第 50 卷 增刊
2011 年 9 月

厦门大学学报(自然科学版)
Journal of Xiamen University (Natural Science)

Vol. 50 Sup.
Sep. 2011

高中化学“实验设计与科学探究”课程资源的开发与利用

阙锦南[1],包秀英[1],陈毅辉[2]

(1. 厦门双十中学,福建 厦门 361005;2. 厦门大学化学化工学院,福建 厦门 361005)

摘要:实验既是化学学科发展的基础,又是化学教学的有效手段,以实验为基础创造出便于学生探究的教学情景,进行化学“实验设计与科学探究”课程的资源开发与利用显得尤为重要. 如何利用好实验课程资源实现基于实验的教学设计,在理念、思维和操作层面的发展是我们要探讨的课题.

关键词:实验设计;科学探究;教学资源;开发;利用

中图分类号:G 42　　**文献标志码**:B　　**文章编号**:0438-0479(2011)S-0228-07

从新课程改革实践的视角,进行高中化学“实验计与科学探究”课程资源开发与利用的研究,有利于提高化学实验教学质量,有利于全面实现化学课程目标,教学资源的丰富性决定课程目标的实现效果. 作为教育者有必要从整体上部署和统筹课程资源的开发、建立实验课程资源库,合理利用和整合实验课程资源,以顺利完成化学实验教学,实现化学实验教学的价值,使实验教学真正成为学生发展的最有效的手段.

1 高中化学“实验设计与科学探究”课程资源的内涵

1.1 高中化学实验课程资源

高中化学课程资源是指:在高中化学教学过程中,为实现化学课程目标而可利用的要素来源以及必要而直接的人力、物力以及自然资源的总和. 化学课程资源主要包括以下几个方面:(1)实验资源:化学课程资源的特色资源. (2)师资资源:化学课程资源的核心和关键. (3)网络资源:化学课程资源信息化的有效保证.

1.2 高中化学实验课程资源

化学实验教学资源就是指有利于实现化学实验教学目标,在实验教学设计、实施和评价过程中可利用的各种资源的总和. 化学实验教学资源主要有:化学教材、化学实验室、多媒体信息技术、本地区的自然资源等.

(1) 根据功能,可以分为:素材性实验资源和条件性实验资源.

(2) 根据来源,可以分为:校内实验资源和校外实验资源.

(3) 根据内容,可以分为:人力实验资源、物力实验资源、时空实验资源等.

1.3 高中化学“实验设计与科学探究”课程资源

探究性实验设计课程资源,主要指教师、学生或共同参与的探索性实验的设计及相关的科学探究活动中,学生在掌握化学实验知识、培养实验能力过程中与高中化学实验教学有关的,可利用的要素来源,以及必要而直接的人力、物力、自然资源的总和. 主要侧重于与实验设计、科学探究相关的知识、技能、经验、活动方式或方法、情感态度和价值观等素材性资源,包括一些相关的条件性资源,如:实验室、实验教师、图书馆、信息网络等.

2 高中化学“实验设计与科学探究”课程资源开发的原则

(1) 化学教师在开发和利用实验资源时要遵循下面的原则:(详细内容在附件)

1) 系统性原则;2) 目的性原则;3) 特色性原则;4) 实用性原则.

(2) 实验设计必须注意“三性”:

1) 必须遵循科学性;2) 必须注意可行性;3) 必须

收稿日期:2011-00-00

* 通信作者:qjn5836007@yahoo.com.cn

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

遵循有规律性.

(3) 实验设计与改进的策略与方法:

1) 巧妙构思,改进常规实验装置;

2) 正交实验,选择合适的反应条件;

3) 因地制宜,自制非常规仪器用品;

4) 突破常规,调整药品种类及用量;

5) 设计微型实验,防止污染环境;

6) 设计探究实验,突出化学学科特征.

3　高中化学"实验设计与科学探究"课程资源开发与利用流程图(图 1)

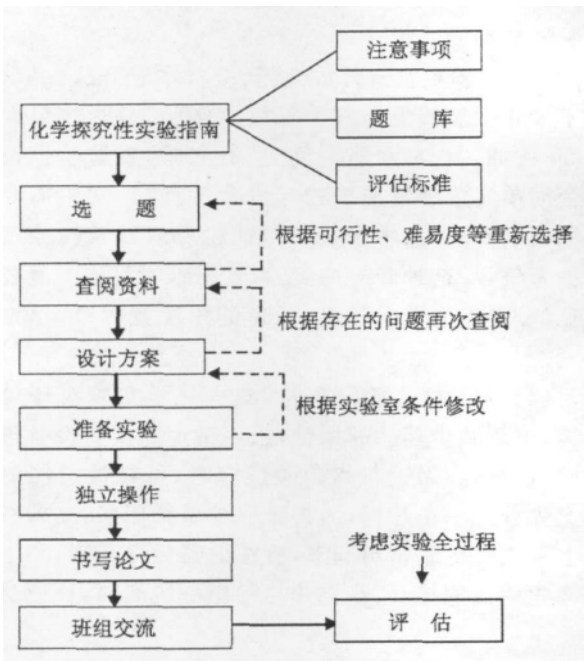

图 1　化学实验资源开发和利用关系图

4　高中化学探究性实验设计课程资源的开发与利用

4.1　教师应注意自身资源的开发与利用

教师是组织者、控制者、检测者、启发者、参与者,课程的实施关键在教师. 以教师为核心的教育队伍的建设和优化配置,始终是课程资源建设中具有决定性意义的环节. 教师不仅决定课程资源的鉴别、开发、积累和利用,是素材性课程资源的重要载体,而且教师自身就是课程实施的首要的基本条件资源. 因此,教师的科学素养决定了化学课程资源的识别范围、开发与利用的程度以及发挥效益的水平. 只有教师的教育思想和专业素质提高了,才能保证化学新课程改革的顺利实施并取得良好的效果. 因此,教师应注意自身资源的开发与利用. 在开发和利用资源时要注意:

(1) 教师是探究活动的设计者.

作为探究活动的设计者教师应从转变实验教学观念、树立现代实验教学理念. 提高开发实验教学资源的能力,在教学思想上要将以知识的传授为重点,转变为以学生的发展为中心. 要根据学生的心理特征在探究活动的内容和要求上加以考虑和引导个体差异,使每个学生都得到充分的发展、关注. 教师要从"教教材"转变为"用教材",根据学情融入自己的科学精神和智慧,进行重组、活用,使预设计尽可能得到精彩的生成.

(2) 教师是探究活动的指导者.

1) 指导学生观察实验:全面观察、重点观察、对比观察.

2) 指导学生研究实验:在研究概括性实验中,教师要善于指导学生寻找实验所显示的共同点,从不同的表象中找出相同的本质,这对培养学生思维深刻性有明显作用. 在推理性实验中,教师应指导学生从多方面考虑问题,进行深入的分析与推理.

3) 指导学生对实验误差的研究,教师要进行必要的指导,以便学生能及时找出产生误差的原因,并使学生在寻找产生误差原因的过程中,增强对实验操作规范化重要性的认识.

4) 指导学生设计实验:设计就是要求学生根据提出的问题进行独立思考、设计制订出解答问题的实验方案,并进行独立的实验操作. 因此教师在布置任务后,首先要指导学生弄清实验要求,查阅有关材料,复习有关知识. 教师在审阅设计方案时,应纠正其中错误,指出缺点,并选出几种简易、效果好又安全的实验方案进行典型介绍.

(3) 教师是探究活动的组织者合作者.

作为探究活动的组织者,教师应创设丰富的学习环境,激发学生的学习动机,培养学生的学习兴趣,为学生提供各种便利,为学生的学习服务,建立一个接纳性的、支持性的、宽容的、适合于探究活动顺利进行的课堂气氛,教师还要注意培养学生的自律能力,注意教育学生遵守纪律,与他人友好相处,培养合作精神. 作为学习的参与者、合作者、教师以师生平等的心态积极参与探究,与学生分享自己的感情和想法,鼓励和培养学生的好奇心,和学生一道寻找真理,并且能够承认自己的过失和错误 .(4) 发挥自身特长,凝聚教师集体的教育合力.

实验是集理论与实践一体的科学,非常需要第一线的老师在实践过程中丰富与发展它. 在知识的积累

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

上,教师除了要准备教材上和个人储备之外,更多的是准备课堂上师生互动产生的新知识,这就要求教师不断学习新知识,开发课外资源,学会用互联网查阅资料,获取新知识.教师要学习其他教师好的教学经验,分享他人的教学成果,做到取长补短和精益求精.同时教师要发挥群体合力,充分利用其他教师资源,丰富与发展自我.

4.2 关注学生,努力开发学生中的课程资源

实验教学中学生是学习者、发现者、探究者、建构者,在整个学习过程中,学生始终是是教学的中心,是学习的主体.学生只有成为实验的主体,才能谈得上提高实验能力,发展科学素质.教育家苏霍姆林斯基曾反复强调:学生是教育最重要的力量,如果失去了这个力量,教育也就失去了根本.

(1) 学生的经验是一种资源.

学生的经验实际上就是学生已有的知识水平、认知结构和社会阅历等,这是我们教学的起点,因为新知识的获取必须以学生已有的经验为基础.

(2) 学生的兴趣是一种资源.

兴趣是学习的动力,要想取得理想的教学效果,就必须把教学活动与学生的兴趣结合起来,以达到事半功倍的效果.

(3) 学生的差异是一种资源.

差异普遍存在于学生中间,它会导致两种不同的情况:冲突和共享.学生之间会因为差异而形成冲突,但是如果引导得好,学生则可以共享差异,在差异中丰富和拓展自己.在信息技术的教学中,对学生中课程资源的开发显得尤为重要.

(4) 师生在教学过程中生成的经验、感受、见解、问题、困惑等都是十分宝贵的课程资源,都需要通过教师在课程实施过程中及时地加以捕捉,不断加以利用,最有效地提高课堂教学效率.

4.3 充分挖掘课本实验资源的开发与利用

化学教材既是教师开展实验教学活动的基本素材,也是学生进行实验探究学习活动的主要材料,新课程理念提倡教师由过去的"教教科书"转变为"用教科书",围绕教科书设计开发丰富多彩、形式多样的实验教学内容,突出实验在科学探究中的独特作用.新教材尝试"通过以化学实验为主的多种探究活动,使学生体验科学探究的过程,激发学习化学的兴趣,强化科学探究的意识,促进学习方式的转变",主要体现在以下几个:

(1) 实验设置科学化:新教材注重体现实验的趣味性;新教材增设了趣味性学生实验、家庭小实验和研究性课题,"兴趣是最好的老师",提高实验的兴趣,密切化学与社会的联系,使学生能学以致用,可激发学生的求知欲望.体现新教材注重实验的研究性:新教材研究性课题的引入,改变了学生的学习方式,研究性学习方式的掌握,将使学生终身受益.增强实验的主体性、趣味性、研究性:体现了新教材在现代教育心理学指导下实验设置科学化.

(2) 实验更富有探究性:综观高中化学新教材,加强了实验的探究性.例如学生通过对原电池的设计,不仅对刚学得的原电池原理、形成条件等加深了理解,而且把理论同实践密切地联系起来.在获得知识的同时,体验着成功的愉悦.

(3) 实验更富有开放性:新教材本着开放性原则,把不少化学实验设计成了开放性实验,教学效果大大提高.例如,"铁与水蒸气反应"的实验,要求学生设计一套简单实验装置使铁粉与水蒸气反应.学生需要分析如何制水蒸气、将水蒸气与铁粉反应以及检验产物之一氢气等.这种开放性实验,其思维容量之大是显而易见的.提出的方案越多,思考的角度就越广,思维愈深刻.

(4) 为了使实验绿色化,减少化学实验对环境的污染,可以减少药品的用量,采用微型的实验设备进行实验.比如:在做铜与稀硝酸反应时,可在注射器的活塞上先放上一小片铜片,再吸取少量稀硝酸,立即在针尖上钆上橡皮塞密封起来,将注射器竖立起来,产生的气体先将活塞推开,当铜片与稀硝酸脱离时,反应自行停止.

新教材上安排的化学实验体现了高中化学的发展方向,是最有价值的素材性实验资源,我们强调开发和利用实验资源决不是忽略教材这一最重要的实验素材来源,如何使实验在教学中既为学生获得知识创造条件,又为培养学生的多方面能力奠定基础,充分发挥化学实验适应素质教育基本要求的特殊功能,值得每一个化学教师不断探索和思考,构建了充分挖掘教材中科学探究的课程资源为主的探索性实验设计.

4.4 微型化学实验课程资源开发与利用

微型化学实验课程资源是由微型化学实验仪器(硬件),微型化学实验内容的设计(软件),微型化学实验的课程与教学设计(应用),掌握微型化学实验的教师和学生等多个要素组成的系统.微型化学实验课程资源的开发和利用就是以微型化学实验为载体,使其能够广泛地进入化学课程,与化学教育教学活动相联系,并充分挖掘已开发出来的微型化学实验在化学课

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

程中的教育教学价值.其开发的价值取向是有利于学生对化学物质世界探究的学习化课程资源,把重心放在为学生学习构筑一个意义建构的生态化学习环境,为学生"学"的进程提供显性和隐性的资源支持.

(1) 传播绿色化学理念.

绿色化学是从源头上消除化学过程对环境负面影响的化学,又称环境友好化学,如图 2 所示.

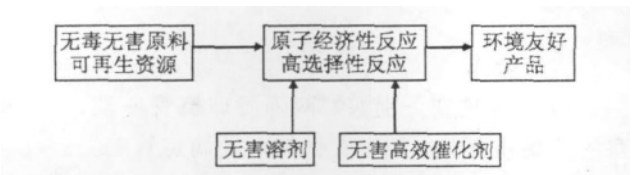

图 2　绿色化学

以这样的理念来设计的实验,不使用对人和环境有危害的试剂;把实验试剂的用量和对环境的影响降低到最低程度;尽可能循环使用或再生利用反应物质.把预防化学污染的思想贯穿于化学教育的全过程中,有利于学生绿色化学意识的形成,使他们树立保证人类生存质量的责任感.

(2) 有利于学生把握药品的实际用量,培养学生的规范化操作,提高实验的科学性和实验效果,从而培养学生严谨的实验态度和科学的实验方法,资源来自"岁月联盟".正确引导并妥善处理化学实验的废弃物(回收、无害化处理),既提高了实验的科学性、实验操作的规范化,又培养了学生良好的实验习惯.

(3) 推广微型化学实验,由于仪器的微型化和试剂的微量化,实现人手一套微型仪器,能给每个学生提供平等的学习机会,给实验方法的重新设计、改造和组合创造一个很大的思维空间.这对活跃学生思维,激发创造欲望,培养创新能力有重要价值.是化学课程资源开发和利用的新的生长点.

(4) 开展教学实验,构建了基于微型化学实验的探究教学模式.

1) 选择对环境影响尽可能小的反应物,淘汰或改进对健康危害大的实验.

对本身就需要一些有毒的化学药品,或者会产生有毒的物质,对这些实验要精心设计,尽量减少污染.如氯气的制取,由于 PP 片有较高密度,在与浓盐酸反应几小时后,未反应完的 PP 片未见其松散溶解,且固体与液体的反应接触面积较小,反应不是特别剧烈.于是利用 PP 片的这一特点,在简易启普发生器中用 PP 片和浓盐酸反应制取氯气,效果较好,而且做到随开随用,随关随停.

2) 精心设计,严格控制,最大限度节约试剂和节约能源.

教师指导学生制作一些微型仪器,寻找一些代用药品,为完成课本一些实验或探索一些物质的性质提供了极大的空间,学生可以充分发挥自己的想象力,根据自己的爱好和兴趣设计实验方案进行探索活动.如利用小试管、点滴板、多用滴管、井穴板等微型化的仪器,把医用安培瓶、一次性输液管、一次性针筒、各种口服液瓶和饮料瓶收集起来,整理分类,代替烧杯、集气瓶、广口瓶、细口瓶、试管、导管等.实验箱内的药品,一部分是学生动手从废旧物品中收集来的,如从废电池中收集到锌、石墨、二氧化锰等;一部分是由老师一次性为学生配备.

3) 采用密闭化的实验装置.无法密闭时,要加强吸收、通风或其他防护措施.使反应生成的气、液、固体都能够收集处理,避免敞开操作,防止反应物质逸散到周围环境中去.

案例 1　全封闭式苯溴代反应微型实验实验装置(如图 3).

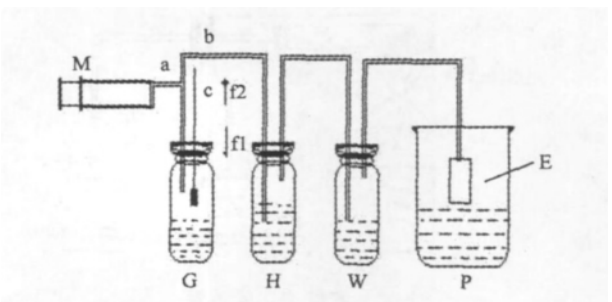

图 3　案例 1 实验装置

①a、b、c 为自由夹;②P 为盛有约 20 mL 4 mol/LNaOH 溶液的 50 mL 烧杯;③G 为装有约 1 g $KMnO_4$ 固体的青霉素药剂瓶;④H 为盛满饱和 NaCl 溶液的青霉素药剂瓶;⑤D 为 50 mL 烧杯;⑥M 为盛有约 4.5 mL 12 mol/L 浓盐酸的 10 mL 注射器;⑦导气管用输液管和 12 号注射器针头代替.

4) 加强反应物质的回收利用:回收实验步骤中剩余的药品并加以利用.回收主要包括:

i) 回收未反应的原料、副产物(含"三废"),如用 $KMnO_4$ 制取 O_2 所得到的剩余物质中主要含有 MnO_2、K_2MnO_4 和未反应掉的 $KMnO_4$,这 3 种物质的混合物均可用来加入浓盐酸制取氯气.

ii) 回收催化剂等非反应试剂,如《化学反应速率化学平衡》的催化剂对化学反应速率的影响实验中,MnO_2 是 H_2O_2 分解生成 O_2 的催化剂.在实验结束

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

时,要求学生将小试管中的 H_2O 和 MnO_2 一起倒入指定的回收容器(烧杯等)中,以便集中回收 MnO_2.

iii) 重复使用. 主要是将上一个实验步骤中剩余的药品以及回收来的化学药品用到下一个实验步骤中或用到其他的实验中去. 如前面提到的浓硫酸稀释后,不是直接倒掉,而是用到后面的浓、稀硫酸的性质比较实验中去. 再如回收的 MnO_2、K_2MnO_4 和 $KMnO_4$ 用于浓盐酸制取氯气的实验中. 这样,大大减少了药品用量,提高了药品使用效率.

4.5 自制实验仪器开发和利用

化学教学目标的实现离不开化学实验,为了更好的进行化学实验教学,我们根据化学实验的发展方向与自己的教学实际情况开发一些自制的实验仪器.

案例 2 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 热稳定性对比实验仪器的设计.

为了加强学生对 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 热稳定性的深刻理解,课本中的实验仪器可重新设计如图 4.

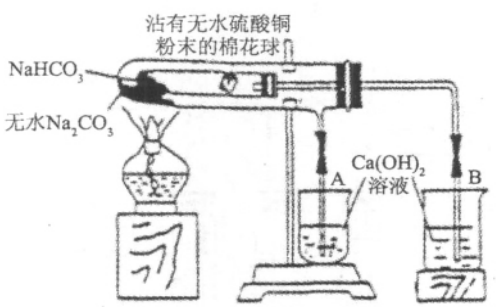

图 4 案例 2 实验装置

优点:1) $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 所处的外部条件基本相同,受热时间相同.

2) 该实验所用的教学时间少,克服了课本中分两次操作所造成的教学时间长的缺点.

3) 对比性强,学生印象深刻.

案例 3 《化学》必修一的一个实验:在两支试管中分别加入 3 mL 稀盐酸,将两个装有 0.3 g Na_2CO_3 或 $NaHCO_3$ 粉末的小气球分别套在两支试管口. 将气球内的 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 同时倒入试管中,观察反应现象(图 5). 通过比较气球的大小和气球鼓起的速度,由此实验得出的结论是:Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 都能与稀盐酸反应,但 $NaHCO_3$ 要比 Na_2CO_3 与稀盐酸的反应剧烈得多. 由于固体装在气球内,可能不是同时倒入,不方便倒入且总有不少药品粘在气球和试管的内壁上,不能完全反应,造成实验结果不具说服力;所以我对该实验做了以下改进(图 6).

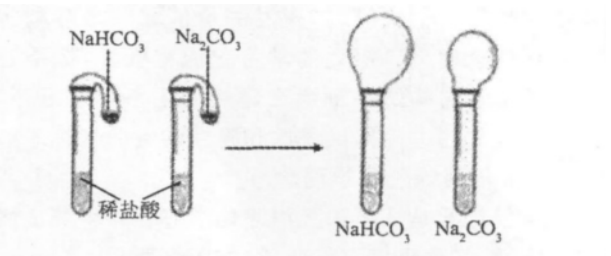

图 5 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 与盐酸反应实验图

实验操作:

1) 用橡皮塞分别塞好两硬质玻璃管一端,将橡皮塞的一端朝下倒立固定在铁架台的滴定管夹上.

2) 用量筒量分别取 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液各 10 ml,将其分别倒入两硬质玻璃管.

3) 将气球分别套在硬质玻璃管另外一端.

4) 用两注射器分别吸入 2 mL 盐酸.

5) 将注射器插入橡皮塞,将盐酸分两次同时注入,每次 1 mL,观察这 2 次气球的变化.

实验装置图及说明:

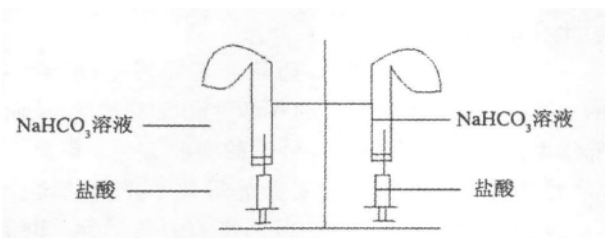

图 6 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液与盐酸反应实验图

装置改进的意义:

1) 实验第一次注入 1mL 盐酸后的实验现象区分了 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 与盐酸反应的速率;第二次注入 1 mL 盐酸后的实验现象进一步说明了 Na_2CO_3 与盐酸的分步反应即说明了速率快慢的原因.

2) 实验解决了固体 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 可能不是同时倒入的问题.

3) 实验解决了 0.3 g $NaHCO_3$ 产生的 CO_2 比 0.3 g Na_2CO_3 产生的 CO_2 多,对实验产生的干扰.

此方法特点是学生观察明显,对比性好,从而增强了实验的直观性. 总之,教师要将学生放在观察的主体地位,想方设法让每个学生获取同样的观察效果.

4.6 基于网络的高中化学实验设计开发和利用

开发网络课程,研究高中化学实验设计问题解决的思维策略网络训练是研究信息技术与学科课程整合

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

层次的问题,通过开发中学化学实验设计网络课程,发挥信息时代跨时空、大信息量、交互性和个性化学习的优势,实现自主学习、合作学习、探究学习,发展学生的信息素养(information literacy),培养学生自主、高效的学习与交流的能力和实践能力,获得可持续发展的学习动力.在网络环境下实施化学实验设计思维策略训练的实验研究,探索中学化学实验教学中思维策略训练的有效性,以促进高中生化学实验设计能力的提高,培养中学生科学思维的方法和素养.我们可以通过:

1) 建立教师备课系统.提供教师与各种资源的连接,实现教师间的交互;

2) 建立学生的网上学习系统提供学生展示平台,引导与各种资源的连接,实现学生间和教师间的交互;

3) 建立信息资源库,开发和筛选引进多种多媒体课件及网络课件,各种学习资料,推介各种多媒体网络资源信息,收集学生优秀作业和教师的优秀论文.

在化学实验教学与信息技术整合中同时还必须注意3方面的问题:

1) 多媒体辅助教学手段不能排斥或替代传统的课堂教学模式.

可课堂演示的普通化学实验绝不能以录像或动画代替.实验媒体是任何其他媒体所取代不了的,它能培养学生观察能力、动手能力、分析能力和团结协作能力,实验是最直接、最生动的媒体,化学教师不能舍本逐末,放弃垂手可做的实验而去用计算机模拟实验.教师必须按信息技术和其他手段相结合的设计原则,信息手段必须服从于学生,服从于教学的需要,教师必须发挥主导作用,不脱离自己的教学,把信息技术的长处与教师在传统课堂教学中的长处相结合,充分实现教学的完美.

2) 多媒体辅助课堂教学必须有助于突破教学重难点.

多媒体课件是突出教学重点、突破教学难点的工具,凡是能够用普通媒体如模型、挂图等实现的就无须用多媒体课件展示.应该处理好使用多媒体课件教学与传统媒体教学的关系,粉笔和黑板仍然是我们老师的主要教学工具,我们应该将多媒体课件作为课堂教学点睛之笔.

3) 多媒体积件的制作必须具有科学性.

我们教师本身担负着充分利用网络资源为教育教学工作服务的职责,同时也要积极参与网络资源的建设,使之成为网络资源的一部分,与同行交流与分享;另一方面,还要鼓励学生学会合理选择有效、合理利用网络资源,从而增加和丰富自己的学习生活经验,真正地发挥多媒体教学的优势信息化教学手段的艺术魅力,挖掘这座具有巨大发展潜力的课程资源库.

4.7　基于生活理念的高中化学实验设计课程资源开发和利用

实验更加生活化就是以学生身边常见的化学物质做实验药品,利用日常生活中的诸多现象揭示化学反应原理和化学奥妙,使学生感到“化学就在我们身边,身边无处不化学”,这有利于调动学生的学习积极性和激发他们进行实验探究的浓厚兴趣等.例如用苹果制作原电池的实验;要求学生对雨水pH进行测定,了解当地雨水状况等.具体可从以下3方面入手:

(1) 基于生活理念的中学化学实验设计课程资源开发.

1) 将学生日常生活中常见的问题或物品应用到化学实验中,可以激发学生的学习兴趣,培养学生的创造能力;

2) 学生在设计化学实验或者制作化学仪器的替代品时,都会遇到困难.这些困难的克服,有利于学生良好意志品质的培养.

3) 在生活理念下进行的中学化学实验设计涉及到实验指导思想、实验内容选择、实验仪器研制、实验装置和步骤的设计等实验各方面研究,有利于教师的专业化发展,促进教学相长.

(2) 基于生活理念的中学化学实验设计研究的内容和方法.

1) 利用生活中的物品改进化学实验装置.它包括:日常生活中的物品用来代替一部分常规的化学仪器;使用生活中的物品改进有毒气体的实验装置实现无污染;使用日常生活中的物品改进化学实验装置提高实验的安全性.

2) 以日常生活中的物品来代替化学实验药品.

3) 利用生活中常见的问题作为化学实验内容.

它包括:以检验日常生活食品成分为实验内容进行设计实验;设计检测某些药物中化学成分的实验;其他生活物品中化学成分的检验.

(3) 化学实验设计的案例.

1) 以设计检验当地饮用水硬度的实验.

2) 用微型化学实验仪器测定生活废水的耗氧量.

3) 水蒸气蒸馏法提取橙子皮中的香精油.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

5 结束语

我们教师如果用心挖掘条件，根据高中学生的身心特点和社会发展的需求，研究学生的兴趣以及能给他们带来愉悦观感的种种互动实验，充分利用现有的条件，开发出更多更好的多样性、个性化实验课程资源，就能真正凸现、发挥实验的效应，增进实验的教学功能.

参考文献:

[1] 任星. 课堂教学中的创新能力培养[J]. 人民教育，2000(8)：12-16.

[2] 彭蜀晋. 探究教学论析[J]. 化学教育，2002(4)：37-41.

[3] 王后雄. 论化学教学中创新知识标准及知识创新探索模式[J]. 创新教育论坛，2001(2)：26-30.

[4] 徐学复. 探究教学理论的发展及启示[J]. 西南师范大学，2001，27(4)：46-51.

[5] 钟启泉. 普通高中新课程方案导读[M]. 上海：华东师范大学出版社，2003.

[6] 何军华. 课程资源开发及利用中存在的问题及对策[J]. 当代教育科学，2003(6)：129-133.

[7] 徐学复. 探究教学理论的发展及启示[J]. 西南师范大学，2001，27(4)：13-17.

[8] 徐继存. 课程资源及其开发与利用[J]. 学科教育，2002(2)：42-52.

[9] 胡济良，李尚仁. 高中技术课程标准教师读本[M]. 武汉：华中师范大学出版社，2004.

[10] 徐继存，段兆兵，陈琼. 论课程资源的开发与利用[J]. 学科教育，2002(2)：35-40.

[11] 陆根土. 无机化学实验实现“整体微型化”的体会[J]. 大学化学，1994，9(4)：11-19.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net