



从近代物理创立过程看“李约瑟难题”

——文科物理一则案例教学

李加定

(华南理工大学广州学院物理实验中心 广东 广州 510800)

(收稿日期:2016-08-30)

摘要:挑选出哥白尼、开普勒、伽利略、笛卡尔、牛顿等数个具有代表性的事例,来探寻“李约瑟难题”,即我国近代科学落后于西方背后的深层原因.以案例教学的形式加深学生对物理初创过程中历史知识的理解,从而重视理性主义,提高科学素养.这有利于后续文科物理课程的开展.

关键词:文科物理 李约瑟难题 案例教学

1 引言

目前,我国众多高校开设了文科物理类课程,在教学过程中一般都会谈及物理学发展史.追根溯源,近代自然科学从物理学开端,其中一个让教师和学生都深思和共鸣的问题:我国古代拥有“资产阶级发展必要前提”的“四大发明”,但是“为什么作为一个整体的现代科学没有发生在中国,而是发生在西方欧美……”,这是著名的“李约瑟难题”^[1].在著名的文科物理教材《文科物理——物理思想与人文精神的融合》^[2]一书中开篇就引人入胜,关于这个问题已有近百年的争论,亦有比较趋于一致的结论,例如

习,忽视学生实践能力、科学素养的培养,没能运用多种评价方式全面评价学生的学习,这些都是物理教育改革要克服的.教师是课堂的掌舵人,物理教师水平的提高、观念的更新应是物理教育改革的关键.受高考指挥棒的影响,高中物理教学注重知识的学习、解题能力的培养,从而忽视物理实验的作用.近年高考试题中实验题从情景方面到能力考查都有新意,这也是个很好的信号,即重视中学物理实验教学.

参考文献

- 1 Shulman, L. S. Those Who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 1986, 15(2)
- 2 廖元锡. PCK——使教学最有效的知识. *教师教育研究*, 2005, 17(6): 37 ~ 40
- 3 Shulman, L. S. Knowledge and teaching: foundations of

制度、观念、思维方式等方面^[3].在文科物理教学开篇就引入这一有趣且有意义的话题,容易引发学生思考,提高他们对课程的学习兴趣.作为文科物理教学,关注的不是各个学派对这个问题的答案,而是希望从经典力学创立、物理学科初建这一历程来看待这个问题,基于具体的物理历史事件和人物,给学生一番带有物理色彩的感悟和思考.

2 案例教学

近代物理创立过程中,西方科学家将古希腊时期的自然科学思想和成果重新加以研究并开拓创新出近代科学.回顾历史,近代自然科学最早是从天文

the New Reform. *Harvard Educational Review*, 1987, 57(1)

- 4 冯爽. 中学物理教师 PCK 结构的构建及主题案例分析. *中学物理教学参考*, 2013, 42(7): 34 ~ 37
- 5 Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H., Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching[A]. Gess-Newsome Julie & Lederman Norman G. Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education[C]. Dordrecht; London; Kluwer Academic, 1999
- 6 岳晓婷, 潘苏东. 物理学专业师范生 PCK 状况调查分析. *物理教师*, 2014, 35(7): 2 ~ 4
- 7 李飞跃, 范亚颖. 高中物理“机械波”一章的学科教学知识(PCK)探讨. *中学物理(高中版)*, 2015, 33(7): 45 ~ 46

学开始的^[4],即由哥白尼的日心说拉开序幕.14世纪中下叶到16世纪末的“文艺复兴时期”,马丁·路德的宗教改革使人文主义思想在欧洲传播,科学革命正同步进行,这一时期的科学家把古希腊时期古贤先哲的著作和思想发掘出来重新加以研究,一方面力求还原其本来面目,另外一方面,又拒绝承认古代权威,研究成果在欧洲高等学府间传播,在争论中不断发展,直到牛顿建立起经典力学,标志着近代科学的创立.作为案例教学,期望学生能深入了解这一物理历史过程,从而来回答心中的“李约瑟难题”.为此布置如下一道开放式作业:

在文艺复兴时期,近代科技创立的过程中,西方的科学家如何将古希腊和古罗马时期的一些科学问题重新加以研究,批判、吸收,并使之得以发展,逐步创立了近代科学.

- (1) 至少列举5个以上这样的事例.
- (2) 以上述事例为基础,谈谈李约瑟难题的原因.
- (3) 个人对此的感受和启发.

下面是从学生作业中挑选出的5个具有代表性的事例.

事例1:揭开现代自然科学序幕的哥白尼

哥白尼首先向统治欧洲近1500年的地心说发难,提出日心说.古希腊的亚里士多德最先提出地心说思想,认为天体自己不会运动,都是由原动天的第一推动者(即上帝)推动其他诸星围绕地球旋转.亚历山大学院的另外一个天文学家托勒密进一步改进和完善了地心说,使之与天文观测符合,被教会所利用,成为人们心中根深蒂固的观念.哥白尼对古希腊的自认哲学著作做过不少研究,了解古希腊天文学家阿里斯塔克(Aristarchus)的“日心说”思想,而且他赞成毕达哥拉斯学派宇宙是和谐的,可以用数学关系表达宇宙规律的基本思想,在他的《天体运行论》第一卷中写道:“终于,我在古希腊的一些著作中发现了地球运动的观点.这就启发我也来运用这种观点.……我终于发现,如果认为地球和行星都围绕太阳运动,一切就变得简单而清楚了.”很显然,揭开近代自然科学序幕的哥白尼受到了古希腊学者思想和著作的启发.

事例2:开普勒将数学引入天文学

将数学引入天文学使得天文学变成一门精确科

学,成为近代科学的开路先锋.开普勒利用圆周运动来解释火星轨道时,与老师第谷的观测值总有8分的偏差不能消除.他坚信老师严谨和精确的观测,牢记老师的忠告“一定要尊重观测事实”,运用自己信服的哥白尼日心说,发挥自己数学上的特长,记起古希腊几何学家阿波罗尼研究过的圆锥曲线——椭圆.正是这一灵感,使得开普勒迈出关键的一步:火星轨道是椭圆而不是圆,才能消除8分的偏差,接着将这一认识推广到所有行星,才有了后面的行星运动三大定律^[4].不可否认,杰出的数学才华,以及来自古希腊毕达哥拉斯宇宙存在优美数学秩序的观念和阿波罗尼的圆锥曲线方程给了他帮助.

事例3:伽利略对自由落体运动的研究

爱因斯坦曾说过:“伽利略的发现以及他所用的科学推理方法是人类思想史上最伟大的成就之一,而且标志着物理学的真正开端.”^[6]伽利略开创了科学实验的方法,并将实验观察测量与理论思维(假设、演绎、推理)相结合,使得物理学的建立取得突破性进展,并深远地响应其他学科的发展.在伽利略时代,占统治地位的是古希腊亚里士多德的学说,关于自由落体运动,亚里士多德认为重物下落得快,这引起后人的思考与观察,在伽利略之前就有人对亚里士多德的观点产生质疑,有人做过实验,似乎并不能表明重球比轻球下落快,至少不像亚里士多德所预期那样的差别:质量大一倍,下落也快一倍.也有人用思想实验,从逻辑上反驳亚里士多德,绑在一起的两个物体比其中一个重物或轻物的质量大,下落比两者快,而另外一方面重物会拖着轻物下落,速度将介于重物和轻物单独下落的速度之间,从而形成矛盾.这些都对伽利略产生过影响,虽然不曾有证据显示他在比萨斜塔做过两个小球同时落地的实验,但他做过小球沿斜面下滚的实验是确信无疑的.伽利略从古希腊的科学家阿基米德浮力定律出发,不同质量的球在水中、空气中因阻力不同而下落不一致,然后用极限的观点认为,如果完全排除空气阻力,所有物体下落一样快.通过对小球沿斜面运动的研究,发现加速度与质量无关,自由落体运动只是斜面完全竖起来的特殊情况.在这个过程中,亚里士多德提出的观点虽然错误,但是很重要,能引发后人的思考和对自然界本质问题的探索.阿基米德等人在数学定律、逻辑演算、思维演绎方面积累和所形成的文

化传统都是物理大厦建立过程中重要的推手。

事例 4:伽利略对惯性定律的研究

伽利略另一项重要贡献是提出惯性定律,也就是后来常说的牛顿第一定律:物体在不受外力的作用下将保持惯性运动状态不变。这一思想早在古希腊时期就有人提出,德谟克利特(公元前460年到公元前371年)和伊壁鸠鲁(公元前342年到公元前270年)都有这样的猜想^[6]。牛顿曾就两者的思想写道,“所有那些古人知道第一定律(即惯性定律),他们归之于原子在虚空中做直线运动,因为没有阻力,运动快而永恒。”^[7]而后的亚里士多德却断言,力是维持物体运动状态的原因,并在欧洲长期占统治地位,正是因为前人的争论和不同学说,伽利略独立思考,运用自己研究斜面运动的成果,发挥思想实验的威力,得出结论:维持运动不需要力,改变运动才需要力,静止和匀速直线运动都属于惯性运动。并由此认为天上行星绕太阳运动也属于惯性运动,这些思想对后续牛顿的研究都有莫大的帮助。

事例 5:笛卡尔在物理、数学方面的卓越贡献

笛卡尔是一位伟大的数学家、物理学家和哲学家。他在物理方面发展了伽利略运动相对性的理论,他在《哲学原理》中第一次比较完整地表述了惯性定律:只要物体开始运动,就将继续以同一速度并沿着同一直线方向运动,直到遇到某种外来原因造成的阻碍或偏离为止。这里他强调伽利略没有明确表述的惯性运动的直线性,这为牛顿力学三大定律的提出作出了积极的贡献。笛卡尔在数学上最重要的贡献是创建了解析几何,在笛卡尔时代,代数还是个新鲜事物,由东方引入,几何学思维在数学家的头脑中占有统治地位,笛卡尔看到了几何学的不足,他建立直角坐标系,将几何与代数合为一家,由此数学更深地引入物理,使得更精确的测量和分析在物理中更加常见,推动了物理向前发展。

牛顿有一句名言,“如果说我比其他人看得更远一点的话,那是因为我站在巨人的肩膀上。”^[8]这里不言而喻,是指哥白尼、开普勒、伽利略、笛卡尔等人。牛顿继承前人的成果,不迷信权威,敢于追求真理,他的笔记中有亚里士多德“吾爱吾师,吾更爱真理”箴言。在他的著作《自然哲学的数学原理》中继承着古希腊毕达哥拉斯学派的简单性原理和统一性原理,为近代科学革命奠定了基础,至此,物理作为

一门独立的学科创立起来,并深刻影响其他学科。

根据布置的作业,学生们围绕上述事例来探讨“李约瑟难题”,并发表自己的见解,在这里将一些有代表性的感悟挑选出来。

近代科学产生于欧洲,而不是中国、印度或日本。哥白尼、开普勒、笛卡尔、伽利略和牛顿这些卓越人物所起的作用至关重要,这并非偶然,有其内在的历史原因,他们都认真地学习过古希腊时期所流传下来的数学和物理知识——如欧几里得几何,以及希腊的理性主义思想。牛顿的《数学原理》一书,就是按照类似于欧几里得“几何学”的形式写成,类似的典范效应深刻地影响着西方的科学发展。只要有几个基本的物理原理和一定的条件,事物发展的过程和最终结果就能够推演出来,在欧洲人的眼中这是很自然的事情,在同时期的中国人眼中却并不一定这么认为,在近代科学诞生前,我们从未拥有像西方那样的数学理论体系和理性的演绎思想体系,虽然我们在技术上曾经领先过西方,而这方面的缺失为日后落后于西方埋下了一个重要隐忧。

在古希腊的毕达哥拉斯数学学派、欧几里得几何学派、亚里士多德物理学派思想灿烂时期,我国也处在先秦诸子百家争鸣、思想大放光彩时期,唯独没有类似欧几里得几何学这样的思想,虽然有重视技术的墨家,但是没有出现以数学为基础有严密逻辑体系的思想著作得以传承下来,为什么会出现这种情况呢?超出本文讨论的范围,但这作为一个历史事实,或许是近代科学未能诞生在我国的一个重要因素,值得引发我们的思考。

从古希腊时期就在西方形成对事物本质认识不断探索的风尚也是值得我们深思的地方。最初的欧几里得几何学也不是奔着实际应用而去创立的,物体运动快慢的问题对讲究实用主义的中国人来说很难提起兴趣。亚里士多德提出的观点虽然在今天看起来不对,但是他的“吾爱吾师,吾更爱真理”却激励后人去质疑和反驳他,从而促进科学的发展。而我国古代知识分子认为先贤已经将世界研究透彻,后人只需接受和继承,这显然不利于科学的发展。对事物的起源和运动发展本质规律的探索是人学习的内在动力,在今天大力弘扬全民创新更应该得到提倡。

近代科学未能诞生在我国与近代的落后被动挨打是有差别的,前者不是后者的全部引发因素,其例

证为近代科学未诞生在日本,但是日本通过社会变革迎头赶上社会潮流.本文更加关注的是近代科学未产生在我国的因素,我们通过前面叙述可以看到古希腊文明在数学和物理方面的卓越成就,以及所形成的理性主义文化扎根于西方社会,才有文艺复兴后的科学革命,西方在古希腊哲学家的思想和著作哺育下所形成的理性主义文化是近代科学创立的历史沉淀.明末时期,当欧几里得的《几何原本》由徐光启和利玛窦翻译引入我国,当时社会在文化、制度等各个方面没做好准备,追赶都还来不及,更谈不上创建近代科学.自然哲学中的理性主义思想根植于人们的意识需要长时间的历史积累,这对我们今天的教育有重要的借鉴意义.

3 教学效果

通过课堂引入这一话题,激发学生讨论,课后布置作业,学生通过查找资料,更多地去了解物理初创的过程,掌握一些关键人物以及他们的思想,这有利于学生加深科学历史知识,提升自身的科学素养;在探索实践中意识到我们的文化中缺乏像古希腊那样的理性主义,引起他们在日后学习中的注意,重视理论对实践的指导作用,比如从哥白尼到牛顿他们的

成功源于信仰自然哲学思想.重视数学和物理的学习,重视数学与专业学科的渗透.学习文科物理的学生日后不一定成为物理学家或工程师,他们更加偏向于社会协调、导向、宣传等工作,了解这些有助于提高科学素养,为社会创造一个重视科学、重视理论、重视创新的社会氛围而贡献自我的力量.

参考文献

- 1 李约瑟.中国科学技术史.北京:科学出版社,2003
- 2 倪光炯,王炎森.文科物理——物理思想与人文精神的融合.北京:高等教育出版社,2015
- 3 杨振宇.《易经》对中华文化的影响.自然杂志,2005(1):1~3
- 4 赵峥.物理学与人类文明十六讲.北京:高等教育出版社,2008
- 5 Hobson A. 物理学的概念与文化素养.秦克诚,刘培森,周国荣,译.北京:高等教育出版社,2008
- 6 爱因斯坦 A,英费尔德 L.物理学的进化.周肇威,译.长沙:湖南教育出版社,2007
- 7 塞耶.牛顿自然哲学著作选.王福山,译.上海:上海译文出版社,2001
- 8 格雷克 J.牛顿传.吴峥,译.北京:高等教育出版社,2001
- 9 刘丽敏,李长江,刘晓来.大学文科物理教学探讨.物理与工程,2004,14(1):33

Seeing the *Joseph Needham Problem* in the Creation Process of Modern Physics ——A Case Teaching Arts Physics

Li Jiading

(Physics Experiment Center, Guangzhou College of South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510800)

Abstract: In order to explore the “Needham Question” during physics teaching in the liberal arts, arranged an assignment to students. From the creation process of modern physics, modern science is formed from natural sciences of ancient Greece thought and innovation achievements, We choose a few representative examples just like Copernicus, Kepler, Galileo, Descartes, and Newton, and so on. According these examples to seek the “Needham Question” and the reason behind the backward of modern science in China. Through these cases teaching to enhance students understand of the physical start-up process of historical knowledge; and make them pay attention to rationalism and scientific literacy. which it is conducive to carry out following arts physical teaching course.

Key words: arts physical teaching; Joseph Needham problem; case teaching