物理·科学·文化

将物理文化融入大学物理实验教学的思考与实践*

——以“大功率白光 LED 发光特性研究”为例

李　阳　　韩艳玲

[中国地质大学(武汉)数学与物理学院　湖北 武汉　430074]

(收稿日期:2016-01-24)

摘　要:针对当前高校物理实验教学的实际,讨论了物理文化的内涵及物理文化在大学物理实验教学中的作用,并结合大功率白光 LED 发光特性研究的实际教学案例,阐述了如何将物理文化融入大学物理实验教学,简要评述了相应的教学效果并对物理实验教学提出了一定的建议.

关键词:物理文化　大学物理　实验教学　实践研究

物理学是一门以实验为基础的学科,理论的正确性需要以实验加以检验,实验的合理性同时也可以推动理论的发展.对于大学物理实验课程来讲,它不仅能够体现大学物理教材中知识的正确性,而且能够促进学生逻辑思维、动手操作、创新设计等各方面能力的培养与提升,因此,它是一门非常重要的基础课程.

然而,从狭义上讲,物理实验主要是针对物理理论而言的,许多非物理专业甚至与物理专业相近的学生选修物理实验课程,在很大程度上都是按照教学计划的要求,基于修学分的目的展开的.因此,笔者认为他们对待这门课程很少有发自内心的热爱,而实际的教学效果往往也是非常地一般.究其本质,笔者认为学生对实验缺乏兴趣和客观认识是阻碍物理实验教学质量提升的关键所在.

从教育学的角度来说,文化传播是教育的一大目的,同时也是优化教育教学效果的重要手段.因此,笔者通过在过去一年的物理实验教学中引入物理文化,很大程度上激发了学生的实践兴趣和创新意识,取得了较好的教学效果,写出来与读者进行交流.

1　物理文化的内涵

文化,是一个很大的命题,涵盖的范围非常广泛,物理学作为自然科学的一个基础领域,当然也存在着它独有的物理文化.

由于物理知识的广泛性,所包含的内容不尽相同,所以定义物理文化是困难的,难以用一个固有的范式去描述.因此,笔者认为解世雄先生从时空演化、意识形态的角度关于物理文化的定义[1]是合适的,即“物理文化是古代哲学家、近现代物理学家和物理工作者,历经数千年逐步创造的物理知识体系、观念形态、价值标准以及约定俗成的工作方法的总和”.反映出了物理文化关于知识体系、观念形态、语言符号以及社会组织的综合性.

通俗地说,与物理学领域相关的历史人物、科学符号、研究方法、科研成果、精神价值等都是物理领域的文化宝藏,都在物理文化的覆盖范围之中,下面作简要地阐述.

(1)历史人物.物理学所研究的真理存在于宇宙苍穹之中,寻找真理需要以人为本,只有人与自然相互作用、相互融合,才能接近和发现真理.这其中涌现出了许多杰出的代表,诸如坚持运动永恒观点的古希腊哲学家亚里士多德,发现行星运动三大定律的开普勒,提出弱作用中宇称不守恒定律、集科学与艺术之大成的李政道等,他们都在物理发展的进程

* 中国地质大学(武汉)教学实验室开放基金项目,编号:SKJ2014216

作者简介:李阳(1991-　),男,在读硕士研究生,助教,主要从事大学物理实验教学及研究.

指导教师:韩艳玲(1965-　),女,博士,教授,硕士生导师,主要从事大学物理教学和光子晶体理论研究.

中做出了杰出贡献,都是物理学中的历史人物. 这些科学巨擘所闪耀的智慧光芒是物理文化的灵魂.

(2) 科学符号. 物理学所揭示的是物质本质的规律,比如描述机械运动的牛顿运动定律,反映导体中电流、电压以及电阻之间关系的欧姆定律,揭示光折射性质的费马原理等,这些成熟的物理规律都需要以定量的方式来表征,描述定量关系需要以科学符号作为对象,科学符号所搭建的物理公式展现出的简约美、对称美、自洽美和统一美是体现物理文化艺术性的显著特征.

(3) 研究方法. 物理规律在建立的过程中并不是一蹴而就的,往往需要经过漫长的岁月,有时解决一个问题如果选择不同的研究方法,结果可能是截然不同的. 比如针对重物下落快慢与质量大小是否有关的问题,亚里士多德采用的是经验归纳法,认为重的物体下落的速度比轻的物体下落的快,重的物体会先落地;而伽利略则采用的是斜塔落体实验的方法,从而证实了重的物体和轻的物体同时落地的结论,也为后来人们正确理解落体运动扫清了障碍. 也就是说,研究方法在物理文化的演化过程中很大程度上起着决定生死的作用.

(4) 科研成果. 物理学之所以能够从哲学中脱离出来,成为一门独立的科学,除了它本身所具有的知识体系与特质以外,最重要的,在于它创造出了很多服务于工农业生产的原理与技术. 比如瓦特在烧水时从壶盖的跳动中发现了蒸汽的推动原理,从而发明了蒸汽机,进而开启了第一次工业革命;再比如赫兹通过实验证实了麦克斯韦所预言的电磁波,使今天的无线通信成为了可能;再比如自 20 世纪初开始颁发的诺贝尔物理学奖,奖励的每一项成果背后都蕴藏着巨大的科学价值. 这些科研成果推动了历史的进程,是物理文化永恒的动力.

(5) 精神价值. 物理学的发展饱含着艰辛,每一项成果的取得都来之不易,需要科技工作者牺牲自身的利益,杜绝急功近利的心态,以物质的贫乏来换取精神上的富足. 比如居里夫妇发现镭的艰苦历程;再比如,16 世纪中期,为了验证行星是否围绕着太阳运转,丹麦科学家第谷·布拉赫开展了长达 21 年的天文观察和记录,虽然直到去世他也没能得出相关的结论,但是,他的观测数据为开普勒研究天体运行规律提供了依据,经过 18 年的艰苦努力,开普勒相继发现了轨道、面积、周期三大定律,不仅有力地捍卫了哥白尼提出的“日心说”,而且也帮助今天的我们形成了对宇宙的正确认识. 所以,精神价值是物理文化带给物理工作者最好的纪念与奖励.

除了上面 5 个方面,其实与物理文化相关的其他内容还有很多,比如科学道德、社会经济、人文理念等,这些都值得思考,而且随着科学进程的不断推进,物理文化的内涵将不断丰富和深化.

2　物理文化在大物实验教学中的作用

对于物理学专业的学生来说,从事大学物理实验的学习与研究是应有之义,一方面可以加深对课本知识的理解,另一方面也能够通过实际操作锻炼自身的动手能力.

但是,倘若师生在教学的过程中只专注于物理实验的过程,而不注重物理文化的传播,单纯地采用一种“老师教,学生学”的模式,那么这样就很容易导致学生积极性不高、疲惫,并出现教学活动走过场甚至测量结果雷同的情况.

如果教师在教学的过程中多渗透一些物理文化方面的内容,比如跟学生谈及一些所做实验的重要性,该实验与学生切身利益相关的地方等,那么学生可能就不会背上“为完成任务而做实验”的心理负担,反而会变得主动,变得有兴趣,甚至还会在原有实验结论的基础上大胆创新,做出更好的结果,从而有效地推动教学模式向“老师引导,学生探索”的方向转变.

对于非物理专业甚至与物理专业相近的学生来说,一般而言,他们对大学物理实验的积极性也是不高的,因此,教师就更有必要向学生传播一些物理文化方面的内容. 比如可以向工科学生讲述一些物理原理在无损检测中的应用,向文科学生讲述一些物理逻辑思维在文学创作中的层次设置等,使得他们都能够感受到所做的物理实验对于自身的发展是大有裨益的,这样在某种程度上就有可能激发他们的实验兴趣. 当然,退一步讲,即使学生最后没有顺利完成实验内容,也能够在参与的过程中学有所得.

3　如何将物理文化引入大学物理实验教学

将物理文化引入大学物理实验教学需要根据实验的特点，结合历史人物、科学符号、研究方法、科研成果以及精神价值等方面加以展开. 为了使讨论更加具体，我们以“大功率白光 LED 发光特性研究”为例[2]，来说明如何实现这一过程.

大功率白光 LED 是近年来逐渐兴起的新型节能灯具，具有发光效率高、显色性好、使用寿命长等优点，将逐步取代传统光源，在日常的生活中发挥越来越广泛的作用，因此，研究其发光特性对于学生来说，具有十分重要的意义.

实验主要涉及 LED 的发光原理、LED 的伏安特性、表征 LED 发光特性的物理量以及参数对发光特性的影响几个方面. 为了让学生们更好接受，我们在教学中引入了相关的物理文化知识.

(1) 历史人物. 以 2014 年诺贝尔物理学奖获得者赤崎勇、天野浩、中村修二的获奖成果，即发明蓝色发光二极管为例，阐述了 LED 在学术上的重要性. 学生往往对获诺贝尔奖的成果表现得非常赞赏和钦佩.

(2) 科学符号. 为了研究 LED 的发光特性，必须要定义表征发光特性的几个物理量，如发光强度 I_φ，发光效率 η 等，此外还要定义影响发光特性的参数，如电流 I，角度 θ，温度 T 等，从而通过仪器测出发光强度随着电流、角度变化的数据，发光效率随着温度变化的数据等，通过分析数据，找出 LED 的发光特性及其调节方式.

(3) 研究方法. 作为一个探究大功率白光 LED 发光特性的实验项目，首先它本身就是一个实验方法，同时在研究的过程中还采用了控制变量法，比如探究 LED 的发光强度与电流的关系时，保持了温度、角度的恒定，不仅反映了该实验的科学性，而且也符合逻辑要求.

(4) 科研成果. 大功率白光 LED 的发明是建立在蓝光 LED 基础之上的. 对于大多数学生来说，虽然发光原理理解起来并不困难，但是找到合适的材料制作 PN 结晶片却经历了很长的科研探索. 而且作为 21 世纪的新型光源，直到今天，用以产生更加节能的白光 LED 新型荧光粉仍在不断地研究与发展之中[3]，反映出了该成果对于人类生活的巨大影响.

(5) 精神价值. 大功率白光 LED 作为一项伟大的发明，其诞生历程是相当艰辛的，比如赤崎勇为研制氮化镓蓝色发光二极管奋斗了近 40 年，其学生天野浩从 1983 年本科毕业时起，就随着他进行科学研究，一直到 1989 年研制成功世界上第一个氮化镓 PN 结蓝光 LED 为止，期间也有 7 年之久，反映了要做出一项举世瞩目的科研成果需要坚忍不拔的毅力，这也是值得每一位学生学习的.

4　教学效果及对实验教学的建议

大功率白光 LED 发光特性研究，是大学物理实验中一个比较典型的项目. 我们通过在实验教学中引入物理文化，不仅减轻了学生心理负担，激发了学生的学习兴趣，而且还使得学生掌握了实验的原理方法、操作技能，很多学生都做出了非常漂亮的实验结论.

此外，有些学生还通过知识迁移，自发地研究了“白炽灯的发光特性如何测量”的课题(研究手稿见图 1 和图 2)，思路新颖，取得了非常好的教学效果.

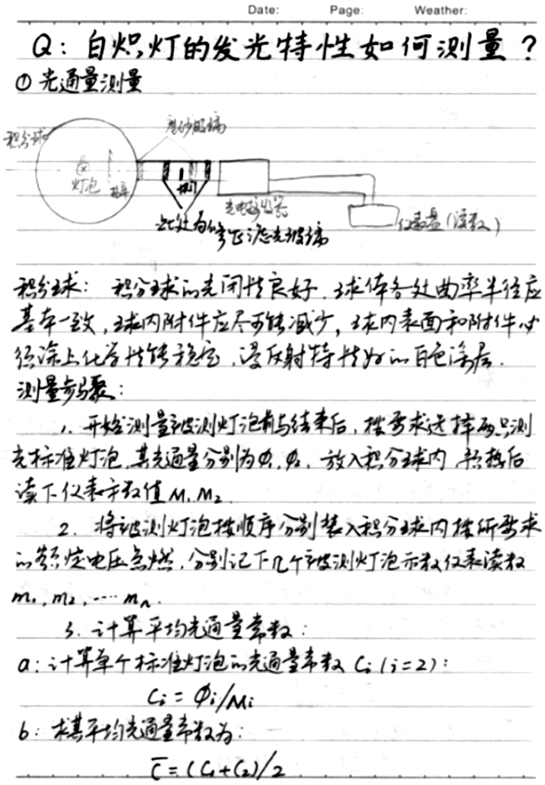


图 1　白炽灯的发光特性如何测量学生手稿

知识介绍

霍尔效应在电动车中的应用

顾家国

（江苏省大港中学　江苏 镇江　212028）

（收稿日期：2016－01－24）

霍尔效应是磁电效应的一种，这一现象是霍尔于 1879 年发现的. 现在电动自行车已经进入千家万户，霍尔元件在电动车的控制电路中得到广泛应用. 这类元件可以分为两大类：一类是线性元件，即输出电压和外界的磁感应强度成线性关系，主要控制电动车的运行速度. 另一类是开关型元件，即当外界磁感应强度发生较大变化时，其输出的是高或者低的脉冲电压，主要是提供电机换向按规律变化的电流，克服传统电机使用电刷换向容易磨损的问题，使电机实现无刷化旋转.

1　霍尔元件的工作原理

霍尔效应是导电材料中的电流与磁场相互作用而产生电动势的效应，从本质上讲，霍尔效应是运动的带电粒子在磁场中受洛伦兹力的作用而引起的偏转. 当带电粒子（电子或空穴）被约束在固体材料中，这种偏转就导致在垂直电流和磁场的方向上产生正负电荷在不同侧的聚积，从而形成附加的横向电场.

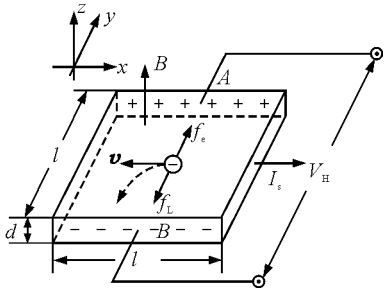
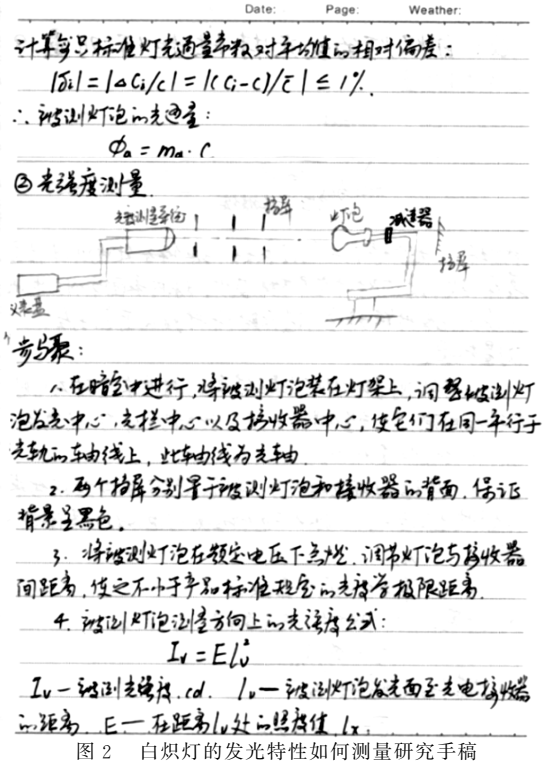


图 1

如图 1 所示，磁场 B 位于 z 的正向，与之垂直的半导体薄片上沿 x 正向通以电流 I_s（称为控制电流



Date:　Page:　Weather:

计算每只标准灯光通量和相对平均值的相对偏差：

$|\delta_i| = |\Delta C_i/C| = |(C_i - C)/C| \leq 1\%$.

∴ 被测灯泡的光通量：

$\Phi_a = m_a \cdot C$

③ 光强度测量

步骤：

1. 在暗室中进行，将被测灯泡装在灯架上，调整被测灯泡发光中心，支撑中心以及接收器中心，使它们在同一平行于光轴的直线上，此直线为光轴.

2. 两个挡屏分别罩于被测灯泡和接收器的背面，保证背景呈黑色.

3. 将被测灯泡在额定电压下点燃，调节灯泡与接收器间距离，使之不小于产品标准规定的光度学极限距离.

4. 被测灯泡测量方向上的光强度公式：

$I_v = E l_v^2$

I_v — 被测光强度，cd. l_v — 被测灯泡发光面至光电接收器的距离. E — 在距离 l_v 处的照度值 lx.

图 2　白炽灯的发光特性如何测量研究手稿

基于当前高校物理实验教学的实际以及我们的教学实践，我们对大学物理实验教学提出以下两条建议：

（1）注意挖掘物理实验中蕴藏的文化因素，努力使实验教学的讲授贴近生活，把实验讲成故事，尽可能地激发学生的兴趣，进而提高学生的积极性.

（2）针对不同专业、不同层次的学生要采取不同的实验成绩评价标准，杜绝一把尺子量到底，使得他们都能够发挥特长，展现出富有特色的创新精神.

参 考 文 献

1　解世雄. 物理文化概念的探讨. 物理通报，2009(6)：55 ～ 57

2　王希成，罗中杰. 大学物理实验. 北京：清华大学出版社，2014. 138 ～ 143

3　李盼来，王志军，张子才，等. 白光 LEDs 用新型荧光粉的研究进展. 物理通报，2015(12)：94 ～ 95