

重新认识物理教学 ——“人文的物理学”的启示

潘小青

(江西理工大学能源与机械工程学院, 江西 南昌 330006)

摘 要 物理教学要怎么做? 首先要对物理学有基本的认识, 然后对教学有基本的理解, 再就是清楚作为教师的主要职责。本文受“人文的物理学”课程的启发, 认识到物理学是物理学家看待世界的方式, 有着不可思议的美感。科学也是人文历史的一部分, 与人文有着不可分割的联系。科学常携带科学家的个人情感和成见。作为物理教师在教学上要能不断地提出启发性问题, 能用通俗的语言解读复杂的物理问题。并且学会设计开放的作业和考题让学生在练习中品位物理。作为高校教师能意识到教学不是给学生派任务, 而是送礼。教师自身需要博览群书, 不断提高自我修养才能践行教书育人使命。

关键词 物理教学; 人文的物理学; 科学; 人文

NEW UNDERSTANDING OF PHYSICS TEACHING —THE INSPIRATION OF “PHYSICS WITH HUMANITY” COURSE

PAN Xiaoqing

(School of Energy and Mechanic Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Nanchang, Jiangxi 330006)

Abstract How to do in physics teaching? Deep understanding of physics is the first important. Secondly a basic understanding of the teaching and the clear understanding of the role of teachers are necessary. In this paper, inspired by “physics with humanities” course, it is recognized that there is an incredible aesthetic feeling in physics which is the way physicists look at the world. Science is the part of the history of humanity and is inextricably linked with humanity. Science often carries the personal feelings and prejudices of the scientist who create it. Physics teacher should be able to constantly put forward enlightening questions and interpret complex physical problems in popular language in class. Teachers should learn to design open assignments and test questions to let students appreciate physics in practice. As a college teacher, people should realize that teaching should be such that what is offered is perceived as a valuable gift and not as a hard duty (by Einstein). Teachers need to read extensively and constantly improve their self-cultivation in order to fulfill the mission of teaching and educating people.

Key words physics teaching; physics with humanity; science; humanity

收稿日期: 2022-03-15

基金项目: 教育部第二批新工科项目 E-SXWLHXLX20202605。

作者简介: 潘小青, 女, 教授, 主要从事物理教学工作。

引文格式: 潘小青. 重新认识物理教学——“人文的物理学”的启示[J]. 物理与工程, 2023, 33(1): 61-64, 70.

Cite this article: PAN X Q. New understanding of physics teaching—The inspiration of “Physics with humanity” course[J]. Physics and Engineering, 2023, 33(1): 61-64, 70. (in Chinese)

大学物理课程是理工科学生必修的一门公共基础课,在互联网时代新工科建设的大背景下,物理教学需要作什么改变?我们教物理,到底希望学生学到什么?复旦大学金晓峰老师面向人文社科类本科生开设的通识课程“人文的物理学”,用30学时展示了力、热、声、光、电以及量子物理和相对论等物理学的基本内容,与理工类专业本科生的大学物理课程的差别仅在于对具体物理问题的数学处理不作要求,课程的重点是向学生展示物理学的思想史,从而彰显出物理学内在的人文特质^[1]。“人文的物理学”课程在复旦大学开设多年,并在网络上广为传播,寇享学术平台于2021年全程进行了课堂直播。本文从一个多年从事大学物理教学的老师的角度,在完整地看完这门课程的最新视频后,谈谈对物理教学的重新认识。

1 对物理学的再认识

1.1 物理学是对自然的独特理解

物理教学应该传递什么学科价值?著名物理学家费曼在他的物理学讲义中写着:“我最想做的是给出对于这个奇妙世界的一些欣赏,以及物理学家看待这个世界的方式,我相信这是现今时代里真正文化的主要部分。”^[2]

物理学家如何看待这个世界?“人文的物理学”以历史叙事的方式从物理学起源讲起。亚里士多德通过日常可观察的事实—月食的形状、南方和北方所看到星星位置的变化等,应用逻辑推理令人信服地论证了地球是圆的;埃拉托色尼利用一根直杆在夏至正午时的投影角度和骆驼的脚力第一个测量出地球的周长;人们构建了天体运动模型解释了四季的成因。充分印证了爱因斯坦所言:“关于自然最不可理解的事情就是,它居然可以被理解。”^[3]

物理规律提示了自然背后的秩序,加深了人类对世界的认识。物理原理不仅可以解释已观测的现象,还具有预言能力,著名的科学预言之一是由万有引力定律预言哈雷彗星的到来。牛顿将苹果落地与月亮绕地运行联系起来,找到一统天体运动的万有引力定律。牛顿用万有引力定律不仅推出了开普勒行星运动三大定律,还与哈雷一起预言了一颗周期约75年的彗星将于1758年再现^[4]。当这颗彗星真的如期出现的时候,给人们带来的不仅是视觉上的冲击,更是思想上的强烈震撼!

物理学的理论预言有时未必能很快得到实验

的验证,爱因斯坦1909年建立广义相对论理论预言直到十年后才于1919年得到实验证实。而有关引力波的预言连爱因斯坦自己都没有信心能观察到。引力波信号直到百年后于2015年才被LIGO首次捕捉到,正如卢昌海书中所言:“当引力波离地球还剩50光年时,爱因斯坦的追随者们刚刚开始尝试引力波的探测;当引力波离地球还剩20光年时,LIGO的两个观测台刚刚开始建设;当引力波离地球只剩几‘光日’时,LIGO刚刚展开高灵敏度的引力波探测……最终,当引力波经过十几亿年的漫长时光,完成了十几亿光年的漫长跋涉抵达地球时,恰好被LIGO探测到。”^[5]

1.2 “科学是人文历史的一部分”

对很多大物理学家而言,科学是人文历史的一部分(温伯格语)。薛定谔也说过:科学是历史的产物,而不是逻辑之必然。伟大的科学创作往往与文学、绘画、音乐创作一样,需要想象和直觉。科学与人文是相通的,只要从历史的角度来进行讲授,你就可以赋予任何学科以人文价值。从物理学的起源我们知道哲学最开始实际上就是物理学,是古希腊哲人探索自然的一种方式,哲学与物理学同根同源^[6]。

从古希腊哲学的两种传统我们可以理解物理何关人文。东边爱奥尼亚以阿那克西曼得为代表的科学传统,深藏着想要通过理解世界来把握它的冲动,朝着构建有关现实的完美清晰的概念模型的方向发展,以原子论的提出达到顶峰;西边意大利南部以毕达哥拉斯为代表的神秘主义传统,相信神性和灵魂的天定,但同样认定世界是理性的,试图用理智证明信仰的正当性^[7]。

神秘主义的一派笃信数字是通往宇宙的钥匙,音乐与数字不可分割,因而音乐是宇宙秩序的一种反映。开普勒就是属于神秘主义的一派,他相信数学定律和比例是音乐音程和天体及行星的基础,天体彼此之间的距离,它们的运动与特定的音符、音程和音阶相对应。正是基于这样的信念,开普勒锲而不舍地寻找行星运动各量之间的简单比例关系,得到行星运动的三大定律。开普勒的例子印证了科学与人文不可分割的联系^[7]。

同样地,相对论让我们理解了时间和空间相互关联,时空是四维的。而有意思的是普鲁斯特的小说—“追忆逝去的时光”以及科幻小说“时间机器”中,都有将时间作为三维空间之上的第四维的描写,再次印证科学与人文的相通之处。再比如,麦克斯韦利用三原色理论,用基本的色盘以不

同速度旋转即可产生视觉上不同的颜色,从而做出第一张彩色照片。印象派绘画正好出现在这之后,如莫纳所言:捕捉光线将它直接投影到画布上^[8]。

1.3 科学是对世界秩序的个人眼光

对于科学人们大多与朱光潜持相近的观点,认为科学是纯粹客观的,不带任何个人的成见和情感。实际上科学家却并不这么认为,温伯格就说:科学研究是由人而不是天使来从事的……不仅科学家会承继常人的劣根性,最佳状态下的科学界也有赖于非常人性化的偏见和先入之见。他自己就是一个典型的例子^[4]。

我们再来看看同是著名物理学家,同样作出了伟大科学贡献的两位科学巨擘麦克斯韦与玻尔兹曼,他们是如何看待对方的研究的。麦克斯韦说自己研究玻尔兹曼的文章发现完全读不懂,原因是文章太长很难理解。同样的,玻尔兹曼也因为麦克斯韦的论文太短而读不懂他。可见物理学家在探索世界的秩序时,带着鲜明的个人风格,有时彼此并非容易相互理解。^[9]

普朗克黑体辐射公式的诞生和量子论的提出,其中掺杂很多个性化的因素,并非全然符合逻辑。在量子论建立 31 年后回顾其量子论的建立过程,普朗克坦言:“这是一次绝望的举动,无论如何不惜任何代价也要得到正确的结果。”而爱因斯坦传记作者派斯也在叙述完量子论诞生后,写下这样的话:普朗克有着根深蒂固的 19 世纪的思维和偏见,做出了革命性的概念突破,使得 20 世纪的物理学与它之前的时代大不一样,变得如此的不连续^[8]。

物理学让我们认识到隐藏在自然背后的秩序和规律,带着物理学家独特的个人眼光,具有人文性质,将这些观念渗透到物理教学内容中,可以显现物理学的文化特质。

2 对教学的再认识

2.1 教学需要提出好问题

大多数课堂教学对课程内容往往以平铺直叙为主,很少能在整堂课围绕问题步步深入地讲解。而“人文的物理学”每一堂课的教学逻辑都非常清晰,每一小节提出一个问题,从问题的引入,观点的说明,后续的论证,层层推进,直到问题的解决。

比如在讲音乐中的物理时,课程设计了循序渐进、逻辑清晰的 9 个基本问题:(1)声音是什么?人耳如何听声?(2)唱歌与说话不同在哪?(3)弦

乐的乐音是如何产生的?(4)管乐的乐音是怎么来的?(5)乐器的声音是哪来的?(6)什么是音色?(7)不谐和音、谐和音、和弦与和声(8)音阶与十二平均律;(9)调式、大调与小调。在讲十二平均律时,提出要用几个音来构造音乐,用哪几个音组合?^[9]这些问题或许我们平时也会有,但在教学中要如何提出最基础的问题,如何由浅入深地一一解读,确实需要精心的构思。从这个角度讲,教学也是一门艺术。

2.2 教学要用通俗的语言解释复杂的问题

物理学的概念规律都有严格的科学表述,教学中如何能让学生明白?这需要教师在清晰透彻地理解后再用通俗的语言进行解读。比如声音的强度何以要用分贝来表示?恐怕很多人不明白深层原因。听完这个课后才理解原来是人耳对声音响度的感受跨越了 12 个数量级,所以需要取对数的方法来平均分配响度。

同样的道理,由于人耳对频率的感知跳跃 3 个数量级,因此要用等比级数来作平均分配,所以音乐频谱需要十二平均律。作为类比,可用不同收入人群的税收要用百分数来交,而不是所有人都交相同的税,这对人文社科的学生就显得通俗易懂。用学生熟悉的事物解释抽象的物理概念是教师需要训练的基本功。

2.3 作业与考核中品味物理

作为教物理的老师通常布置的作业都是各种公式推导和应用的习题,很难激起学生写作业的欲望,对学生往往是艰难的任务。为了既让学生深入理解课程内容,又能心情愉快地完成作业,金老师在课上设计了既有助于理解课程内容又十分有趣的开放式作业。

如讲完四季的产生后,要求学生在同一地点拍摄不同时期的日出或日落,比较它们的位置的不同。作为可选作业,让学生查看不同日子墨迹天气中标出的日出日落时间,找到白天和晚上时长相同的那一天。又比如要求学生在学校的日晷处拍摄时间和留影,让学生通过自己的亲身体验来观察和探索周围的世界,从而产生对自然的好奇。

在“音乐中的物理”讲完十二平均律,课后作业就是根据 A4 的频率标准 440Hz,按十二平均律产生其他几个音的频率。可以预料的是,学生完成这样的作业后对音乐会产生更深入的认识和理解,并学会更好地欣赏音乐。

每一次的课程考试之后,金老师都会将考题分享到朋友圈。仔细看完考题,我们会发现所有

的问题都只能是基于理解才能写出来。这些问题是无法通过仅仅记住一些话就能作答的,但是只要是在课堂上认真听讲并心领神会过,就一定能大略回答正确。毕竟课程主要的目的是想让学生学会欣赏物理,而不是死记硬背一些物理知识。

这门课程学生的感受如何呢?金老师不同学期的课程都有学生写过精彩的学习感悟,让我们见识了何谓“great teacher inspires”。在“人文的物理学”课程考完后,其视频网站有复旦学生这样的留言:“这门课就算给我D我也要给每个人都推荐!上课内容太难忘了,在交卷的那一刹那满怀感动,眼泪哗哗地淌。”^[11]据了解,那个学期的课,所有学生全部通过!

一门好课不仅要优质的内容,同样需要恰当的教学呈现,让学习者不仅是学习知识,更能受到学科思想的熏陶。

3 对教师的再认识

3.1 “教学是送礼,而不是派任务”

多少年以来,绝大多数老师教学都是给学生布置各种的学习任务,而教师也往往以完成教学任务为目标。第一次课上金老师引用爱因斯坦的这句名言作为他对教学的理解,并用美国教育家 Amos Alcott 的话告诉学生:“真正的教师不会让学生被自己的个人影响所左右。他激励自我反思。他引导他们从他自己转向更为崇高的精神。他不会有信徒。”^[1]

正是基于这样的教学理念,金老师将课程定位为“科学欣赏”课。让大家带着好的心情来,带着好的心情离开,希望同学们不用太花精力在这门课上。这是第一次听到有老师说不希望学生多花时间在自自己的课程上,结果却反而让学生专心于每一次课堂学习。

金老师不仅奉献了精彩的课程给学生,也真的将复旦校友的著作送给学生作实际的礼物。再有在讲完哥白尼的日心说和伽利略用望远镜观察星空,为日心说提供了一锤定音的证据后,让学生去亲身体验观察星空。这样美妙的学习经历,于学生而言自然是不可多得的礼物。

3.2 教师最需要博览群书,教书育人

每次听金老师的演讲,最突出的感受就是一个报告中通常引经据典地采用数十种文献书籍中的观点来印证所讲内容。据不完全统计,整个15讲的课程中,总计引用文献数量超过140种,每一

讲引用的文献至少10种,其中最多的一讲引用了23篇文献。在引证文献书籍的同时,金老师也推荐了很多经典著作让学生阅读,还不忘谈自己的阅读感受。例如在读到麦克斯韦1864得到电磁波传播速度就等于光速后,断定光(辐射热和任何形式的辐射)就是电磁波。对于为何在那个年代的科学家认为辐射热与光是一回事,金老师坦言自己也是直到去年才知道并且讲清楚,借此说明学习是一件终身的事情。

很多的大学课程基本是以传授知识为主,极少能在课程中传递价值。但在人文的物理学课程中,你会在不知不觉中受到思想的冲击。比如在回答物理何关我们(特指在座人文社科的学生)时,引述了美国物理学会首任会长的演讲中对中国人的负面评价,及民国著名学者有关科学的论述,说明科学过去不是我们的文化。金老师怀着让科学成为未来中国的文化基因的美好理想,寄希望于学生,让他们明白自己的责任和使命。

金老师教学中独具特色的另一点是将内容与个人亲历或体验相融合。比如在讲哈雷彗星的故事时,引述拉朗德在1759年哈雷彗星第一次如约而至时的描写,提及马克·吐温在1835年与哈雷彗星同来,1910年与哈雷彗星同去的惊人巧合。找到谢希德先生发表在“新民晚报”上的文章^[3],谈到中国古代从先秦以来到1910年总共29次记录“拖尾巴的星”^[4],为我国的历史感到自豪。另一方面我们没有总结出这颗彗星的运行规律,又感到遗憾。寄语今天的同学在下一轮2061年哈雷彗星再次出现时记得要去见证这一天文奇观。

金晓峰老师的“人文的物理学”课程讲述了物理学史中杰出人物的故事和思想,贯穿着中西文化,诠释了物理学的人文价值,对各类物理教学深具启发性。在物理课程内容的教学中,让学生反复去领会“关于自然,最不可理解的是,它竟然是可以理解的!”与此同时,尽可能从科学史视角展示物理思想,让学生体验物理学家在理解自然过程中一方面求真求美,另一方面不可避免地伴随着个人眼光和偏见。作为教师不仅要通过自身的终身学习提高学术素养,也需要吸收先进的教育理念,让学生能够欣赏物理而不是畏惧它。要达到这样的教学目标,当然需要精心的教学设计,包括教学中引疑设问的水平和作业习题的布置,尤其是用学生易于理解的事物去说明全新的物理内容,将新知识与学生原有知识建立有效的连接。

(下转第70页)

加了学生的学习兴趣;敏捷教学模式锻炼了学生的自主学习、分析问题、解决问题、学做结合的能力和创新能力,这样的模式更有利于学生个人能力的提升,更符合学生多元化的培养目标。从反馈结果看,大学物理课程针对智能汽车专业在教学内容、教学模式和考核方式的调整,既增加了学生学习大学物理课热情也增加了学生学习专业课的兴趣,同时学生的知识运用能力有很大提升。

参 考 文 献

- [1] 胡波,冯辉,韩伟力,等. 加快新工科建设,推进工程教育改革创新——“综合性高校工程教育发展战略研讨会”综述[J]. 复旦教育论坛,2017,15(2): 20-27.
HU B, FENG H, HAN W L, et al. Accelerating the establishment of new engineering and technical disciplines and promoting the innovation in engineering education: A review of the symposium on the strategy of developing higher engineering education[J]. Fudan Education Forum, 2017, 15(2): 20-27. (in Chinese)
- [2] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017,3:1-6.
ZHONG D H. Connotations and actions for establishing the emerging engineering education[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017, 3: 1-6. (in Chinese)
- [3] 徐晓飞,沈毅,钟诗胜,等. 新工科模式和人才培养探索与实践[J]. 高等工程教育研究,2020,2:18-24.
XU X F, SHEN Y, ZHONG S S, et al. Exploration of emerging engineering education and the cultivation of innovative talents[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2020, 2: 18-24. (in Chinese)
- [4] 徐晓飞,李廉,战德臣,等. 新工科的新视角:面向可持续竞争力的敏捷教学体系[J]. 中国大学教育,2018,10:44-49.
XU X F, LI L, ZHAN D C, et al. New perspective of new engineering: Agile teaching system for sustainable competi-

tiveness[J]. China University Teaching, 2018, 10: 44-49. (in Chinese)

- [5] 蒋文梅,宋泽滨. 中国“长征”火箭的“登天”之旅——“长征”系列运载火箭实现400次发射(上)[J]. 2022,1:46-54.
JIANG W M, SONG Z B. China's "Long March" Rocket's "Journey to Heaven"—400 Launches of Long March Series Carrier Rockets(Part 1)[J]. Aerospace China, 2022,1: 46-54. (in Chinese)
- [6] 蒋文梅,宋泽滨. 中国“长征”火箭的“登天”之旅——“长征”系列运载火箭实现400次发射(下)[J]. 2022,2:48-53.
JIANG W M, SONG Z B. China's "Long March" Rocket's "Journey to Heaven"—400 Launches of Long March Series Carrier Rockets(Part 2)[J]. Aerospace China, 2022,1:46-54. (in Chinese)
- [7] 范瑞祥,王小军,程堂明,等. 中国新一代中型运载火箭总体方案及发展展望[J]. 导弹与航天运载技术,2016,4:1-4.
FAN R X, WANG X J, CHENG T M, et al. General scheme and development prospects for new generation of Chinese medium launch vehicle[J]. Missiles and Space Vehicles, 2016, 4: 1-4. (in Chinese)
- [8] 李东,王珏,李平岐. “长征”五号:中国新一代运载火箭的旗舰[J]. 中国航天,2021,6:11-17.
LI D, WANG Y, LI P Q. Long March 5: The Flagship of China's New Generation of Launch Vehicles[J]. Aerospace China, 2021,6: 11-17. (in Chinese)
- [9] 熊嘉阳,邓自刚. 高速磁悬浮轨道交通研究进展[J]. 交通运输工程学报,2021,21(1):177-198.
XIONG J Y, DENG Z G. Research progress of high-speed maglev rail transit[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2021, 21(1): 177-198. (in Chinese)
- [10] 吕琨,郑晓年,陶黎敏,等. FAST工程——中国天眼,探寻无限[J]. 中国工程咨询,2021,4:8-1.
LV K, DENG Z G, TAO L M, et al. Fast project—Chinese heavenly eye, exploring infinity[J]. Chinese Engineering Consultants, 2021, 4: 8-1. (in Chinese)

(上接第64页)

致谢: 本人有幸聆听了金晓峰老师不同版本的“人文的物理学”课程视频,在金老师的耐心指导下,面向本校开出了三期同样的课程,并且在大学物理教学中引入了相关物理学史案例,使课程更受学生欢迎。特借此文向金老师表达敬意和感谢!

参 考 文 献

- [1] <https://www.koushare.com/video/videodetail/15893>.
- [2] 关洪. 观光,还是探险?——从〈费曼物理学讲义〉诞生谈起[J]. 大学物理,1998,(6):1-5.
GUAN H. Sightseeing or adventure? —From the birth of

Feynman lectures on Physics[J]. College Physics, 1998, (6): 1-5. (in Chinese)

- [3] <https://www.koushare.com/video/videodetail/15893>.
- [4] <https://www.koushare.com/video/videodetail/16359>.
- [5] 卢昌海. 时空的乐章——引力波百年漫谈[M]. 北京:高等教育出版社,2019.
- [6] <https://www.koushare.com/video/videodetail/16300>.
- [7] <https://www.koushare.com/video/videodetail/16173>.
- [8] <https://www.koushare.com/video/videodetail/18765>.
- [9] <https://www.koushare.com/video/videodetail/17254>.
- [10] <https://www.koushare.com/video/videodetail/16689>.
- [11] https://www.bilibili.com/video/BV1o4411M7i6?from=search&seid=12432681569871886172&spm_id_from=333.337.0.0.