

物理实验中开放性问题教学的几点思考^{*}

刘 菊¹, 钟绍春^{2,3}, 解月光³

(1. 浙江广播电视大学 开放与远程教育研究院, 杭州 310030; 2. 教育部数字化学习支撑技术工程研究中心, 长春 130117; 3. 东北师范大学 软件学院, 长春 130117)

摘要:物理学科紧密地与实验和问题相联系。开放性问题能激发学生学习兴趣、培养创新能力。以物理实验中的开放性问题为切入点探索开放性问题教学的可行途径是合理的尝试。现有的物理开放性问题中, 题设信息少、解答方向不明确较典型, 帮助学生学会创设问题情境是解决此类问题的关键。开放性问题教学不易实施, 教师要考虑多方面的问题: 鼓励和尊重学生, 引导学生积极参与, 不断做出有益改进; 设置开放性问题时要考虑学生的现有水平, 把握教学时机; 教学活动之后, 学生的自评、互评必不可少。

关键词:物理实验; 演示实验; 开放性问题; 科学探究; 物理教学

中图分类号:G633.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-0186(2012)08-0112-06

一、在物理实验教学中重视开放性问题的必要性分析

人类科学发展史已充分证明很多改善人类生活、推动科学进步的重大科学发现都来自科学家在敏锐地洞察到科学问题后持续不断的探究。比如: 1895 年德国实验物理学家伦琴在研究阴极射线管的放电现象时, 有一次偶然地在旁边放了一包密封在黑色纸包里的照片底片, 当他把底片显影时, 发觉已经曝光了, 他敏感地意识到在这一非同寻常的现象后面很有可能是某种射线在起作用。经过进一步的实验, 伦琴证实了 X 射线的存在, 由此成为历史上第一个获得诺贝尔物理

学奖的科学家。对于科学家来说, 科学探究是用于研究所发现的科学问题并基于这些问题提出假设、获取证据进而证实某种理论或方法的过程。将科学家的思维、工作方式迁移到学生的学习中来, 帮助学生获取知识、掌握科学的研究方法和思想观念, 同时形成正确的科学观、世界观和价值观是科学教育领域内的研究者们倡导科学探究学习的初衷和最终目的。在以往人们的认识中, 科学一度被视为神圣无比、不可侵犯的, 而现在我们知道, 科学不是僵死不变的知识体系, 而更应该是一种多维度的科学探究活动。学生可以通过模仿科学家的研究方式, 自主建构知识的意义并形成良好的科学素养。从本质上说, 科学探究

^{*}本文系东北师范大学“十一五”哲学社会科学行动计划重大攻关项目“信息技术促进基础教育改革的支撑体系与方法研究”(编号: nenu _skb2007) 成果之一, 并受全国教育科学“十一五”规划国家一般课题“农村基础教育信息化绩效评估体系构建及应用研究”(编号: BCA100097) 资助。

收稿日期: 2010-11-20; 修回日期: 2011-03-07

作者简介:刘菊(1980—), 女, 辽宁沈阳人, 博士后, 浙江广播电视大学开放与远程教育研究院助理研究员, 研究方向: 物理学科教学论, 数字化学习的理论、模式和资源设计; 钟绍春(1965—), 男, 吉林双辽人, 东北师范大学理想信息技术研究院院长, 软件学院院长, 博士生导师, 教育部数字化学习支撑技术工程研究中心主任, 主要研究方向: 信息技术与课程整合、教育资源及支撑软件、分布式系统与数据挖掘等; 解月光(1957—), 女, 东北师范大学软件学院教授, 博士生导师, 主要研究方向: 教育技术学、课程与教学论。

的过程即科学问题不断得到解决的过程，贯穿于这一过程始终的是科学的思维方法和探索精神。科学探究促成了当今科学体系的建构，因此在科学教育中人们日益重视运用科学探究的学习方法促进学生的学习。

在物理学的发现史上，如果我们再进一步解析科学家的科学探究活动，还会发现其中两个深层次的问题。第一，重大物理问题的识别通常源自实验现象。如上面提到的伦琴发现 X 射线；再如 1820 年奥斯特在给学员们上课时，即兴在课后做了一个实验，发现了电流的磁效应；等等。物理实验还是科学家们用于验证探究过程中所提出理论假设的最重要且直接的途径。第二，物理学领域内的探究常常发端于实际生活中的真实问题情境，即问题的初始条件、解决问题的目标与途径常常是不确定的，这几乎涵盖了开放性问题的绝大部分主要特征。在本质上，物理学中的科学探究也就是结构不良的开放性物理问题的解决过程。^[1]因此，在物理实验教学中注重利用开放性问题促进学生的学习有着重要的意义。

物理教学领域的研究专家早已意识到了物理实验、科学探究和物理问题三者之间相辅相成的紧密关系。2003 年教育部制定了《普通高中物理课程标准（实验）》，其中“高中物理课程关于科学探究及物理实验能力要求”模块十分强调科学探究、物理实验和问题之间的联系，而且赋予了物理实验能力相当丰富的内涵。^[2]

物理实验教学的最终目标应是让学生通过实验，经历观察、质疑、思考、分析、综合、比较、抽象、概括、具体化等思维过程，自己发现问题、解决问题并得出结论，在亲自体验知识形成和发展的过程中，学会科学探究，发展科学思维，积淀科学素养。这就要求广大教学工作者在物理实验教学中，初期应该呈现给学生结构良好的封闭性物理问题，这对帮助他们形成对物理学原理、规律中相对稳定、核心部分的认知非常必要。但同时也应该意识到，封闭性问题的解决对于学生物理思维的进展仅仅提供了初步的机械训练，对于学生学好物理、自觉地运用物理知识解决课堂学习以外的问题并不是充分的。在学生的思维发展到一定程度，较好地掌握了课本中的物理知识之后，在教学中适当地呈现一些富于变化

的、源于真实情境、具有不良结构特征的开放性问题，将对学生物理知识真正意义上的个体建构以及灵活迁移具有重要促进作用。《普通高中物理课程标准（实验）》中的评价建议部分从面向测验和考试命题的角度再一次强调了开放性问题：“测验和考试的命题应该注重理解和应用，要研究并设计有助于学生思维发展、联系生活和社会的开放性问题。”^[2]综上所述，广大一线教师与教育教学研究工作者理应在思考物理教育教学实践时，给予物理实验中开放性问题相当程度的关注。

二、物理实验中开放性问题情境的创设

爱因斯坦曾指出：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要，因为解决一个问题也许仅是一个数学上的或实验上的技能而已，而提出新的问题、新的可能性，从新的角度看旧的问题，却需要有创造性的想象力，而且标志着科学的真正进步。”^[3]时至今日，人们已普遍认同提出问题要比解决问题更能体现一个人的知识视野和思维水平。但以往的相关研究始终围绕着提出问题和解决问题而展开。建构主义学习理论同时强调学习者的已有认知结构和学习情境，认为它们是影响学生学习的两个至关重要因素，因为正是两者之间的具体互动创造了知识。^[4]

任何知识都应该结合其具体的情境来学习，也应该放到其后的具体情境中去应用才有意义。问题的提出与解决尤其离不开具体的情境。在课堂上，基于时间有限和追求效率的考虑，问题情境通常都是由教师创设。其实，在条件允许的情况下，问题情境也可以由学生自行创设和构建。比如，中考物理试卷中曾出现这样一道试题：一个电水壶，请从力学、热学、电学的角度中的某一个角度或综合性角度设问，并针对设问作简答。题中只给了“一个电水壶”的信息，并不足以构成一个完整的问题情境，问题情境的创设是学生首先要完成的步骤，是进一步提出问题、解决问题的前提。这种信息不完备、目标不确定或解题策略不唯一的问题统称为开放性问题，它在概念上与结构不良问题^[5]较近似，一般情况下视为等同。此类问题通常与日常生活密切相关，不同年级、不同专业、不同角度的解决者均可以提

出自己解决问题的方案。^[6]如今,这种开放性问题已更多地受到了人们的关注,不但在中考和高考中时有出现,而且还在一定程度上引领了命题改革,乃至教育评价创新的发展方向。在解决问题、提出问题的基础上,增补“创设问题情境”这一项,我们将面向问题得出更加完备的学生能力培养体系,它们是逐步提高、逐层深入的关系,三者都是促进学生形成问题意识的重要方面。

人们对于开放性问题建模的研究由来已久,只是它不同于以上通过自行增加题设信息以创设问题情境的情况。而是需要在大量冗余的信息中首先甄别出有效信息,才能明确具体可操作的问题情境。将这类开放性问题放在物理教学的领域里来看,发现它们或是所涉及的概念、规律或原理不够明确,或是问题结构本身未经过良好的组织。如在串、并联知识的综合运用阶段,一物理教师设置了这样一道实验设计题目:“在日常生活中我们常常会见到用来点缀夜晚门市或缠在树上的一串串小灯泡,它们四五十个串成一串,五颜六色,十分漂亮,人们会直观地认为它们是串联的。同学们已经知道串联电路最重要的一个特征就是其中一个用电器断路,则所有的用电器中都不会有电流通过。但是如果仔细观察这些小灯泡则会发现,在这一串串的小灯泡之中,由于长时间的接通,有的小灯泡灯丝已经断了不再发光,而非常奇怪的是,这一串中的其他灯泡并未同步熄灭,只是看上去略微暗了一些。这个现象似乎与我们学过的串联电路的知识是相违背的。这是怎么回事呢?这些小灯泡到底是串联的还是并联的?请大家设计一个实验来说明。”在设计实验之前,学生们首先要知道这一现象背后的原理是什么。学生对于这样的问题常感到无从下手。其实在问题结构和其中关涉的知识明晰之后,开放性问题的解决就不再困难了。为了形象地加以说明,教师从串灯中摘取了一个灯泡,仔细观察灯泡的内部,原来每个灯泡内除了灯丝 R_1 外,还有另一道电阻丝 R_2 与 R_1 并联,且 R_2 远大于 R_1 。因此正常情况下,大量电流流过 R_1 ,保证每个灯泡正常发光。当其中一个灯丝断掉后, R_2 仍能保证电路中有电流流过,但此时断掉灯丝的灯泡的电阻由于失去一个小阻值的并联

电阻(灯丝),其总电阻增大,分到的电压也相应增大,其他灯泡的电压就有所降低,所以整串彩灯都将略暗一些。^[7]实际生活中的问题以开放性问题居多,物理学科又与日常生活联系极为密切,从理论上来说,开放性问题的教学价值大于封闭性问题。开放性问题作为联系物理知识与日常生活的重要纽带,理应发挥作用促进学生真正意义上的物理学习。

上面的“串联彩灯”问题所以能收到较好的教学效果,除了问题形式较开放以外,还有一个原因:问题中描述的现象与根深蒂固地存在于学生头脑中的认识产生了矛盾和冲突。教育心理学的相关研究早已表明,这种实际现象与已有认识的相悖可以最大程度地激发学生的兴趣,促进学生自动自觉地动脑思考。教师以往教学经验也表明,越是奇异的现象与引起矛盾的说法,越容易引起学生的兴趣和对于事物或现象的深刻思考。演示实验就常常能够较容易地展示出一种与常规看法相悖的现象,从而激发学生的认知矛盾与冲突。另外,物理教学中演示实验的应用途径相当广泛,依据不同的培养目标通过设计不同层次的问题来实现演示实验的多种变式也是容易做到的。以物理教学中的经典演示实验——“静电散花”为例。^[7](如图1)

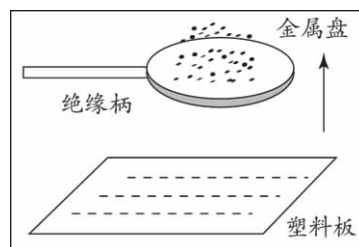


图1 “静电散花”演示实验

如果想通过该演示实验培养学生解决问题的能力,应该在实验完成后设置一些较封闭的问题,如:为什么要摩擦塑料板?塑料板上放置的金属盘在该实验中所起的作用是什么?如何解释看到的实验现象?等等。

在学生具有了利用相关学科知识解决问题的能力基础上,可以针对演示实验的现象提出较开放的问题培养学生自己发现问题、提出问题的能力。仍以上述“静电散花”实验为例,培养目标不同,设问方式则不同。如此时教师提出以下问

题：针对这个实验的现象，你想到了哪些问题？要想重复该实验，得出相同的实验现象，需要注意什么？请认真分析老师的演示的过程，并尽可能地注意其中的关键要素与步骤，然后上台按自己的想法面向同学做一下这个实验，看看是否能够让大家看到同样的实验现象。后一次所设置的问题更具有开放性，没有把学生的思维局限在某一个或某几个具体的事物上，也没有孤立地将其中的具体要素或实验分离出来进行设问，而是要求学生从实验全局、从综合的角度全面考查整个实验，自主分配他们的注意力和联系已有知识提出问题 and 解决问题。

利用实验促进学生物理知识的学习和技能的培养，不仅限于课堂上的演示实验和学生分组实验。新版物理教材十分重视实验的设计与安排，在演示实验、实验模块以外，还设置了“做一做”（或叫“大家做”）等扩展性实验项目。此类实验通常从学生的日常生活经验出发，与学生的实际生活联系得更紧密，其中提出的问题通常是没有提供明确的初始状态、目标状态以及解决方法，甚至未给出完整信息的问题。类似于前述的“一个电水壶”开放性的中考试题。有的教师巧妙地将它改成了一个很好的开放性课后实验项目：请同学们回家用电水壶烧一壶热水，仔细观察你家的电水壶以及电水壶烧水的整个过程，然后从力学、热学、电学中的某一个角度或综合性角度描述实验现象，尽可能多地联系物理知识提出一些问题，并做出简要回答。

有的学生设置的问题情境源于对电水壶静态的观察，如从力学的角度设问并简答：壶嘴能否做得比壶肚口低，为什么？答：不能比壶肚口低，因为壶嘴与壶肚构成一个连通器，根据连通器原理，壶嘴低于壶肚，壶肚内的水就不可能装满，壶嘴和壶肚间如果保持在同一个水平面上，超出壶嘴部分的水会通过壶嘴溢出，造成浪费。同样基于连通器原理的思考，还有的学生设问：要想把壶中的水方便地倒出，壶嘴应该安装在什么位置？也有一些学生考虑的是杠杆原理在壶把手设计上面的应用，而设问：怎么安装壶把手使人们拿起水壶的时候更省力？等等。更多的学生设置的问题情境与烧水的实验过程和现象相联系。如：从热学的角度提问并简答：当水快烧开

时，壶嘴、壶盖与壶身的缝隙处冒出的白气怎样解释？答：部分水变成了水蒸气，通过壶嘴和缝隙冒出，遇到壶外较冷的空气，凝结成小水珠，在日光的照耀下，好似白汽。还有的同学设问：水壶中的水能否灌满？为什么？电热圈可否不放在壶肚口的下端，而放在上端，为什么？等等。从电学角度的提问和简答有：用电水壶烧水的同时，为什么不影响其他家用电器的使用？我家电水壶的铭牌上标示着容积为 2 L、额定功率为 1.5 kW，这样的电水壶能不能在 15 分钟内将 10℃ 的水烧开？等等。

借助物理实验中开放性问题的设置可以为学生提供更全面的思考维度和更广阔的想象空间，从而促进他们发散性思维的发展，对于培养他们的创造性具有重要意义。创造性思维具有发散性在教育心理学研究领域里已得到了研究者们的一致认同。^[9]凯斯特勒在对此进行了较深入的研究后明确指出：创造性思维就是将两个先前没有什么联系的体系（观点或理论）联系起来。^[10]不难看出，相对于聚敛性思维，他更加肯定了发散性思维在创造性思维中的地位。发散性思维的重要特征正是能够在通常认为并不相关的两个事物之间建立起有意义的联系，这种联系可以为解决问题开辟新的创见，提供新的视角，得出非比寻常的解决问题的方法。在科学发现史上，举出一个支持以上观点的例子并不困难。例如，阿基米德在测量王冠含金量时，一开始无法解决，后来他在洗澡时受到启发，把洗澡中出现的浮力现象（密度问题）和王冠含金量的测量问题联系起来，从而创造性地解决了问题。

三、开放性问题思维训练的原则

开放性问题的提出和解决需要打破惯常思维，从多个角度，把问题放在更广阔的视野中加以考虑，因此有的人提出的观点在他人看来是毫无关联，甚至不可理解、匪夷所思的。在对学生进行开放性问题的思维训练（以下简称开放性思维训练）过程中，教师要特别注意及时干预和引导，以防离题太远；但同时又不能对学生的发散性思维限制太多。^[11]另外，开放性思维训练对教师的知识储备和教学策略提出了更高的要求，在相关主题的开放性思维训练之前，教师只有做足

准备,才能在引导的过程中收放自如。总的来说,训练学生的开放性思维应遵循以下基本原则。

(一) 鼓励和尊重

教师的态度在开放性思维训练中起着关键作用。传统教学中教师常常下意识地抑制看似与主题无关的问题和想法,视之为教学中不受欢迎的干扰因素。教师对于新奇和想象是接受还是拒绝,对培养学生的创造性至关重要,拒绝开放性思维中的观点和见解无疑会抑制甚至扼杀创造性。因此教师的鼓励是必要的,应该尽可能地让学生们感受到,他们就某一主题提出的任何创造性的、有意义的见解都会受到赞扬。“头脑风暴”常被用来进行创造性思维的训练,基本做法:由教师或其他人先设定一个主题或问题情境,然后鼓励学生们积极思考,大胆说出所有想到的观点、见解和结论,让这些观点不断地衍生下去。

(二) 加强教师的引导,注重有益的改进

开放性物理问题的解决有赖于过程中一系列问题的渐次逼近,不宜在某个具体的简单问题上消耗过多时间。因此,为了避免一些学生的天马行空,在不打击学生参与积极性的前提下,教师的引导相当必要。在教师巧妙引导助学的过程中,学生不断地解决一个又一个的简单问题,不断建立问题解决图式,为后续更复杂问题的解决打下基础,才能最终在教师的帮助下画龙点睛地添上最后一笔,勾勒出整个开放性物理问题的解决图式。而且学生在面临开放性这一问题学习中的“新生事物”时,难免会在表征问题、建立假设时犯错误或者存在不妥当的地方。而只有正确地表征问题才能建立合适的假设,最终导向问题的成功解决。从这方面看,教师也有必要帮助学生们对假设作出正确的判断。让学生认识到假设存在问题的最好方式并不是直接告诉学生假设应该是什么,如果能够引导学生依据错误假设推演出一个明显的错误结论,教学效果会更好。这种方法能有效激发学生的自我反思与纠错欲望,然后自发地重新回到假设起点,再次建立表征。^[12]古希腊著名哲学家苏格拉底是这种“诘问式”教学的鼻祖,时至今日,这种问答式教学方法依然被认为能够十分有效地促进学生的学习。在“头

脑风暴”进行的过程中,教师也是讨论群体的一部分,也要积极地参与进去。相比于学生提出的观点和问题,教师的参与带有一定的目的性,引领讨论的大方向,或使话题更贴近教学目标,或促成更有创见性、深层次意义的观点生成,这将使得整体“头脑风暴”不断向有益改进的方向进行。

除了专门进行的思维训练,教师还应该在日常教学活动中,认可、倡导学生的创造性行为,并就一个问题鼓励学生思考各种可能性的解答,这种日常的训练更有意义。教学活动之外,教师也有必要利用各种机会促进学生多多反思,让他们自愿地花时间产生和发展自己新的想法。

四、开放性问题的教学建议

开放性问题解决的不确定性特点决定了它不是一个简单的人类认知过程,需要综合认知主体的先前经验和外部环境来共同建构开放性解决问题的图式,还需要个体情感、意志的参与,其中既有连续的理性逻辑思考,又有直觉、顿悟等非连续性的感知体验,能够最大限度地展示人类智慧非线性、复杂性的特征,这就决定了开放性问题的教学复杂多样、变化多端,正是由于此原因教师对于开放性问题的教学常常感到力不从心。以下教学建议为教师在进行初步物理开放性问题的教学实践时提供借鉴。

(一) 设计开放性问题时,应考虑学生的现有认知水平、原有知识背景和年龄阶段的思维特点

忌用大而无限、内涵外延不清、学生无从下手的主题和问题。首先,问题情境最好是学生熟悉的,这样有助于减轻学生的认知负荷,快速地切入问题本身,调用已有的知识经验来对问题解决发表意见;其次,问题的起点低一点更好,不会让学生望而生畏,在逐渐深入的过程中不同学习水平的学生才都有可能参与进来,根据个人不同的能力水平构建差别化的问题解决图式;再次,为了便于开展上面提到的“诘问式”教学,可以针对学生易错的问题设计开放性问题,教师从旁协助鼓励学生在自我分析、反思中纠正错误,得出正确的结论。以上是实践层面的经验总结。温州大学的叶建柱老师在对物理学中开放性

问题的分类与特点进行详细研究之后,从理论分析的角度认为较高水平的开放性问题至少具有以下四个特征:较高的知识关联度,较高的预设明确度,较高的信息综合度,较高的思维激活度。^[13]

(二) 把握开放性问题教学的适当时机和合理途径

与传统教学中的封闭性问题相比,开放性问题的思考和解决无疑需要更长的时间、耗费更多的精力,这是开放性问题难以应用于教学实践的最大障碍。专题讨论课是开放性问题的一条理想教学途径。它能够为学生就某一个问题充分地讨论交流、自由地发表意见、相互启发进行思维碰撞提供时间上的保证。开放性问题在课后布置给学生也是比较好的选择。这样学生不但不受时间限制,也突破了空间的限制,有可能运用查资料、做调查、做实验等多种手段解决问题。但课后作业的形式也存在明显的缺点,因为由学生单独完成的作业无法体现开放性问题的交流学习本质,个人的学习视野容易受到局限。为了弥补这一不足,教师除了可以适当地安排时间积极引导学生就开放性问题课后作业进行交流讨论外,也可以先向学生说明评价他人开放性课后作业的标准,然后引导他们互评。如果教师能结合日常测验、期中期末测验的常规评价手段,通过在其中适当地设置开放性问题,引领学生面对、积极解决开放性问题,将取得更好的教学效果。发挥开放性问题的评价功能,将其作为新型的评价工具是教育教学评价改革的重要着力点,具体的实施方法与实践验证还有待进一步的研究。

(三) 多种评价方式相结合,重视学生的自评和互评

开放性问题的解决过程以及最后形成的问题解决方案没有统一的评价标准可言,因此教师应该摒弃以往简单的、量化的评价标准,转而以定性评价和定量评价相结合、终结性评价与过程性评价相结合的综合评价方式替代,力图从“对学生学习的评价”向“为学生学习的评价”转变,突出学生的主体性地位,以促进学生的学习和发展为最终目的。就评价内容来说,不仅要评估学生的问题解决结果,还要关注学生的整体学习过程,包括学生参与活动的态度、在活动中的创新

精神和实践能力的发展状况,以及学生对新的学习方法、方式的掌握情况等。^[14]在评价的形式上,除去教师给予的必要性评价外,还应该将学生的自评、互评作为重要参考依据。自评是促进学生学习策略生成的内因或说是内部动机,只有学生自己才能最及时、清楚地了解自己在学习过程中成功或失败的信息。开放性问题解决这一新型的学习方式正有利于个体反思和自我评价这一元认知能力的发展。它们能够帮助学习者在学习过程中通过评价和反思自己的问题解决学习过程,相应地调整他们的学习策略,更接近于专家的思维习惯,从而将学习变成一个持续的和扩展的过程。^[15]另外,开放性问题解决的对话本质决定了其教学活动以小组合作的方式来开展更为合适,学生以小组的形式聚集在一起,通过知识共享、交流合作共同建构问题解决的图式。在与人合作或竞争的过程中,除了认识自己,学生们还可以基于自己的评判标准为他人形成一定的评价结果。汇总多个学生从不同角度、不同侧面面对同一个学生的评价信息,将使得对该学生的最终评价结果更加真实、客观。学生们由于在一起相处的时间较多,相互了解较深,便于清楚地看到同伴的优缺点,因此学生间的互评结果中的信息一般来说相对于教师的他评和学生的自评更具有客观性。

参考文献:

- [1] 孙玲玲. 结构不良物理问题解决研究 [D]. 大连: 辽宁师范大学, 2006: 45.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(实验) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2003: 11, 51.
- [3] 爱因斯坦, 利·英费尔德. 物理学的进化 [M]. 周肇成, 译. 上海: 上海科学技术出版社, 1962: 66.
- [4] Peggy A Ertmer, Timothy J Newby. 行为主义、认知主义和建构主义(下)——从教学设计的视角比较其关键特征 [J]. 盛群力, 译. 电化教育研究, 2004 (4): 27—31.
- [5] 陈琦, 刘儒德. 当代教育心理学 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2009: 327.
- [6] 缪茜惠, 冯锐. 非良构问题解决教学——高效学习的有效途径 [J]. 扬州大学学报, 2010 (4): 76—81.
- [7] 程琳. 多维视域的物理课程与教学专题研究 [M].

- 沈阳: 东北大学出版社, 2009: 77.
- [8] 刘炳升. 科技活动创造教育原理 [M]. 南京: 南京师范大学出版社, 1999: 65—67.
- [9] 郝娟. 高中生解决结构良好与结构不良物理问题表征及策略的差异 [D]. 郑州: 河南大学, 2009: 12—13.
- [10] 邵志芳. 思维心理学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2007: 154.
- [11] 刘克. 中学物理教育中的开放性问题研究 [D]. 北京: 首都师范大学, 2008: 26—29.
- [12] 黄伟. 破解课堂提问的一个难题——开放性提问 [J]. 河北师范大学学报 (教育科学版), 2009 (12): 31—36.
- [13] 叶建柱. 论物理教学中提出问题的水平 [J]. 课程·教材·教法, 2007 (5): 58—61.
- [14] 管媛辉. 基于劣构问题综合实践活动课教学探索 [D]. 长春: 东北师范大学, 2006: 24.
- [15] Hung W. The 3C3R Model: A Conceptual Framework for Designing Problems in PBL [J]. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 2006 (1): 55—77.
- (责任编辑: 钮 瑛)

Reflections on Open Questions in Physical Experiment Teaching

LIU Ju¹, ZHONG Shao-chun^{2,3}, XIE Yue-guang³

(1. *Open and Distance Education Research Institute, Zhejiang Radio & Television University, Hangzhou Zhejiang 310030, China*; 2. *Engineering & Research Center of E-learning, Changchun Jilin 130117, China*; 3. *Software College, Northeast Normal University, Changchun Jilin, China 130117*)

Abstract: Physics is closely linked with experiment and problem. Open questions can stimulate students' learning interest, and cultivate their innovation abilities. It is reasonable to promote open questions teaching practice by introducing open questions into experiment teaching first. In the existing physical open questions, a typical type is the ones which give little information, and don't direct definite answers. For such questions, we should help students learn how to found question situations to solve them. Teaching with open questions is not easy; there are many kinds of issues to consider. First, students should be respected and encouraged to join in and make improvements in the process. Additionally, students' present level should be taken into consideration when setting open questions and teaching opportunities should be grasped. After the teaching activities, self-assessment and mutual evaluation from other classmates are necessary.

Key words: physical experiment; experimental demonstration; open questions; science exploration; physics teaching

(上接第 76 页)

An Investigation of Grammar System in New Curriculum Experimental Japanese Textbooks

LI Jia-xiang

(*People's Education Press, Beijing 100081, China*)

Abstract: The new curriculum experimental Japanese textbooks adopt the grammar system of Japanese education under the guidance of Japanese Curriculum. This article mainly investigates the grammar system in terms of word category and the inflections of verbs & adjectives. In the case of word category, there are six changes of Japanese vocabulary, compared with original Junior and Senior high school Japanese textbooks. In the case of inflections of verbs & adjectives, four fundamental changes occur. Compared with traditional school grammar system, the grammar system of new curriculum experimental Japanese textbooks has six advantages, such as suitable handling of verbs & adjectives inflections and accurate presenting of Japanese grammar categories concepts. At the same time, it is mentioned that improvements should be made in new curriculum experimental Japanese textbooks in terms of grammar system redesigning, critical grammar items processing and the use of alphabets; the plan of improvement is posed in the article as well.

Key words: New Japanese Curriculum; grammar system of Japanese education; advantages and disadvantages; the improvement plan