

编著 杨国斌 吴 星

初中化学 实验探究教学设计

CHUZHONG HUAXUE SHIYAN YANJIU JIAOXUE SHEJI



南京师范大学出版社
NANJING NORMAL UNIVERSITY PRESS



.....
.....
.....
初中化学实验探究教学设计

CHUZHONG HUAXUE SHIYAN YANJIU JIAOXUE SHEJI

ISBN 978-7-81101-689-5



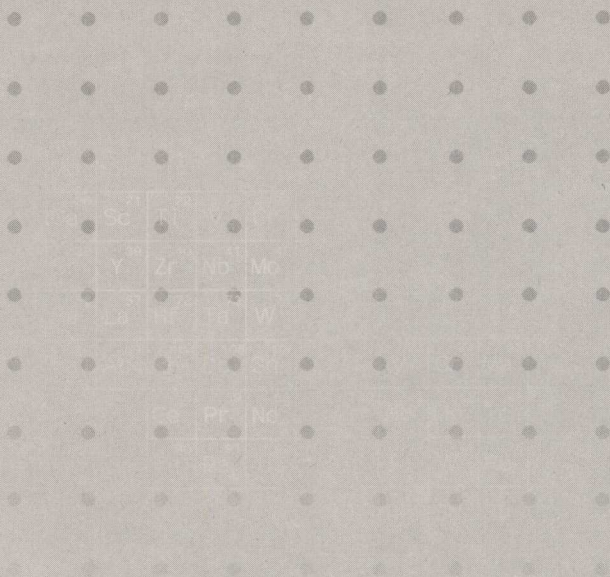
9 787811 016895 >

定价：22.00元

初中化学 实验探究教学设计

CHUZHONG HUAXUE SHIYAN YANJIU JIAOXUE SHEJI

编著 杨国斌 吴 星



图书在版编目 (CIP) 数据

初中化学实验探究教学设计/杨国斌,吴星.编著.

—南京:南京师范大学出版社,2007.11

ISBN 978-7-81101-689-5/G·1130

I. 初... II. ① 杨... ② 吴... III. 化学实验—
课程设计—初中 IV. G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 181786 号

书 名	初中化学实验探究教学设计
编 著	杨国斌 吴 星
责任编辑	王礼祥
出版发行	南京师范大学出版社
地 址	江苏省南京市宁海路 122 号(邮编:210097)
电 话	(025)83598077(传真) 83598412(营销部) 83598297(邮购部)
网 址	http://press.njnu.edu.cn
E-mail	nspzbb@njnu.edu.cn
照 排	江苏兰斯印务发展有限公司
印 刷	金坛市教学印刷厂
开 本	787×960 1/16
印 张	13
字 数	221 千
版 次	2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-81101-689-5/G·1130
定 价	22.00 元

出 版 人 闻玉银

南京师大版图书若有印装问题请与销售商调换

版权所有 侵犯必究

前 言

自 2001 年启动新一轮基础教育课程改革以来,科学探究作为一种重要的学习内容和学习方式,受到了广大教育工作者前所未有的重视。经过这几年的实践,广大化学教育工作者对中学化学教育中科学探究的功能、意义等有了较为深入的认识。但与此同时,他们对科学探究的教学方法、教学评价等在实践中仍存困惑。这些困惑有的源自教师的机械认识,有的源自外部教学评价导向因素,也有的源自教学技术层面。这些问题得不到解决,探究教学的效果就要打折扣,转变学生的学习方式与教师的教学方式就难以落到实处,课程改革的深入推进就会滞缓。为此,笔者认为,在这个时候对中学化学教学中的科学探究教学进行总结,结合当前教学实际对广大教师提出的问题进行解答,将有助于科学探究教学在中学化学教学中的贯彻与落实,有助于课程改革的顺利进行。

本书共分五章,前四章为理论部分,第五章为探究案例。第一章在介绍科学探究内涵的基础上,对科学探究在化学科学发展中的地位、作用、功能及其对学生在学习化学学科中的作用进行了分析和说明,以便读者能更好地在化学教学中实施科学探究。第二章从介绍化学实验在化学科学发展中的作用、化学实验对学生认识化学的作用、化学实验与化学探究学习三个方面,阐述了化学实验在化学学科教学中的重要意义。第三章论述了初中化学实验探究教学的相关理论,具体讨论了实验探究教学中遵循的原则、实施的方法、优化的策略等。第四章阐述了初中化学实验探究教学评价的功能、原则,分析了初中化学实验探究活动评价体系和评价的方法与实施。第五章为案例部分,共包括 23 个探究案例。为了本书结构的紧凑与合理,也便于读者阅读,这些案例分成物质组成探究、物质性质探究、化学反应原理探究和物质应用探究四个部分编排。



在本书写作过程中,我们参考了不少文献资料,这些文献是广大化学教育工作者教研的成果,在此深表感谢。刘宏兵、束乾清、何锦芳、高智清、戎启娟、吴玉萍、王虎、苗小童、王月、张守艳等老师向我们提供了大量实际教学中的实验探究案例,为本书内容的丰富与完善付出了辛勤劳动,蒋艳旻、宋静、徐丹悦、赵小敏、袁野参与了本书部分章节的编写工作,在此一并表示感谢。

编者 2007 年 11 月于扬州

目 录

第一章 科学探究与化学教学

- 第一节 化学课程中的科学探究/3
- 第二节 科学探究在化学科学发展中的作用/15
- 第三节 科学探究在初中生学习化学中的作用/21

第二章 化学实验的教育功能

- 第一节 化学实验在化学科学发展中的作用/29
- 第二节 化学实验在学生认识化学中的作用/38
- 第三节 化学实验与化学探究学习/55

第三章 初中化学实验探究教学

- 第一节 初中化学实验探究教学的原则/67
- 第二节 化学实验探究教学的方法与实施/83

第四章 初中化学课堂实验探究的教学评价

- 第一节 实验探究活动评价的功能和原则/103
- 第二节 化学实验探究活动评价体系的确定/119
- 第三节 实验探究活动评价的方式及实施/128

第五章 初中化学实验探究教学案例

- 第一节 物质组成探究探究案例/147
- 第二节 物质性质探究案例/159
- 第三节 化学反应原理探究案例/173
- 第四节 物质应用探究案例/189

第一章

科学探究与化学教学

九年义务教育初中化学教学是化学教育的启蒙阶段,将科学探究教学引入当前化学教学实际当中,有助于正在进行的化学课程改革目标的达成,有助于扩展中学化学教师对当前所面临的化学课程改革和发展的理解。本章在介绍科学探究内涵的基础上,对科学探究在化学科学发展中的地位、作用、功能及其对学生在学习化学学科中的作用进行了分析和说明,以便能更好地在化学教学中实施科学探究。

新的化学课程标准要求,化学教育要“以进一步提高学生的科学素养为宗旨,激发学生学习化学的兴趣,帮助学生获得未来发展所必需的化学知识、技能和方法,提高学生的科学探究能力。”因此,把提高学生的科学探究能力作为化学课程的教育目标已得到广大教育工作者极为广泛的认同。

在化学教育的实践中我们不断意识到:化学教学不再是传统的传授基础知识和基本技能的教学(即“双基教学”),而是学生主动建构知识、体验探究过程、培养科学价值观的过程。在教学过程中,倡导学生主动参与活动,变学生的“被动授受式”学习为“主动探究式”学习;不失时机地培养学生化学学科的思维方法和科学素养,使学生能够从化学的视角去分析和解决问题,为学生学习相关学科课程及未来生活打下基础;培养学生的科学探究能力,转变学生的学习方式;认识化学对生活、社会发展和科技进步的重要作用,形成科学的人文素养。

为了服务于学生的未来发展,为了提高学生的科学素养和全面推进化学教学的顺利进行,我们有必要对科学探究的本质、科学探究活动在化学科学发展中的作用以及对学生学习化学学科的影响等问题有一个较全面的认识。

第一节 化学课程中的科学探究

一、科学探究的概念

在基础教育课程改革中,探究(inquiry)是使用频率最高的几个关键词之一。按照我国《汉语大字典》的解释,探究是指“探索研究”,即努力寻找答案、解决问题。《牛津英语词典》中对探究给出了这样的解释:“The action of seeking, esp. for truth, knowledge, or information concerning something: search, research, investigation, examination.”《辞海》(1999年版)的解释:“研究”指“用科学的方法探求事物的本质和规律”,“探究”则指“深入探讨,反复研究”。

从探究的本源来看,巴甫洛夫(Pavlov)认为探究反射是一种“这是什么”的反射,是动物的一种本能的反射,即当一种新异刺激出现时,动物就会将头和耳转向来源的方向,向刺激动因接近。这就是探究的生理本源,是每

一个个体都与生俱有的一种本能的对外界新鲜事物的好奇心。可以说探究是人类的天性,人生下来就有好奇心。当面临新的环境时,无论大人还是小孩,都本能地试图确定正在发生什么,以后会怎么样。在探讨科学探究概念之前让我们先看几个例子。

天文学家的探究——海王星的发现

1781 年发现天王星。1820 年发现天王星的观测数据与应用牛顿万有引力计算得到的运行轨道出现偏离,于是问题提出了,天文学家围绕这一问题展开了探究。

1830 年后科学家们提出了种种假说,如“木星、土星引力影响”说、“观测误差”说、彗星撞击“灾变”说等,它们都因证据不足或收集到否定证据而一一被排除;“未知行星”假说被不少天文学家所接受。其中,英国的亚当斯和法国的勒威耶独立运用数学方法对收集到的数据进行了艰难的研究。

1885 年,亚当斯计算出新行星的质量和轨道参数,并请求格林尼治天文台和剑桥大学天文台帮助寻找新行星,可惜没有引起权威的重视。

1886 年 9 月,勒威耶将自己独立研究的结果寄给德国柏林天文台恳请伽勒帮助寻找。同年 9 月 23 日晚伽勒发现了这颗新的行星,后来被命名为海王星。

海王星发现后,天文学家在对其观测中又发现它存在“摄动”现象,于是又提出了一个“未知行星”假说。1930 年,在天文照相技术的支持下发现了冥王星。

同在 19 世纪后期,天文学家还发现水星近日点进动有异常现象,即使考虑金星、地球、木星的引力影响,仍有不可忽视的偏差,勒威耶提出“未知行星”假说,但始终找不到这颗新星。直到爱因斯坦广义相对论提出,对水星近日点的进动才作出完满的解释。水星近日点的进动成了支持爱因斯坦的广义相对论的证据之一。

化学家的探究——人造金刚石的诞生

1893 年,法国科学院宣布了一条振奋人心的消息:法国化学家莫瓦桑成功地研制出了人造金刚石。片刻间,这一爆炸性的特大喜讯传遍全法国,传遍全世界。人们轰动了,法国轰动了,世界轰动了!莫瓦桑一下成为新闻

媒介的焦点,成为人们心目中巨额财富的生产者,在法国,甚至有人称他为“世界富翁”。

在发明人造金刚石之前,莫瓦桑已经是法国一位颇负盛名的化学家了。1886年,莫瓦桑首先制取了单质氟。6年后,他又发明了高温电炉。不过,莫瓦桑并没有被鲜花和荣誉绊住前进的步伐,在科学的道路上,他仍旧一如既往地孜孜进取。

有一次,莫瓦桑准备进行一项化学实验,需要用一种镶有金刚石的特殊器具。这种器具非常昂贵,因此实验室里的助手们倍加爱护。



法国化学家 莫瓦桑

早上,莫瓦桑来到实验室做实验前的准备工作。这时,各项仪器都准备好了,却找不到那镶有金刚石的昂贵器具。奇怪,怎么会突然不见了呢?

助手突然惊叫起来:“啊!门好像被撬过了!莫非有小偷光顾?”

莫瓦桑仔细一看,可不是,门锁很明显被人撬开过。进实验室前,谁也没有留意到。这么说,小偷看上那昂贵的金刚石了。

这桩意外使莫瓦桑萌生了一个念头:“天然金刚石如此稀少且昂贵,如果能人工制造金刚石,该有多好!”

可这谈何容易!作为化学家,莫瓦桑心里最清楚:“点石成金”这不过是美好的神话。要想制造金刚石首先要弄清楚金刚石的主要成分,并了解它是怎样形成的。

翻阅了许多资料这后,莫瓦桑了解到,金刚石的主要成分是碳。至于它是如何形成的,在这方面研究的成果很少,只有德布雷曾提出金刚石是在高温高压下形成的。

紧接着莫瓦桑想到,要人工制造金刚石,得有可供加工的原材料。选什么材料才合适呢?还从未有人作过这方面的尝试,看来,一切要靠自己摸索了。

有一回,有机化学家和矿物学家查理·弗里德尔在法国科学院作了一个关于陨石研究的报告,莫瓦桑也参加了。在报告中,查理·弗里德尔说:“陨石实际上是大铁块,它里面含有极少的金刚石晶体。”听到这儿,莫瓦桑猛地想到:石墨矿中也常混有极微量的金刚石晶体,那么,在陨石和石墨矿的形成过程中,是否可以产生金刚石晶体呢?想到这里,莫瓦桑头脑中出现了制取人造金刚石的设想。他对助手们说:“金刚石的主要成分是碳。陨石

里含有少量金刚石,而陨石的主要成分是铁。我们的实验计划是:把程序倒过去,把铁熔化,加进碳,使碳处在高温高压状态下,看能不能生成金刚石。”历史上第一次人工制取金刚石的实验开始了。没有先例,没有经验,更没有别人的指点,一切都像在黑暗中探路一样。第一次失败了,认真总结经验,找出问题的症结所在,第二次再来……经过无数次的反复探索,莫瓦桑的实验室里终于爆发出一阵激动的欢呼声,大家紧紧地拥抱在一起:成功了!

从此,人造金刚石诞生了,并日益在社会生活中发挥它那坚不可摧的威力。

铁钉生锈实验产生异常现象的探究

有一天,学生突然跑过来问老师:铁钉上面黑色的物质会是什么?老师并没有急于回答学生的问题,而是让学生自己先回去查阅资料,先猜想一下那黑色的物质可能是什么,提出假设。第二天,学生把他的想法和老师探讨了一下,于是师生提出了如下两个设想:

假设1:黑色物质是铁粉(铁钉脱落下来的)。

假设2:黑色的物质可能是四氧化三铁。

对以上两个设想必须进行验证,于是老师又让学生自行设计实验方案。

【设计实验方案】

方案1:磁铁能吸引铁,用磁铁来吸引这种黑色物质并和实验室中的铁粉相比较。

【进行实验,观察并收集证据】

实验1:①用磁铁靠近盛有铁粉的表面皿上,铁粉可以被吸起来。

②用长滴管慢慢吸取下层黑色物质,放入表面皿中。然后用一块小磁铁靠近黑色物质,结果黑色物质能被吸起。

【得出结论】

得出初步结论:黑色物质可能是铁粉。

【交流与评价】

提出质疑:能被磁铁吸引的物质有很多种,这并不能充分说明黑色物质就是铁粉。

方案2:用磁铁吸引实验室中四氧化三铁试剂样品。

【进行实验,观察并收集证据】

实验2:用磁铁靠近盛有四氧化三铁的表面皿上,四氧化三铁也可以被

吸起来。

【得出结论】

黑色物质也有可能是四氧化三铁。

学生在完成实验1和实验2后,发现磁铁能吸引铁粉和四氧化三铁,所以仅仅通过磁铁把黑色物质吸起来,并不能确定黑色物质是铁粉还是四氧化三铁。于是,让学生再继续设计实验方案进行进一步的验证。

【设计实验方案】

假设:若是铁粉,加入稀酸(稀硫酸, $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)应该有气泡产生。

实验步骤:

(1)用药匙取少许铁粉放入一表面皿中,滴加2滴稀硫酸,可以看到铁粉表面有微小的气泡出现。

(2)用滴管慢慢从表面皿中吸取少许黑色物质,放入另外一个表面皿中,滴加2滴稀硫酸,黑色物质表面没有气泡出现。

通过这个实验,学生可以初步排除是铁粉的可能,应该是四氧化三铁。

通过以上三个案例可以看出,科学家的科学探究与课堂学习中学生的探究在对象、方法和结果上存在差异。科学家科学探究活动的对象是人类未知的,方法既规范严谨又富于创新,结果往往可以深化人类对客观现实的认知,并改善人类的生活质量。学生科学探究活动的对象常常是学生自己未知的,方法比较简单且需要教师的帮助,结果一般只能提高学生对某个事物、某种现象的认识,在教师的引导下这样的结果也可用来改善学生的生活质量。这一过程和科学家所进行的科学探究在本质上是是一致的。学生同样可以像科学家那样,用科学研究的方法来进行探究性学习。“只不过由于知识、经验的差异而导致学生建立的假设与事实之间的符合程度,以及由于科学方法的水平差异而在探究环节展开的质量方面存在一定的差异而已,但是基本过程和要素是相同的。”

首先,从科学探究的领域来看,科学探究不仅仅是自然科学探究,社会科学和心理科学的探究也属于科学探究,它们都是通过科学的方法来研究各个不同领域的现象和规律。另外,科学探究活动本身也不仅仅只是解释现象和发现规律,科学探究包括理论研究,也包括应用研究。

其次,从探究主体来看,不能说只有科学家在从事科学研究,科学探究并非科学家的专利。只能说科学家探究的结果可能会弥补人类认识的空

白,其社会贡献性更大。但在实际社会生活的各个领域,只要人们不想囿于已有的生活方式或工作方式,想要有所创新,就必然要经历一番对未来生活模式或工作模式的设想、思考和研究,最后实现改变和发展。这种科学探究的专业性虽然不强,但其综合考虑的因素却很多,要求其设想、思考和研究的方法只有具有一定的科学性,才能从根本上实现改变和发展。普通人在平常的学习、工作、生活中所从事的富有探索性和创新性的活动,对个体来说,也是一种科学探究。

因此,可以从两个层面上理解科学探究:一是指科学家们用以研究自然界,获得证据并对此做出种种解释的多种不同途径,是狭义的科学探究;二是指学生们用以获取知识、领悟科学的思想观念、领悟科学家们研究自然界所用的方法而进行的各种活动。要指出的是,在一些讨论科学教育文献中,不管是使用探究还是科学探究这个词,除非特别注明外,都是指探究式的学习活动而非科学家的探究,这在当前科学教育界已经达成了共识。

基于上述对科学探究的认识,我们把科学探究活动定义为:“在科学教学(学习)中,基于学生的直接(先前)经验,紧密联系学生自身和社会生活实际,通过为学生创造一定的情境,让学生模拟科学家的研究,使学生在此过程中充分体验科学研究的艰辛和快乐,让学生在自己动手、动脑(hands on and minds on)的过程中,不断增强科学学习的兴趣,增进对科学的情感,理解科学的本质,学习探究的方法,形成科学探究能力的一种多侧面的实践活动。”但我们的这一界定不是把我们的科学探究活动设计限制在一个框框中,而是想为更全面的认识、理解科学探究提供方向。

二、科学探究的要素

不同的主体所进行的探究活动,由于探究领域不同,研究问题的方式、途径和手段存在差异,在探究过程中,程序不尽相同。但无论他们从事哪一门类或哪一领域的研究,从发现问题到解决问题,其探究过程还是存在一定的相同之处的。一般一个相对完整的科学探究过程包含提出问题、猜想与假设、制订探究方案、收集证据、结论与解释、反思与评价、表达与交流等要素。

1. 提出问题

科学探究所倡导的是直接经验(在一定的問題情景中观察思考)→提出

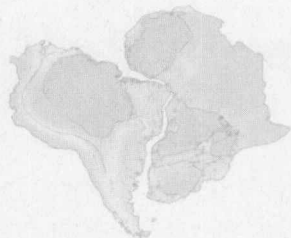
问题→解决问题→获得发展的学习模式。其中,“问题”是整个学习过程的核心和关键。对发现和提出问题的作用和意义,爱因斯坦曾经有过一段精辟的论述:“问题和系统发现阐述问题可能要比得到答案更为重要,解答可能仅仅是数学或实验技能问题,而提出新问题、新的可能性,从新的角度去考虑问题,则要求创造性的想象,而且标志着科学的真正进步。”

学生在科学探究中积极、大胆地运用“自己的眼睛”看世界,用“自己的脑子”想问题,用“自己的语言”明示问题,不断地发现、提出和解决问题,是成功地实施科学探究的重要保证。不能提出问题,科学探究就无从谈起。

科学家的科学研究是从问题开始的。德国科学家魏格纳提出“大陆漂移假说”就是从一个问题开始的。

大陆漂移假说的提出

1910年的一天,魏格纳躺在病床上,目光正好落在墙上的一幅世界地图上。“奇怪,大西洋两岸大陆轮廓的凹凸,为什么竟如此吻合?”这一问题的发现使他再也平静不下来,为解决这一问题魏格纳做出了艰苦的努力……以后,魏格纳通过调查研究,从古生物化石、地层构造等方面找



魏格纳和大陆漂移假说

到了一些大西洋两岸相同或相吻合的证据。对此,魏格纳作了一个简单的比喻:这就好比一张被撕破的报纸,不仅能把它拼合起来,而且拼合后的印刷文字和行列也恰好吻合。魏格纳这一伟大的科学假说,以及由此而发展起来的板块构造学说,使人类重新认识了地球。

学生的科学探究同样是由问题开始的。学生能从对自然现象、生产和生活实际的观察中发现问题(燃料燃烧、生物呼吸都会消耗氧气,放出二氧化碳,自然界氧气会越来越来少,二氧化碳会越来越多吗?水中生物呼吸需要的氧气,水中植物光合作用需要的二氧化碳是从什么地方来的?等等),学生也会在进行科学学习过程中发现或产生问题(化学变化中物质间的质量关系如何?铝与稀盐酸在试管中反应,为什么试管会发烫),教师在教学中

也经常为引导学生探究,精心设计问题(钢铁在什么条件下容易锈蚀?我们如何防止钢铁锈蚀?燃烧的条件是什么?如何灭火?等等)。这些问题都能引发学生的自主探究活动。

科学探究可以以实验为起点,也可以以生活现象为起点,如水污染问题,大气污染、白色污染等环保问题,除锈、去渍、洗油污等生活中的问题,制酸、制碱、制盐等工业生产问题,还可以是以图表、资料、图片等材料为起点的问题,帮助学生增强处理信息的能力。从大量的信息中筛选有用信息,提出合理的假设和猜想,设计可行的实验检验猜想……是适应未来信息社会,适应信息技术环境下学习的必然要求。近年来的化学高考题和各类综合能力测试中均体现了这种要求。^①

提出问题是科学探究的一个重要要素,但提出问题并非仅仅存在于探究活动的开始,在科学探究过程中,我们会不断地发现问题、提出问题和解决问题。

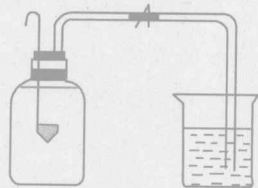
“空气中氧气含量的测定”探究中学生产生的问题

在讲“空气中氧气含量的测定”实验中(如图所示),教材上是先把广口瓶的容积分成五等份,然后再做实验,最后得出空气中氧气的含量约占空气体积的 $\frac{1}{5}$ 的结论。为此有的同学提出异议:

“既然我们要测空气中氧气的含量,但我们并不知道空气中氧气约占空气体积的 $\frac{1}{5}$,而为什么做实验时我们一定要先把广口瓶的容积分成五等份呢?分成八等份、十等份不行吗?”这个问题的提出,让我非常吃惊,我高度赞扬了这个学生

敢于怀疑、敢于探究的精神,同时也号召同学先做实验,然后再测量进入广口瓶中水的体积占整个广口瓶的几分之几。结果取得了很好的效果,学生的探究意识得到了很好的培养。

在上述讨论的基础上,我又适时地对学生加以点拨,并设置了如下问题:



空气中氧气成分测定实验装置示意图

^①杨美秀.科学探究成为化学课堂学习方式的思考.中学化学教学参考,2002(8~9)