

初中物理习题 情境设计探索

仲新元 编著



上海科学技术出版社

初中物理习题情境设计探索

仲新元 编著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是作者根据自己多年来的教学研究经验和感想,依据现代物理教学理论,提出的对初中物理习题情境设计必要性和迫切性的思考,并阐述了自己在这一探索过程中的思路和方法。全书主要在对自已原创的物理习题分析和阐释的基础上,给出了多种形式情境设计的物理习题,具有较高的实用性、可操作性和前瞻性。本书可供广大物理教学和研究工作者在教研及资料编写、试题命制工作中进行参考。

图书在版编目(CIP)数据

初中物理习题情境设计探索 / 仲新元编著. —上海:
上海科学技术出版社, 2018. 3 (2018. 6 重印)

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3738 - 2

I. ①初… II. ①仲… III. ①中学物理课—教学设计—初中 IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 256448 号

责任编辑 金波艳 戴 薇

初中物理习题情境设计探索

仲新元 编著

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)

常熟市华顺印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 8.25

字数 166 千字

2018 年 3 月第 1 版 2018 年 6 月第 2 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3738 - 2/G · 801

定价: 25.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题, 请向承印厂联系调换

前言

物理学是人类在探索认识自然界奥秘的过程中发展起来的一门科学,能在很大程度上解释人们所迷惑的未知世界的科学。利用从物理学中归纳演绎出的科学原理,人们既可以解决现实问题,又可以推论事物发展演变的规律。物理学所展现出的科学的美妙使她又成为能让世人着迷的艺术。

习题是人类在学习领域的一大创举,它用模拟现实的方式,以最小的成本、最低的危险,在最大的范围内对事物进行探究,并能令人信服地解决其中的问题。好的习题情境更能将教育的科学性和艺术性融为一体,用这种方式培养学习者发现、分析和解决问题的能力,能够极大地提高学习效果。

物理习题更是将物理问题跃然纸上,特别是能将人们难以甚至无法企及的事物呈现出来,学生无须看到或接触到真实的事物,即能在较短的时间内,用较少的精力学习更多的物理知识和问题解决方法。在学习物理学的过程中,好的习题除了能起到巩固学习成果,应用学过的物理学原理发展科学能力的作用之外,还是提高物理学学习效率的重要途径。

然而,学生普遍认为学好物理是非常困难的。加之他们每天都要打交道的物理习题要么令人生畏,要么枯燥无味,更是加重了这种心理。特别是在当前,物理教学的根本目标在很大程度上是为了应试,而在应试中行之有效的策略是“题海战术”,愈发使丰富多彩的物理学成了令学生厌烦的学科,人类智慧的结晶——习题也失去了原有的作用和风采。“我们已经走得太远,以至于我们忘记了为什么而出发。”

据此,我们设想:能否合理地改革物理习题,创设或优化学生感兴趣的问题情境,使物理习题成为学生乐此不疲的学习形式,进而激发起他们对物理学的热爱,并由此发展物理能力和科学素养呢?

从20世纪90年代起,笔者有针对性地对增强物理习题的教育功能进行了探索,并特地选取初涉物理学,且认知能力尚处快速发展之中的初中学生作为研究对象。根据国家教育改革和素质教育的要求,了解学生的认知能力和兴趣爱好,依据教学要求和评价体系,并借鉴国外先进的教育理念,提出了在物理习题中渗透情境元素的策

略,即设计合理的习题情境,使习题具有多种增强学生科学素养的功能。

为此,笔者由点及面地进行了课题研究,发表了数十篇相关论文,命制了数百道情境化的物理习题,并在实践中不断改进、调整,用令人满意的教学效果佐证了这一策略的可行性和有效性。通过实践探索,升华形成了物理习题情境教学中的“三个顺应原则”,并得到了国内外同行的一致认可。

由此作为基础,笔者集多年来的思考、实践探索和认识于一体完成了本拙作。

在本书行将付梓之际,我要感谢我的老师刘炳升教授。读大学时耳提面命,毕业后仍言传身教,本书中的很多观点,多得益于刘老师教学思想的启发和指导。

我还要感谢徐明、曹颐平、邱益民、吴小凡、舒惠、王海燕、付正龙、曹开铮、孟强、杨振宇、鹿晓波等参与研究的各位教师们,是他们通过辛勤的教学实践探索使本研究的成果不断完善,所提供的很多鲜活的教学和研究案例为本文中的许多观点提供了支持。

我还要感谢苏州大学的陶洪教授,是他在主编《著名特级教师教学思想录》时对本人观点的偏爱和鼓励,使我萌生了编写此书的勇气。

需要说明的是,本书是以管窥之见呈现给各位同仁的。囿于本人水平所限,错误和不足之处难免,还敬请各位拨冗指正。

仲新元

2017年夏于徐州

目 录

第一章 对初中物理习题的思考与认识	1
第一节 物理教学与物理习题中的情境设计	1
第二节 初中物理习题教学现状	6
第三节 初中物理习题情境设计的思考	14
第二章 创设初中物理习题情境的实践探索	34
第一节 基于现代科学技术的情境设计	34
第二节 基于生活常识和日常现象的情境设计	39
第三节 基于社会热点事件的情境设计	43
第四节 基于科技史教育的情境设计	50
第五节 基于军事科技知识的情境设计	57
第六节 基于多学科综合知识的情境设计	64
第七节 基于科技制作活动的情境设计	70
第八节 基于合作学习的情境设计	75
第九节 基于双语学习的情境设计	82
第三章 初中物理习题情境设计撷秀	88

第一章

对初中物理习题的思考与认识

第一节 物理教学与物理习题中的情境设计

物理教学的重要目的之一,是让学生以科学的眼光更深入地了解现实世界,掌握探索和解决实际问题的方法,培养在飞速发展的现代社会中生活的能力。因此,要使学生更好地理解科学,适应社会发展的需要,就应在物理教学中以教育的形式开放性地创设与现实世界相近的客观情境,即物理环境,让学生在与这种环境的不断作用下,学习、掌握、巩固和发展解决现实问题的方法和技能,不断发展创新意识和实践能力,并以此为基础培养学生对物理学乃至整个科学领域的情感,增强自己对人类社会的使命感和责任感。

一、情境教学理论和物理教学

情境创设在教学中有着无可替代的重要作用。一般认为,现代情境教学理论完善于20世纪90年代初。它一出现,即如吹起的清新之风,为学科教学注入了新的活力。对此,美国著名教育心理学家乔纳森(D. H. Jonassen)曾赞誉,以情境为核心的教学“成功地引起了研究者的兴趣”,并且成了学科教学领域中“光明前景的另一个信号”,^[1]也使物理学科教学有了新的研究对象。

情境教学理论认为,人类在学习、掌握知识的过程中,应与实际的客观环境相联系;应用所学的知识更不能与客观环境相割裂。课堂教学虽然没有真实存在的客观环境,但可以创设模拟的教学情境,在这种情境化的脉络中,学习者才能更清晰、更准确地认识到知识的本质,了解应用的对象,掌握利用知识去发现、分析、理解和解决真实世界中问题的能力。

美国教育家杜威(J. Dewey)认为,思维起源于直接经验的情境。20世纪初,他就主张教学的过程应是模拟科研的过程,即将教学中待探究、解决的问题模拟为真实的现实问题,并将这一过程分为“情境—问题—假设—解决—验证”几个阶段。

苏联心理学家维果斯基(Л. С. Выготский)认为,人类自出生的婴儿期开始,就生活在

一个属于人的社会背景之中。社会情境中的一切,包括风俗习惯、宗教信仰、衣食住行、历史文化、社会制度、行为规范等,构成了人类生活中的文化世界。

建构主义课程理论更是把“情境”作为一个重要核心内容,使其承载了更为重要的教育使命,为其赋予了更加丰富的教育内涵。建构主义教学理论认为,知识是学习者主动建构起来的。而这种建构就是在一定的情境之下,使学习与一定的社会文化背景即“情境”联系起来。在实际情境下开展学习,可以使学习者利用自己原有认知结构中的有关经验去同化和索引当前学习到的新知识,从而赋予新知识以某种意义。知识是学习者在一定的情境即社会文化背景下,借助教师和学习伙伴的帮助,利用必要的学习资料,通过意义建构的方式获得的。当学习者面临新现象和新问题时,亦会根据对情境中线索的类比,调动头脑中之前处理情境时积累的多方面、多层次经验来解释或解答这些新信息和新问题。

物理学是一门自然科学,它的许多知识都来自观察和实验,物理现象和规律也体现在人类生活的各个方面和领域。如果我们用教育手段将学生在生活中通过观察、感受、阅读、交流、思考加工等方式获取的直接经验作为教学情境,令其与物理学概念和原理相结合,经过自然产生同化与顺应,就能更牢固、更准确地掌握物理学的真谛。

另外,设置物理情境的来源也应是多元的。在物理教学中,除了要设置自然科学情境外,还应设置人文科学或社会科学情境,它们也同样是学生认知、发展的重要资源。

处于恰当教学情境中的学生,总是能自觉地努力为自己创造最有利的情境认同,并采取最符合当时情境的行为方式,以从总体上感知和把握学习内容,达到预定的“知识建构”目标。

事实上,在物理教学中设置情境、利用情境进行教学,确实能在很大程度上提高教学效率,激发学生学习物理学的兴趣,在培养学生应用能力、树立科学精神、发展对物理学的情感等诸方面也成效斐然。正因如此,情境教学受到了广大物理教育工作者的青睐。风格迥异、各具特色的情境教学法也不断涌现,情境教学蔚然成风。

二、物理习题与情境教学

作为物理教学的重要环节,物理习题也是创设上述物理情境的重要途径。

1. 对物理习题发端的猜想和对其作用的认识

可以说,创设和使用习题是人类的一项创举。笔者认为,习题发明的初衷,就是要用习题模拟现实场景,用较低的成本和较小的危险性,探索提高生存能力和生产效率,探索并掌握解决以后可能会遇到的真实问题的方法,并利用其可塑性和可重复性,使能力在不断的训练中得到最大、最快的发展和拓宽。

人类的祖先在漫长的繁衍生息过程中,不得和周围的自然环境、野兽及敌人进行不懈的抗争。为了能更高效地获取维持温饱生存状态的物资,需要努力学习生产技术和生存本领。但这种真实环境中仅依靠积累实际经验来学习,往往要付出高昂的代价(甚至失去生命,如学会与猛兽搏击的技能等)和经历较长的学习周期。

于是,人们为了能在和野兽、敌人的搏斗中不被伤害而存活下来,发明了用模拟预想场景的方式来进行格斗技能训练和经验传授学习(如古斯巴达学校中利用教练或同学作为假想敌的搏击训练等),在掌握了一定的技能后再在真实场景中付诸实施,以达到提高成功率和效率的目的,并能最大限度地保证自身的安全。通过这种假想和模拟,人类又探索学会了制造工具,并通过实践不断改进和革新。同样是利用这种模拟,人类还发展起合作和群体策略,能够通过分工使工作专业化或精细化,从而更高效地解决所面临的问题。再进一步,在解决问题的过程中提出问题解决策略,并在代代传承的过程中不断充实和完善。诸如此类可能的预想、模拟的场景,应该就是习题的原始雏形。

随着人类社会文明程度的提高,很多种类的习题也从单纯的肢体行为或口口相传走上了笔头,来到了纸上。特别是通过所掌握的科学抽象方法,形成了更缜密、更切中问题本质的模型化习题,其教育性、思想性也得到了巨大的提高和升华。古希腊时期的苏格拉底所用的提问式教学方法,以及孔子所倡导的启发式教学方法,无一不透射出睿智而理性的光辉,学生在回答这些问题的过程中,除了要进行缜密的思考,寻求最佳的解决途径外,还要明确概念和原理,掌握相关的技能和方法,接受科学方法论的熏陶。

2. 物理习题的发展和作用的演变

在科学技术飞速发展的现代,伴随着教育理念的不断更新,教学方法和手段也日新月异。但无论这种变化给学科教学带来怎样的变革,习题的作用依然是巨大的。如对于物理学来说,它是为了提高解决来自客观世界问题的效能应运而生的。学生在学习物理学原理,掌握解决这些问题的方法的过程中,无法接触真实物理问题的全部,更不用说见不到看不见、摸不着的微观世界中的现象,大到广袤无垠、无法企及的宇宙演化规律了。虽然信息技术和电化教学手段可向学生展示它们的状态,但因需要特定的设备而受到限制。而利用物理习题,就可以让学生较好地掌握解决此类问题的能力。习题形式多样、涉及面广、针对性强,不需要复杂庞大的设备,也不需要手持或分解问题涉及的物体,解决问题可谓“于无声处”。

麦克斯韦(J. C. Maxwell)曾说过:“物理教学需要比黑板更大的面积,比教室更大的空间。”^[2]现代物理教育理论赋予了物理习题新的生命活力。以现代物理教育理论为基础建立起来的物理问题解决方法论,更是使习题成为人们掌握研究、解决客观物理问题的方法的重要手段。如通过建立物理模型的方法,可将复杂的多学科问题抽象为单一的物理问题,也可将多因素、多角度的貌似难以解决的复杂物理问题,用抓主要矛盾的策略和方法,简化为可解的较简单的问题。这种模拟现实的方法,将原始化的客观问题,通过抽象等方法,变成既符合客观实际,又能应用物理学原理解决的习题型问题。

美国神经科学家莱勒(J. Lehrer)在他的著作《想象:创造的原理》中提出:“创造力并不神奇,它不是我们得自遗传的特征或天使赐予的祝福。它是一种技巧,任何人都可以通过学习变得具有创造性,变得善于创造。创新不仅可以研究和测量,还可以培养和鼓励。”^[3]可以说,习题就包含莱勒所称的这种技巧元素,通过学习和解题能培养和发展创造

性。虽然这种习题只是“纸上谈兵”式的演练,但往往也能引发新的物理学问题,推动物理学研究的重大进步。如霍尔(E. H. Hall)就是通过计算带电粒子在磁场中运动所受到的洛伦兹力问题,联想到磁场中导体里的电子运动也应相应地偏转,后经过艰苦的实验探究最终发现了用他自己名字命名的霍尔效应。日本物理学家江崎玲于奈在读大学期间,在解量子力学中的薛定谔方程题时,发现势阱中的粒子在势垒中的概率可以不为零,对这一大家司空见惯的“算出来”的结论,他却通过不懈的探究,用实验证明了这一现象,奠定了隧道效应的理论基础。他们都因此而推动了物理学的进步,并获得了诺贝尔物理学奖。像这种通过做习题而发现问题、解决问题的例子还有很多,如约瑟夫森效应的发现和证明、泊松光斑的证实等,都是在进行解题演算时发现问题,后又经实验验证而获得的巨大成就,由此可以说,习题在很多重大科学发明和发现的过程中功不可没。更重要的是,通过解题而发展起来的问题意识和解题思路、技能,本身就能为发展创造力或创新意识奠定坚实的基础,并能对所得到的结论进行初级的评价。

因此,为了使物理习题发挥出上述作用,帮助培养学生发现问题、分析问题和解决问题的意识和能力,就要求我们在物理教学中为习题创设能体现和模拟现实世界中问题的情境,只有这样,才能真正最大限度地在培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力等方面起作用。

三、物理习题应发挥的作用

物理习题除了具有上述模拟现实、训练解决真实问题能力的功能外,还具有鲜明的教育功能。首先,它具有培养学生正确应用学过的物理学原理的功能。学生在解决一道物理习题及在解题中的表现,从侧面反映了他们对物理概念和原理的认知程度(如是否理解或掌握概念和原理、方法是否科学、应用是否熟练等)。解题的过程也是培养学生学习和尝试用物理学原理解决问题技能的过程,其中的思路 and 所用的方法都能反映所掌握的物理学思想和观点。

再者,学生在学物理之前,常根据日常生活中的观察、判断而形成粗浅的物理概念。通过做物理习题,学生可以发现自己的物理概念理解上的偏差,进行纠正并规范。正因为学生与习题间的作用频繁,故习题在帮助学生扬弃前概念和规范物理概念方面的作用是巨大的。^[4,5]

除此之外,物理习题教学还有利于学生心理机能的发展,在培养学生的科学情操和对物理学的情感方面也能起到积极深刻的作用。

综上所述,情境设计合理的物理习题应具有以下鲜明作用:

1. 学习、巩固和应用物理知识的可靠载体

相对而言,在物理习题中创设情境最简便易行,受客观条件限制最少。在课堂教学中,做习题是让学生学习物理概念和原理的主要方法,通过这一过程,学生易自我发现学习中的不足和理解上的偏差。很多物理概念和原理的习得,很重要的途径之一就是习题。

另外,常做习题就是“学而时习之”,对复习巩固学过的物理概念、不断加深理解、拓展应用能力大有益处。

物理习题也是检验、评价学生对所学知识的理解、掌握程度等物理学习成果的主要途径。在当前的形势下,习题是学生每天必做的“功课”,是与学生相互作用最强且最频繁的重要教学手段。因此,每一道习题都可以是一个现实世界中问题的体现和模拟,学生解决一道物理习题及在解答习题中的表现,也就从侧面反映出他们对物理概念和原理是否理解或掌握、方法是否合理或最佳、应用物理学原理是否熟练等。

教师可通过来自学生在解题过程中的表现等反馈,不断调整自己的教学策略,并帮助学生改善学习方式,不断纠正错误认识,扬弃前概念对学习的负面影响,为进一步应用所学知识和学习新知识打好基础。

2. 学生发展能力的重要途径

解决问题是物理学研究最重要的目的。物理习题情境提供了模拟真实问题的问题环境和解决问题的演练环境。解习题的过程应是学生学习和尝试通过物理学原理掌握解决现实物理问题技能的过程。学生在该环境中不断运用学过的物理知识,利用分析、综合、判断、推理等手段,解决与真实问题相似的物理习题,提出与解决真实问题相通的方法和方案。学生还可以从解题中发现新问题,再应用学过的知识分析问题,寻找解决问题的切入点,依此制订出解决问题的方案。在此过程中,学生间接但全面地与真实问题发生相互作用,使自己多方面的能力都得以发展。

德国多特蒙德大学物理系的纳赫蒂伽尔(D. K. Nachtigall)教授将知识划分为以下四种类型:① 只要求记住,有较好的记忆能力即可掌握的陈述性知识;② 不要求清楚其原理,通过培训和技能模仿即可立即使用的程序性知识;③ 经过进一步的训练,掌握能看到不同现象和事物间的异同点、知识范畴、概念类型及如何分类等的范畴性知识;④ 能够运用自如的智力操作性知识。他所定义的这种智力操作性知识具有以下特征:能够在不同的学科分支间构建联系;能领悟陈述性、程序性和范畴性知识的意义和适用范围;能认识知识的来龙去脉、本质含意和社会意义;能够把物理学中的知识、现象、定律、规则、模型等,与知识对于个人和社会的意义、可信程度、可理解程度等联系起来。可以说,智力操作性知识是知识的最高层面。^[4,5]

以上所述的四种知识都很重要,都是不可或缺的。前面的低层次知识是后面高层次知识的基础,高层次知识是在低层次知识上发展起来的,不可能一开始就要求学生掌握智力操作性知识。否则,只能是没有基础的空中楼阁。

做习题有助于发展学过的东西,使学生的认知结构不断扩展。科学地使用习题教学,可在陈述性知识、程序性知识、范畴性知识等基础上,发展成智力操作性知识。若仅是为了考取高分而进行机械式的低层次重复训练,则只能获取陈述性知识和程序性知识,而只具有这两种知识是不能说明已学懂物理的,更不可能培养创新能力。物理教学最重要的目标之一,是在教学中使学生在此基础上发展后,掌握范畴性和智力操作性知识。

3. 提高学生心理品质的良好工具

用习题教学能培养学生的科学素养和科学精神。用习题情境所涉及的科学研究案例对学生进行科学素养和科学精神教育,培养学生实事求是、刻苦钻研的治学精神,向学生渗透科学素养和科学精神都能起到潜移默化的作用。

精心设计的物理习题能考虑到学生在学习中的心理状况,利用解决物理问题培养学生学习物理的兴趣和激情,把解决物理问题后的成就感转化成对物理学的兴趣,并将其发展为主动探究科学奥秘的原动力和内驱力,经长期解题实践,从“知学”到“好学”,再到“乐学”,最终将对物理学乃至整个科学领域的兴趣转化成可伴随终生的永久性乐趣,并能在此基础上发展创新意识和创新能力。

习题的多样性和复杂性,可使学生适应各种不同的问题环境。常做习题,能提高应对突发问题时的心理素质。

做习题时,习题的演练过程有助于消除思维障碍。物理学的精确性要求和需要澄清的习题内容,对学生自觉消除感性认识不足、相关知识干扰、思维定式等消极影响等是十分有利的。

习题的新颖性和复杂性,有助于培养学生坚韧不拔的探究精神。而对物理知识的灵活运用能力的增强,将有利于学生提高自信心,为进一步的学习和走向社会提供了心理上的保障,最终反作用于学习,形成良好的思维品质和个性,使学习的收益率大大提高。

第二节 初中物理习题教学现状

学生在进入八年级(初中二年级)开始学习物理时,已通过了小学阶段综合性的《科学》课程学习,在七年级又有生物、地理等课程(也有少数地区实施《科学》课程)的学习,故在尚未学习物理课程前,学生已初步掌握了对自然界的观察、探究、归纳等基本技能和方法,对包括物理学在内的自然科学知识的原理和规律也有了一定的了解。另外,随着年龄的增长和对周围环境观察机会的增多,初中阶段学生的认知能力较小学时已有了较大的发展,对自然环境和周围的事物也有了更为深刻的认识。最重要的是,已初步培养了对科学的兴趣和爱好。可以说,初中学生就是在这一基础上开始学习物理课程的。

在当前我国初中及高中各年级的课程体系中,科学课程多是分科式的,而不是综合式的。大部分学生在进入初中后,所学的科学课程就被分成了物理、化学、生物、地理(地球和空间科学)等彼此分立的学科。相比小学阶段的《科学》课程,内容有了较大拓展,对科学名词的定义、基本科学概念和原理的描述也更加严谨和规范。

初中物理教学所具有的一个较为鲜明的特点在于它具有承上启下的功能:在小学已学习和了解科学知识的基础之上,学习和掌握更多的物理学知识和原理,深化和规范自己的认知并进一步发展能力,可为高中及以后更深入地学习物理奠定良好的基础。

因此,初中物理教学中应进一步培养学生对物理学和科学的热爱,更加注重应用能力的培养。这种热爱应是建立在培养学生对科学的兴趣之上,而应用能力的培养应是用学过的物理学知识发现问题、分析问题和解决问题,因此物理习题教学就应同时具备培养学生的科学兴趣和应用能力等功能。

基于初中阶段学生的认知能力以及数学工具等的限制,从课程标准的制定到教材的编写设计可以看出,初中物理课程在很大程度上是建立在定性分析的基础之上的,较少涉及要求较高的定量分析。这也为我们设计物理习题指明了方向,明确了定位,也为我们设计符合初中学生认知规律和兴趣爱好的物理习题划定了空间。

一、初中物理习题的现状分析

纵观现在的物理习题,并和前文中的物理习题基本功能相比较会发现,作为物理教学评价的重要手段,多年来受应试教育思想的影响,大家过重地利用了习题在选拔性评价中的作用,其评价作用被无限制地扩大,使其成了物理教学中的主要应试工具,为应试而做的海量习题也是学生繁重课业负担的主要来源。可以说,以应试为最主要目的的物理教学使习题教学的本质在很大程度上产生了异化,过多地强调了选拔性的评价功能,脱离了习题的原始作用范畴。当前的教学评价体系也使“做题”成了应试教育的代名词,并代应试教育“受过”,承受了难以担当之重。

对于这种现象,杨振宁认为:“中国过去几十年念物理的养成了念死书的习惯。整个社会环境、家长的态度、报纸的宣传都一贯向这个方向引导,其结果是培养了许多非常努力、训练得很好、知识非常扎实的学生,可是他们的知识是片面的,而且倾向于向死的方向走。这是很有害的……很多学生在物理学习中形成一种印象,以为物理学就是一些演算。演算是物理学的一部分,但不是最重要的部分,物理学最重要的部分是与现象有关的。绝大部分物理学是从现象中来的,现象是物理学的根源。一个人不与现象接触不一定不能做重要的工作,但是他容易误入形式主义的歧途,他对物理学的了解不会是切中要害的。”^[6]

物理习题作用的这种异化,易使我们联想到黎巴嫩著名诗人纪伯伦(K. Gibran)的诗句:“我们已经走得太远,以至于我们忘记了为什么而出发。”

20世纪80年代初,笔者刚走上物理教学工作岗位后不久,就发现很多原本渴望了解身边事物的原理而对科学探究充满向往,在七年级就急切盼望学习物理的学生,在进入八年级开始学习物理课程后,很快就对物理产生了较为强烈的抵触或厌恶情绪。一开始,我以为是我刚从事物理教学,经验不足或教学水平不高所致,但很快就发现,在那些有着多年教学经验、所教学生成绩出类拔萃的优秀教师的班里,也在很大程度上存在这样的问题。稍了解后,造成这一结果的原因就很清晰了:是枯燥无味的机械重复和不顾学生认知能力及感受的题海!学生原本向往的绚丽多彩的物理学,在心目中演变成为升学不得已而为之的敲门砖——题海。

苏霍姆林斯基(В. А. Сухомлинский)在他的《给教师的建议》一书中将利用习题复习称为“学习之母”,并提出了“不要把学习之母变成后娘”的建议。^[7]

但现实是,“题海战术”是应试教育中屡试不爽、行之有效的方法。这样做的后果是既削弱了学生学习物理的积极性,又因其为瞄准升学考试而设计的要求狭窄的习题,极大地限制了学生能力的提高和发展。

作为物理教学重要手段之一的物理习题,之所以会对物理学习产生负面的影响,毋庸置疑,是应试教育的作用使习题的教育功能产生了弱化和异化。综上所述,在应试教育观念影响下建立起来的习题模式至少有以下弊端和不足:

1. 知识面狭窄

单纯的应试需要使物理习题内容被囿于课本、考试要求、复习资料等狭窄范围内,对知识的掌握仅限于“考试够用”的程度。做习题就是为了对付试卷中可能出现的题目,不考的内容不做要求,不考的题型也绝不使用。要培养的是解题的速度和与“标准答案”相一致的正答率,而这是用机械的背诵定义和反复做同一内容的习题来做到的。使用的情境也是和教材上的内容密切相关的,而极少与学生自身体验、课外学习的内容和其他学科相联系,更谈不上培养查阅、引用和使用相关的专业文献资料等综合能力了,而这些恰恰会对学生的能力发展起到非常重要的作用。因此,要解决包含广袤知识的客观物理世界中的问题,这种习题教学方法是远不能胜任的。

2. 脱离客观实际

多年来,物理习题愈来愈被“做”成脱离或大半脱离实际的“纯物理”问题。使用的语言过分追求术语化,被用作问题的事例也较为抽象,不太注意在习题中创设学生熟悉或想了解的现实问题情境,也不注重让学生用周围的实际事物进行形象化的思考。有的学生在学了物理后,反而不能解决平时生活中或已学过的常见、浅显问题了。

如学生在小学数学中就学过“行程”类问题,对行程、速度和时间之间的关系了然于心,可快速地进行相关计算。但当进入初中,在学习了“速度”的概念后,反而对速度的物理意义不甚了了,更不用说用速度的定义式进行变换运算了。还有的学生在学了物理后,反而不会答诸如“你家门的宽是 90 _____ (填单位)”之类的问题了;学了国际单位和科学计数法后,算不出“容积 1 cm^3 的容器能装多少质量的水”。在由物理成绩较好的学生参加的一次初中物理竞赛中,很多学生面对天平、弹簧测力计、量筒、细线、装水的烧杯等多种仪器,竟然不知应选何种仪器来测去掉后座的玻璃灯泡的容积!

对上述现象,究其原因,在很大程度上是因为我们在教学的过程中只片面强调了物理量的定义式,记住公式只是为应付考试中的数学运算,而没有“解读”其本质含义;没有将学生常见的生活现象与物理结合起来“有依托”地思考,故没能在学生的头脑中建立起物理过程的场景而造成的。

3. 忽视创新能力的培养

在应试教育的大背景下,为在升学考试中提高分数而设计的习题多是简单的、机械

的,解题所涉及的能力多为要死记硬背的陈述性知识和模仿套用的程序性知识^[4],无法继续发展为更高层次的范畴性知识和智力操作性知识。要发展的能力也仅是为了在考试中熟练应用在平时做习题时使用过的方法,注重死记定义和公式,不太注重理解物理概念、物理学原理和建立物理学的知识体系。

这种做法造成的严重后果是机械地、低层次地重复做过的题,目的是能在考试中熟练套用这些固定方法,使试卷中要做的都是“熟题”,以达到“省时”而“高效”的目的。这样做的另一个后果是促使猜题之风盛行,对猜想可能要考的题更是如“押宝”一般重点关注,反复演练。因此,用这种做题方式培养的多为模仿能力,既耗时又低效,无法发展和培养学生的创新能力。

4. 过分重视定量结果

因为考试要求学生在尽量短的时间内得到准确的定量解,而快速找到适当的公式是得出定量解的关键。因此,为达到这一目的,我们的习题教学不太注重对物理学基本概念和原理的理解。即使有这方面的要求,也是限于考试内容要求“够用”的范围和程度。很多物理教育家将这一现象称为“以公式为中心的问题解决策略”。^[8]

过分强调“数学是科学的语言”的作用,从而轻视定性分析在物理问题解决中的作用,忽视对物理过程的描述以及对事物内在联系的分析和论证,淡化建立模型方法等能力的培养,而一味追求精确的数学解。视解物理问题为如何找公式列方程的过程,把物理问题变成了应用数学公式的例题。很少发展用实验、估算等简便实用的特殊方法寻求解题条件或直接求解的能力,更不用说用其探求最佳问题解决策略了。连物理量的单位也只能使用国际单位,其他常用单位鲜有介绍和使用。这些都将给初中学生以后的进一步学习带来诸多不便。

5. 难以培养对物理学的情感

浩瀚的题海、枯燥重复的题型、机械乏味的解题,无法唤起学生对物理美的认识,且极易引起反感。可以说,学生感到新奇、渴望学习的物理学变得令人不喜欢甚至惧怕、反感、厌恶,归根结底就是机械、枯燥、重复的题海。

另外,在上述的习题教学模式下,除了难以培养学生对物理学的兴趣和问题解决能力外,更谈不上发展创新意识和创新能力。这和我们当前素质教育的要求是相悖的。

为适应大力推进素质教育的需要,使物理教学能面向全体学生,着眼于学生可持续发展,让学生以“学习的主人”的姿态主动学习,促进学生全面发展,并以此为基础培养创新精神和实践能力,就应对传统的物理习题教学进行改革。

学生在做习题的过程中,应能加深对物理概念的理解和认识,并通过习题涉及的物理概念和头脑中原有对该事物认识间的矛盾和冲突,经过梳理、顺应和同化,消除思维定式,扬弃前概念,建立起正确的表象,并能打破考试范围的束缚,发现问题,学会分析物理过程和建立物理模型的方法,在此基础上发展出更多的知识和技能,特别是创新思维能力,这样才能真正习得物理知识。

二、物理习题应具备的效能

笔者认为,通过情境设计的物理习题应具有以下鲜明的“开放性”特点:

1. 扩大学生的知识面

习题情境的形式和涉及的内容不应受课本及例题的束缚,而应反映出物理学原理在生产、生活中的应用及对自然现象的科学解释。通过做习题,学生易把学到的物理学原理与平时观察周围环境得到的感性认识相联系,感悟物理学的真谛,并养成自觉用学过的物理学原理分析与周围环境相关事物的习惯。另外,要改变传统物理习题知识内容陈旧、过时的老面孔,体现现代物理知识和最新科技成果,给物理习题以新的活力。

扩大知识面的一个重要途径是进行广泛阅读。这样既能增加知识积累,也能培养阅读能力和习惯,为进一步汲取知识打好基础。在当前的评价体系之下,学生每天都要做大量的习题,不可能有足够多的时间来进行大量阅读。但世间万物都可以是物理学探索的目标,涉及的内容都可以作为物理习题的情境。我们可将一些相关现象设置为习题的情境,使学生的审题过程成为“阅读”过程,摄取包罗万象的知识。尤为重要的是,在这一“阅读”过程中,还要进行缜密的思考,探究其中的奥秘,解决其中的问题。虽然通过这种“阅读”涉猎的内容可能只是肤浅粗泛的轮廓,有很大的局限性,但聊胜于无,亦可积少成多。另外,若同时给出深入了解这些现象的线索和依据,辅以得当引导,效果也是非常好的。

2. 强调学科间的相互渗透

学科知识间的交叉是现代科学研究的重要特点。作为现代科学的基础和前沿,物理学更应顺应潮流,突出这种特点。学生掌握发现、分析和解决物理问题的方法和习惯多始于解物理习题,故在物理习题中体现和其他学科间的交融尤其重要,这对于开拓学生视野、培养学生的科学品质和创新意识,有着十分显著的作用。目前提倡的 STS(科学-技术-社会)和 STEM(科学-技术-工程-数学)教育,代表了现代理科教学发展的趋势。美国新近实施的《新一代科学教育标准》(NGSS)更是将“学科间的融合”作为三个重要维度之一。多年来,美国在物理教学中提倡使用“广涉及”(context-rich)问题^[9]等教学策略,以顺应学生的认知、兴趣和培养能力的目的,它除了强调各科学学科间的相互渗透外,还注意和流行文化、法律等诸多人文因素相联系,并体现出对美的追求。

美国科学教育家施瓦布(J. J. Schwab)认为,科学教育的目标不应只定位于培养科学家,还应培养有为的政治领导人或高素质的公民。^[10]因此,对即使以后不专门从事科学研究的学生,物理教育也应能培养他们较高的科学素养,能够科学、安全地工作和生活,能够对事物做出科学的判断或决策。这些,是否也能给我们以有益的启示呢?

3. 重在培养学生的创新意识和实践能力

对解答习题的要求和评价应将信息加工理论和中国传统的学思统一相结合,有利于发展学生思维的新颖性、灵活性、综合性,易激发学生的创造激情,提高创造能力和创新意识。故习题应对结果的正确性,特别是在原有的“精确性”评价上有灵活的要求,重在看是

否有创新意识和创造能力,指导学生发现问题并写出相关论文应作为一种重要的习题形式。在美国等发达国家的教材中,都会给出一些开放性的思考题和探究性很强的研究课题,这也为我们设计习题情境提供了一条好的思路。

杨振宁曾指出:“仅仅读很多的书,从老师那里学到很多知识,做很多习题,只能说是训练独立思考能力的一半。而另一半的方法是复杂的,不是每个学生都能采纳同样的建议或劝告,这个方法要靠自己摸索。”^[11]我们的物理习题就应该具有方便学生自我探索,并在自我探索的过程中少走弯路的功能。

物理教学的重要目的之一是培养学生解决实际问题的能力。初中物理教学的特殊性也要求物理习题尽可能地创设贴合实际的物理环境,即用学生观察到的真实问题,培养学生解决实际问题的能力。如将力学学习题中的简单机械取自学生看到过的真实机械,电学习题中的电路取自真实电气、电子线路或其一部分,也可是等效电路等,有利于学生能将纸面上的问题和实际问题相结合。

习题的编制方案和对解题的评价应重过程而轻结果,答案不一定唯一,重在分析问题的过程是否有创新意识和创造能力。提倡讨论式和探究性习题,培养学生学思结合、贯彻物理学方法论的能力,发展学生思维的新颖性、灵活性、综合性和创造激情。对有些开放性强的综合问题,应指导学生进行专题讨论和课题研究,或写出能表达自己观点的论文。

物理实验是培养学生能力的重要方面,实验能力的核心是动手操作能力,是物理学习的基础。实验中的观察和动手操作是使学生与物理环境相互作用增强的主要因素。但一些学校在物理教学的过程中,为“高效”应试而少做实验甚至不做实验,走“背实验”的“捷径”。因此,设计的习题应尽可能地与实验相联系,应设计成不动手做即无法完成,由此杜绝实验习题只背不做的倾向,最好还能有自己动手设计实验方面的习题。

4. 有助于表象的建立

作为培养科学能力的重要途径,物理习题更应体现发展学生的批判性思维(critical thinking),即基于物理学原理(标准)培养对现象、事实和意义的分析、解释、质疑、判断等能力,亦即发展“有辨识能力的判断”,体现美国教育家杜威所倡导的“反省性思维”:能动、持续和细致地思考任何信念或被假定的知识形式,洞悉支持它的理由以及它所进一步指向的结论。^[12]

笔者认为,在教学中使用这样的物理习题,才能在真正掌握物理学原理的基础上,促进学生创新意识的培养。用习题情境营造讨论式和探究性学习的环境,能更好地培养学生学思结合、批判性思考和贯彻物理学方法论的能力,发展思维的新颖性、灵活性、综合性,令学生富有创造激情,提高创造能力和创新意识。把一些辨析性、开放性强的综合性问题,设计成能进行专题讨论的习题,让学生借此发表自己的观点或进行课题研究。

只有这样,习题教学才能在传授知识、培养能力的同时,还能有利于建立正确表象,消除思维定式,克服我国中学生普遍存在的扩大同化的倾向。利用习题,可以方便、灵活、巧妙地设置有针对性情境,有利于学生在解题过程中不断地将新知识和头脑中原有的观