



从“地心说”到“日心说”教学探讨

林 灏 余建刚

(佛山市南海区石门中学 广东 佛山 528248)

(收稿日期:2021-09-05)

摘 要:科学历程的转折点“科学革命”,始于哥白尼的工作.教材用了半节的篇幅,介绍“从地心说到日心说”.从科学史的视角,分析学生容易产生的理解上的谬误和困惑,并尝试作出阐述解惑.

关键词:“日心说” 哥白尼 科学革命

对大多数学生而言,高中阶段学习物理的收获,不是日后研究前沿理论物理所需的扎实基础,而是收获作为现代人的一种素养:对现代文明重要组成部分的科学有所认识、在生活中能够用科学的眼光看待问题、分析问题等等.在这样的背景下,科学史是高中物理教学不可或缺的一部分.

科学史取得最丰硕成果的研究对象有二:其一是大约发生在16~17世纪,从根本上改变了科学历程的“科学革命”;其二是古希腊萌芽时期的科学.2019粤教版物理必修二教材(后文简称为“教材”),正是用第三章前两节的篇幅,初步介绍科学史研究的核心对象^[1].

“科学革命”始于哥白尼的工作,教材第一节前半部分“从地心说到日心说”正是介绍这部分内容.本文主要目的,将尝试从科学史的视角,分析学生容易出现的谬误及疑问,为高中物理教师备课提供参考.

1 教材中几处值得商榷之处

(1)“提出”可以理解为“首创”吗?

教材第52页有这样的描述:“波兰天文学家哥白尼主张以简单的几何图形来描述宇宙运行的规律.……于是他提出了‘日心说’”.这很容易被理解为哥白尼“首创”或“首先提出”“日心说”.

但事实上“日心说”不是哥白尼首创的.最早提出“日心说”的,是古希腊时期的数学家、天文学家

阿利斯塔克(Aristarchus,公元前315年—公元前230年);他通过计算得出太阳比地球大的结论,由此认为小的东西围绕大的东西转更为合理.哥白尼本人也清楚,“日心说”的“专利优先权”不属于自己.他在写作《天球运行论》前,“重读了我所能得到的所有哲学家的著作”,并声明自己在这些资料中得知古人曾提出过地球围绕火(太阳)运动的观点^[2].

同样,“地心说”也不是托勒密提出的.一般认为最早提出“地心说”的是欧多克斯.托勒密的成就是集前人之大成,撰写《天文学大成》.

(2)“天体”等同于“天球”吗?

在人教版高中物理必修二教材中有如下内容:

“哥白尼:拦住了太阳,推动了地球” 公元1543年,波兰的一位长者哥白尼临终前在病榻上为其毕生努力的著作《天体运行论》签上了自己的姓名.这部书预示了地心宇宙论的终结.”

作为教师需要注意,“这个书名在今天的中国学界普遍被译成《天体运行论》,但这个译名是不确切的”^[3],使用《天球运行论》译法或许更为恰当.

名称的翻译关系到我们对于哥白尼体系的理解:哥白尼认为,所有的行星并不是在虚空当中或者说在自由空间中环绕太阳运动,它们其实是镶埋在传统天文学所说的一些水晶球里.哥白尼著作中的“*Heavenly Spheres*”,指的并不是地球、火星、金星等行星,而是指携带着这些行星运动的那些水晶球^[4].

“天球”概念对古代天文学影响深远,正是在这个意义上我们可以说,哥白尼是最后一个古代天文学家,而不是第一个近代天文学家.哥白尼将地球移出中心的工作,无形中使“天球”的概念开始松动,并最终让人们的世界观,从封闭世界走向无限宇宙^[5].

(3)“宗教总是迫害科学”这一说法对吗?

学生在小学和初中阶段,基本都听过伽利略特别是布鲁诺被教会迫害的故事.基于这些故事,学生往往还被动或主动接受了“宗教总是迫害科学”这样的结论.但这里无论是对事实的描述,还是得出的结论,都存在问题.

一方面,在初中和小学阶段的常见资料中,对布鲁诺的事迹一般描述为:布鲁诺因为捍卫“日心说”而被教会迫害致死.这句话具有误导性.

布鲁诺确实支持“日心说”,也确实被教会迫害致死.但前者不是后者的根本原因.教会迫害布鲁诺的根本原因,是因为布鲁诺对教会根本教条的攻击,而不是他对“日心说”的辩护.

布鲁诺生活的年代,正是马丁·路德、约翰·加尔文等人对教廷展开猛烈攻击,宗教改革如火如荼的时期.不难想象,作为中世纪封建统治支柱的教会,面对这些攻击时会殊死反扑.丹皮尔在《科学史及其与哲学和宗教的关系》写道:“布鲁诺是热忱的泛神论者,公开地攻击一切正统的信仰.他受到教会法庭的审判,不是为了他的科学,而是由于他的哲学,由于他热衷于宗教改革;他于1600年被教廷烧死.”^[6]

诚然,教会于1616年将《天球运行论》列为禁书.但在更早的时候,教会高层对“日心说”不仅不反对,甚至表示支持.《天球运行论》出版于1543年,哥白尼在序言中写道,促成自己出版这本书的“头一位是卡普亚的红衣主教尼古拉·舍恩贝格”,还提到自己的工作,是在主持修订历法的主教保罗建议之下进行的^[7].因此,根据这样的前后关系,我们能觉察:与其说“日心说”连累了布鲁诺;不如说布鲁诺连累了“日心说”.

阐明“日心说”、教会、布鲁诺以及伽利略之间的关系,可以参照笔者向学生说明时用的比喻:一名武士不满大名的残酷统治,于是举刀杀害了大名的家臣.大名处决了这名武士后,宣布自己治下的地方全面禁刀.过了不久,一名制刀匠人在大名的地盘开了家店,并四处宣扬武士刀的工艺之美.大名把这个刀匠抓了起来,迫使他关掉店铺并保证不再向公众介绍刀具.在真实的事件里,武士是布鲁诺,大名是教会,刀匠是伽利略,而武士刀正是“日心说”.

2 教学中几处常见问题释疑

(1)为什么“地心说”模型除了均轮还需要本轮?

教材52页图3-1-1“地心说”模型示意图中,标出了均轮和本轮.喜欢思考的学生很容易能想到,“均轮”是用于解释昼夜交替现象的.但“本轮”的作用,教材没解释,学生也几乎不可能想到.

“本轮”的提出,是为了解释行星逆行的现象.虽然几乎每个学生都听过“水逆”这个说法,但几乎没有人知道“水星逆行”是一种自然现象.观测过行星逆行的学生更是少之又少.因此,教师在讲解逆行的现象,以及如何用物理模型解释逆行时,只能在概念上辅以图片,最好是通过视频进行展示.

2019人教版必修二的46页“科学漫步”部分介绍了行星逆行,“大多数时间它(行星)相对于恒星由西向东移动,但有时却要停下来,然后向西移动一段时间,随后又向东移动,这个现象叫做行星的逆行.”接着介绍了科学理论的提出“为了解释行星的逆行,古希腊人提出一个理论……”^[8]

对于教师理解这部分内容,值得再补充一点:“本轮”“均轮”的提出,是对柏拉图“拯救现象”这一呼吁的回应.“拯救现象”可以简单理解为,在观测到相对于理论而言的反常时,对理论本身进行修改或补充,进而让“反常”的现象重新变为“正常”,从而“拯救”这些现象.自柏拉图以降,对于逆行的“拯救现象”,一直是天文学的中心课题.

这之后经过千年,天文观测越来越细,新的发现

越来越多,人们不断增加新的轮子对模型进行修正,结果“轮上轮”的总数达到了80多个,此外还要引入“偏心点”“偏心等距点”一系列复杂的概念,使得整个“地心说”模型过于刻意、牵强和臃肿.这成为哥白尼反对“地心说”的原因.

哥白尼用“日心说”回应了柏拉图“拯救现象”.“若要真正理解哥白尼和他的工作,我们必须明白,他是最后一位古代天文学家,而不是第一位近代天文学家.……具体来说,哥白尼认真领受了将近2000年前发出的‘拯救这些现象’的命令,设法要严格按照匀速圆周运动去说明天体的运动”^[9].“在哥白尼的体系中,行星的这种运动(逆行)只是一种视觉现象,是地球和所观测的行星在恒星背景上作相对运动的结果”^[10].哥白尼更好地“拯救”了现象.

(2) 古希腊已经有人提出了“日心说”,为什么当时没得到普遍认可?

要回答这个问题,首先得明确“地心说”和“日心说”的提出背景.人们解释太阳的东升西落,有两种方法:一是地球静止,太阳围绕地球转;二是太阳静止,地球自转(这里学生很容易回答成地球绕着太阳转).前者是“地心说”的雏形,而后者正是“日心说”的基础.

人们选择什么和放弃什么,无非是优缺点比重的权衡.对科学理论而言,缺点主要是理论遇到的反常.“地心说”遇到的反常是前文所述行星的逆行.古希腊人用“本轮”“均轮”的模型“拯救”了逆行的现象.

而“日心说”遇到的反常比“地心说”更为严重:若地球在围绕太阳转,会产生“恒星视差”问题.向学生解释什么是视差很简单:将右手食指放到鼻子前,闭上左眼只用右眼看,再闭上右眼只用左眼看.我们看到手指的位置发生了变化,这就是视差.若地球确实在绕着太阳转,转到不同位置,我们应该能观测到恒星存在视差;若地球在自转,会产生“高塔落物”问题:在高处释放一个物体,由于地球的自转,物体落到地面的位置,应该在释放点正下方的西边.

或者也可以这样描述:同样的大炮发射炮弹,由于地球的自转,大炮向西发射时,射程应该比向东发射时远.这两个问题,在很长的时间里都无法很好地回答.这正是古希腊人否认“日心说”的理由.

3 结束语

不管是粤教版还是人教版新教材在演绎万有引力定律诞生前夜,都是重视科学史的讲述,都通过对物理学革命历史的阐述,使学生经历和感受到物理世界图景更迭变革的思想洗礼,领会物理思考的本质与真谛,受到心灵的震撼和思想的启迪.这些对培养学生学科素养无疑有着重大的意义,但或许由于篇幅所限,学习者在学习这一章节时,容易产生理解上的谬误和困惑.作为师者,我们务必清楚明晰这段曲折而又灿烂多彩的科学历程,以达到更加准确无误地传授科学历程,传承科学思想,培育科学素养.

参考文献

- 熊建文. 普通高中教科书物理必修第二册 [M]. 广州: 广东教育出版社, 2019
- 哥白尼. 天球运行论 [M]. 张卜天译. 北京: 商务印书馆, 2016. XXXII
- 哥白尼. 天球运行论 [M]. 张卜天译. 北京: 商务印书馆, 2016. 中译本序, III
- 麦克莱伦第三, 哈罗德·多恩. 世界科学技术通史 [M]. 王鸣阳译. 上海: 世纪出版集团, 2007. 287
- 亚历山大·柯瓦雷. 从封闭世界到无限宇宙 [M]. 张卜天译. 北京: 商务印书馆, 2016
- W·C·丹皮尔. 科学史及其与哲学和宗教的关系 [M]. 李珩译. 桂林: 广西师范大学出版社, 2009. 122
- 哥白尼. 天球运行论 [M]. 张卜天译. 北京: 商务印书馆, 2016. 原序, XXX
- 人民教育出版社, 课程教材研究所, 物理课程教材研究开发中心. 普通高中教科书物理必修第二册 [M]. 北京: 人民教育出版社, 2019
- 麦克莱伦第三, 哈罗德·多恩. 世界科学技术通史 [M]. 王鸣阳译. 上海: 世纪出版集团, 2007. 283
- 麦克莱伦第三, 哈罗德·多恩. 世界科学技术通史 [M]. 王鸣阳译. 上海: 世纪出版集团, 2007. 285