。所以,教学设计以教学理论和学习理论为理论基础。

④ 教学设计是以促进学生学习为目的,以学生所面临的学习问题为出发点,进而捕捉问题,确定问题的性质,分析研究解决问题的办法,达到解决教学问题的目的。所以,教学设计是一个解决问题的过程。

(二) 为什么要进行教学设计

实践需要理论的指导,没有理论指导的实践是盲目的。教育理论只能指明教学发展的一般方向,要把教育理论转化为教学行为,就需要在理论与实践之间建立起联系,而教学设计就是联系二者的桥梁。教学设计不仅关注了教学的原则和策略,而且对教学的过程与方法进行了探究,从而保证了课堂教学的质量,促进了教师教育理论知识和教学技能的提高。

教学活动具有明确的目的、丰富的内容、复杂的对象、不同的形式、多样的方法、灵活的传媒、固定的时间、繁重的任务以及影响教学活动的各种多变的因素。教学活动要在诸多因素影响下,取得令人满意的效果,优质高效地达到预定目标和完成预期任务,更需要对其进行全面细致的安排和精心巧妙的设计。

现代教学论认为,在教与学的双边活动中,学习者发挥着主体作用。教学设计是在对学习者的全方位的了解和分析、获得大量信息的基础上进行的设计,有助于突出学习者的主体地位;教学设计充分考虑了学习者的经验和特点,运用了相应的教学策略,精心设计了能激发学习者兴趣的活动,有助于增强学习者的学习兴趣,挖掘他们的学习潜能,培养他们的创新精神和创造意识;教学设计从教学规律出发,并从教学问题和需求入手,应用系统的观点和分析的方法,建立解决问题的步骤,

选择相应的策略,有助于增强教学的科学性;教学设计是在对学习需要、学习内容和学习者进行客观分析的基础上,科学地制定教学目标、策略、进度和评价等,有助于提高教学效率;教学设计把教学目标、教学活动和教学评价结合起来,即教学目标是教学活动的出发点和归宿,也是教学评价的依据,所以说,教学设计有助于目标、活动和评价的一致性。

1. 信息社会的发展对教育提出了更高的要求

目前,我们逐渐步入信息社会。信息社会对教育有更高的要求:

- ① 教育信息激增,使得知识增长的无限性与学生学习时间的有限性之间的矛盾日益增加;
- ② 知识更新加速,要求学生具备终身学习的能力;
- ③ 人才竞争激烈,要求教育追求高效率、高质量。

2. 进行教学设计有利于教学工作走向科学化

教学设计是从教学的科学规律出发,从教学问题和需求入手。对教学问题的确定、分析,对解决教学问题方案的设计、试行乃至评价和修改等一系列教学设计的内容和程序都建立在系统方法的科学基础上,从而使教学活动的设计摆脱了纯经验主义,纳入到科学的轨道。

3. 教学设计可促进教育技术的实践与理论的发展

教育技术是“为了促进学习,对有关的过程和资源进行设计、开发、应用、管理和评价”。而教学设计正是“为了便于学习各种大小不同的学科单元,而对学习情境的发展、评价和保持进行详细规划的科学”,并依据现代教学理论和学习理论,以保证教学设计的科学性,从而促进教育技术的实践与理论的发展。

二、教学设计的依据

(一) 教学设计的理论基础

教学设计是依据对学习需求的分析,提出解决问题的最佳方案,使教学效果达到优化的系统决策过程。它以传播理论、学习理论和教学理论为基础,应用系统科学理论的观点和方法,调查、分析教学中的问题和需求,确定目标,建立解决问题的步骤,选择相应的教学活动和教学资源,评价其结果,从而使教学效果达到最优化。

教学设计深受有关理论的影响,系统理论、传播理论、教学理论和学习理论成为教学设计的理论基石。系统理论为教学设计提供了科学研究的方法;传播理论为教学设计提供了选用教学媒体的技术;学习理论使教学设计符合学习规律;教学理论指导了教学设计的具体操作。

1. 系统理论

系统理论作为一种科学的方法论,对教学设计产生了举足轻重的影响。系统论认为,世界上一切事物都是作为各种各样的系统而存在。其包括人、物、过程、外部限制因素和可用资源五个要素,系统就是要素及其关系的总和。这五个要素间有三种联系形式:①过程的时间顺序;②各因素间的数据或信息流程;③从一个系统中输入或输出的原材料(人或物)。

系统理论把事物看成是由相互关联的部分所组成的具有特定功能的整体。它要求人们着眼于整体,从整体与部分、整体与环境之间的相互联系、相互制约中选择解决问题的优化方案。例如相对于一堂课来说,不仅要考虑这堂课中的各个要素,把它本身作为整体来看待,同时,还要考虑这堂课与本单元教学甚至本课程教学的关系。所以,教学系统作为一种“人为系统”,其本身是分层次的,而且由于参照点不同,系统的构成也是灵活多变的。当我们把课堂教学作为一个系统来对待时,系统教学设计主要是从“输入(建立目标)—过程(导向目标)—输出(评价目标)”这一视角来看待其整体优化问题的。

依据系统理论思想和观点,不仅把教学过程,而且把教学设计也视为一个系统,为制定计划和解决问题提供了系统工具,如流程图等,

也为教学设计提供了系统分析方法,用以分析教学设计系统各要素,以及制约教学设计更大的系统(教学系统、教育系统、设计系统)对教学设计所产生的影响。系统理论为教学设计打开了一个新的视角。

2. 传播理论

传播就是将信号从一地传到另一地。传播理论研究的是信息的传播过程、信息的结构和形式、信息的效果和功能等。

信息传播是由信息源、信息内容、信息渠道与信息接受者为主要成分的系统。进行信息传播,必须对信息进行编码,考虑信息的结构与顺序是否符合信息接受者的思维与心理顺序。信息不能“超载”,过于密集的信息会直接影响传递效果,增加传递负担。而且不同信息的注意获得特性不同。有些材料宜于以视觉方式呈现,有些则宜于用听觉方式呈现。还可以运用多种暗示技巧来增强这种注意获得特性,更重要的是考虑信息接受者的特性(年龄、性别、偏好等),激发其内在学习动机等。

教学过程就是一个信息的传播过程,传播理论揭示了教学过程系统中各要素之间的动态联系及相互关系,描绘了教学过程系统中的信息传播过程,对教学设计者进行教学设计提供了理论依据。

3. 教学理论

教学理论就是人们在思考教学中所形成的旨在探讨、解释和预测教学现象的观念体系,是人们对各种教学现象及隐藏其中的各种教学关系和矛盾运动的自觉的系统的反映。

(1) 赞科夫的教学理论。

赞科夫的教学理论的基本观点:教学要在学生的一般发展上取得尽可能大的效果。五条教学原则为:① 高难度进行教学;② 高速度进行教学;③ 理论知识起主导作用;④ 理解学习过程;⑤ 全体学生得到一般发展。

(2) 布鲁纳的教学理论。

布鲁纳的教学理论的基本观点:学习就是建立一种认知结构,就是掌握学科的基本结构以及研究这一学科的基本态度和方法。① 要学习和掌握学科的基本结构;② 要组织螺旋式课程;③ 广泛使用发现法。

(3) 巴班斯基的教学理论。

巴班斯基的教学理论的基本观点:教学过程最优化是在全面考虑教学规律、原则、现代教学的形式和方法、该教学系统的特征以及内外部条件的基础上,为了使过程从既定标准看来发挥最有效的(即最优的)作用而组织的控制;教学不仅仅要完成知识传授的任务,而且要完成教

养、教育、发展这样三个方面的任务。

教学理论是为解决教学问题而研究教学一般规律的科学。教学设计是科学地解决问题、提出解决方法的过程。要解决好教学问题就必须遵循和应用教学客观规律,因此教学设计离不开教学理论。教学设计在系统科学的指导下,把教学系统分成若干子系统,即教学系统的元素。教学理论揭示了各个子系统的相关原理,使教学设计者能够对这些子系统有深刻的认识,从而做出科学的判断。教学设计把教学系统中各个子系统整合起来也是依据教学理论揭示的教学系统的结构和运动规律。

4. 学习理论

(1) 行为主义学习理论。

行为主义学习理论的基本观点:学习是刺激与反应的联结,有什么样的刺激,就会有什么样的反应;学习过程是一种渐进的过程,认识事物要由部分到整体;强化是学习成功的关键,学习应重知识、重技能、重外部行为的研究。

行为主义观点在教学设计中最基本的应用是把可观察行为作为教学基础,提出用可观察行为动词界定各类教学目标(包括价值观与态度教学),并依此进行教学传递与评价。

(2) 认知主义学习理论。

认知主义学习理论的基本观点:学习是认知结构的组织与再组织。客体刺激只有被主体同化于认知结构之中,才能引起对刺激的行为反应;学习过程是信息加工过程。人脑好比电脑,应建立学习过程的计算机模型,用计算机程序的解释去理解人的学习行为;学习是凭智力与理解,绝非盲目的尝试。认识事物首先要整体认识,整体理解有问题,就很难实现学习任务。学习应重视人的智能培养。

认知理论探讨学习者内部的认知活动,其中主要是信息加工学习理论和认知建构学习理论。信息加工学习理论把人类的学习过程看成是由一系列信息加工的转换过程;认知建构学习理论对教学设计的指导意义是:建构过程要引导学生发现原有知识结构与新知识之间的不协调性,然后主动去改变它。学习的认知建构发生在具体的情境中,在具体的情境中,能够使学生感受到知识的意义。

(3) 人本主义学习理论。

人本主义学习理论的基本观点:学习是人的自我实现,是丰满人物的形成过程;学习者是学习的主体,任何正常的学习者都能自己教育自己;人际关系是有效学习的重要条件,它在学与教的过程中创造了“接

受”的气氛。学习应重视学习的情感因素。

人本主义学习理论对教学设计的意义大都是在观念上,如如何发挥人的潜能问题等。

(二) 现代教育思想和观念

现代教育突出“以人的发展为本”的教育思想,教学强调重视创新精神和创造能力的培养,体现学生未来发展的需要。

现代教育思想和观念,在教学设计中主要体现在以下四个方面。

(1) 教学过程是多种要素相互作用的过程,具有多种教育功能。

教学过程既是知识传授和技能训练的过程,又是过程与方法、情感态度价值观培养的过程。在此过程中,发展丰富的想象力和创造力,形成良好的行为习惯,重视在过程中培养科学态度和价值观,掌握科学方法等,努力使每一个学生的智力因素和非智力因素都得到协调发展。

(2) 教学设计要体现以学生的学习为中心。

设计教学过程首先要重视分析学生的学习心理,重视学生在学习中的情感需求,注意激发学生的学习兴趣 and 端正学习动机,切实给学生提供参与教学活动的时空条件,重视知识形成的过程和与社会、生活的密切联系,重视形式丰富的实践体验。重视学习方式的转变,为学生提供以科学探究为主的多样化的学习方式。

(3) 构建和谐师生关系,创设宽松的学习环境。

民主是发挥创造力的条件,创设民主、开放和激励的教学氛围,尊重每个学生的想法,让学生在宽松的环境中体验学习的乐趣。

(4) 利用现代教育技术,合理开发和有效利用课程资源。

现代教育技术以其先进的技术特性支持主体在建构意义的同时,建构主体人的本质意义,促进人的主体性的实现。课程资源与课程目标的关系非常密切,丰富多样的课程资源是课程实施的基础和前提,没有课程资源的广泛支持,课程实施必然会受到一定程度的限制和阻碍。合理开发和有效利用课程资源对课程的实施有极为重要的意义。

(三) 化学教育教学的学科特点

1. 以实验为基础的特点

化学是以实验为基础的科学,化学的产生和发展,以至被确立为一门真正的科学,始终与化学实验紧密联系。化学实验是化学科学的灵魂,是我们认识化学世界的窗口,是学习化学的重要手段。化学实验不仅为

学生提供直观的感性材料,激发学生学习化学的兴趣,而且是学生进行科学探究的重要手段。

2. 以科学探究为手段的特点

义务教育化学新课程以发展学生的科学素养为宗旨,而科学素养无法像知识那样直接“教”给学生,必须通过一个个探究活动,让学生在参与这些活动的过程中,获得体验、感受并内化。科学探究既是一种重要的学习方式,也是义务教育阶段化学课程的重要内容。让学生亲身经历和体验科学探究过程,激发他们的学习兴趣,培养科学的情感,理解科学的本质,对发展学生的科学素养具有不可替代的作用。

3. 以化学用语为工具的特点

化学用语是国际统一规定用来表示物质的组成、结构和变化规律的符号。它具有简明直观、概括力强的特点,也有助于培养和发展学生的抽象思维能力和理解力。因此,化学教师如何深入理解化学用语的概念内涵,准确而熟练地运用化学用语,掌握化学用语的教学规律、方法和特点是实现双基教学的关键。

4. 以科学的方法论为指导的特点

科学方法论是关于科学的一般研究方法的理论,探索方法的一般结构,阐述它们的发展趋势和方向,以及科学研究中各种方法的相互关系问题;是指自然科学方法论即研究自然科学中的一般方法,如观察法、实验法、数学方法等。随着自然科学的发展,科学方法论愈来愈显示出它在科学认识中确立新的研究方向、探索各部门的新增长点、提示科学思维的基本原理和形式的作用。

化学是一门自然科学,处处体现着自然科学的方法论。所以在化学教学中以科学的方法论为指导,培养学生观察、实验、概括、抽象和逻辑推理的思维方法,有利于提高学生的科学素养。

5. 以实用、创造性为魅力的特点

美国加州大学柏克莱分校的化学教授皮门达尔(G. C. Pimentel)早在20世纪80年代就已经提出“化学是一门满足社会需要的中心的科学”。原美国化学会主席、哥伦比亚大学教授布里斯罗(R. breslow)1997年编著的《化学的今天和明天》的副标题就是“化学是一门中心的、实用的、创造性的学科”。

在化学教学中充分挖掘化学与生活、社会的紧密联系,以化学的实用性和创造性的魅力去感染学生,引发他们对化学的兴趣与热爱,开阔他们的视野,有利于培养学生的创新精神和增强他们的社会责任感。

化学学科的研究方法和基本思想、化学学科的逻辑结构对教学方法的选择有时起着主导的作用，从中也能培养学生的科学研究意识，掌握科学研究的基本方法。因此，化学教学中应有意识地运用那些反映化学学科特征的方法，如实验方法、观察方法、比较方法、分类方法、归纳方法、类比方法、模型方法等等。

(四) 学生学习的规律

九年级学生所处的年龄一般在十四五岁，“这是一个半幼稚半成熟的时期，是独立性和依赖性、自觉性和幼稚性错综矛盾的时期”，其动摇性和可塑性都很大。但对各种化学现象具有直觉的兴趣，很容易被客观事物的新奇性所吸引。有强烈的好奇心和求知欲，喜欢观察鲜明、生动、不寻常的现象。对学习具有操作的兴趣和较强的动手实验的意向，愿意探讨知识的因果关系并具有对知识进行初步概括的意识。

1. 学生学习化学的思维特点

学生的逻辑思维还需要具体化学事实的支持，他们还不习惯从概念到概念的演绎推理，在形成概念的过程中，运用最多的是具体的抽象或归纳推理。这种思维往往首先是从实验现象和生活实际出发，形成表象，通过表象建立概念。在建立概念时所用的具体实验事例，常常成为头脑中概念的附属物，为理解概念提供物质上的支持，为判断提供依据，为抽象概括提供丰富的感性材料。

2. 学生学习化学的兴趣发展水平

(1) 对化学现象具有直觉的兴趣：这类学生很容易被客观事物的新奇性所吸引，喜欢观察鲜明、生动、丰富多彩的化学实验现象，但他们只满足于感知客观事物，并未产生探索现象原因和机理的需要。这种兴趣是不稳定和不持久的。

(2) 对化学实验具有操作兴趣：这类学生不满足只处于观察的被动地位，他们希望自己亲自操作实验。这种兴趣水平较前一类有所提高，开始成为他们学习化学的动因，但稳定性方面还比较差。

(3) 对化学知识具有因果关系的认识兴趣：这类学生在观察和操作实验的基础上，对进一步探索其原因产生了兴趣，这种兴趣水平具有了一定的稳定性。

(4) 对化学知识具有概括性的认识兴趣：这类学生已不满足于了解个别物质的实验现象的因果关系，而是要求通过它们来了解一类物质的规律性知识，甚至为此亲自进行一些创造性的实验和观察活动。这类学