



新课标指导下基于大观念的 物理教学课例探讨

——以教科版“人造卫星运行规律”为例

唐子怡 袁令民

(四川师范大学物理与电子工程学院 四川 成都 610101)

(收稿日期:2020-03-16)

摘要:以教科版高中《物理·必修2》中“人造卫星运行规律”为例,阐述了新课标指导下基于大观念的教学课例探讨,包括识别主题,以核心素养为支架搭建课程内容;编写基本问题,设计情境促进持久理解;以问题为导向,贯彻大观念展开教学.

关键词:大观念 学科核心素养 迁移 跨学科

大观念最早源于布鲁纳倡导的学科结构运动.掌握学科的结构就是以允许许多事物有意义且相互关联的方式来理解该学科,习得结构就是学习理解事物如何相互关联^[1].它呈现了一种相互联结、具有可迁移性的课程设计思想,但常局限于一个学科.查尔斯认为大观念需要通过讨论、探究这些过程才能获得,即相对于浅层学习的深度学习才能获得对大观念的理解^[2].而威金斯和麦克泰则对“大观念”做出了更为系统的论述:“大观念”是重要的、持久的.“大观念”是理解的基础素材,可以被想成是有意义的模式,这些模式使我们若将若不联结就会分散的点状知识连结起来.这样的概念超越了个别的知识和技能,以聚焦在更大的概念、原理或过程,这些概念可以应用到学科之内或以外的新情境^[3].综合这些观点,笔者对其的理解为:大观念是处于课程建构顶层设计核心,必须通过学习者探究、讨论、验证逐渐习得,基于基础知识之上的总结与推论,并经学习者内化后,在遗忘所有具体事实性知识仍然持久保留于头脑中剩下的东西.大观念并非一个简单的概念或者知识、技能,而是以各种各样抽象的形式呈现,可以跨学科使用并进行迁移的一种联结.

核心素养是核心素养在学科层面的具体化,也是学科育人价值的集中体现.建立大观念则是形成学科核心素养的一个重要途径与手段.参考邵朝友与崔允灏先生在《指向核心素养的教学方案设计:大观念的视角》中的观点,笔者得出以下依据:从大观念的本质意义出发,通过实验探究、讨论总结等多种方式循序习得知识符合自主却富有个性学习,培养学生理解、探究与解决问题能力;从大观念的特性出发,持久性要求在遗忘所有细节知识后能有所保留,这些内容则奠基了人的终生发展.抽象性指出大观念并非简单的基础知识概念,其呈现形式多样,范围也不仅局限于单一学科,暗合了核心素养的特性.联结性使得大观念为知识的迁移服务,在有限课时背景下,教学无法在某一主题中涉及到各个方面,如何让学生学会举一反三与学科内、跨学科迁移,大观念的理解与运用尤为重要.以上几点特性正体现了学科核心素养中关于思维习惯与意识能力的培养;从大观念的地位出发,埃里克森认为应由大观念决定教学的方向和深度,居于课程内容的核心.据此,在强调提高学生核心素养的教育背景下,大观念的重要性只增不减.

本文以教科版“人造卫星运行规律”一节为例,

2017年版新课标提出“核心素养”一词,而学科

通过教学设计阐述笔者自身在新课标指导下关于基于大观念的教学课例的一点思考与见解。

1 识别主题 以核心素养为支架搭建课程内容

基于大观念的理念,笔者运用大观念展开教学

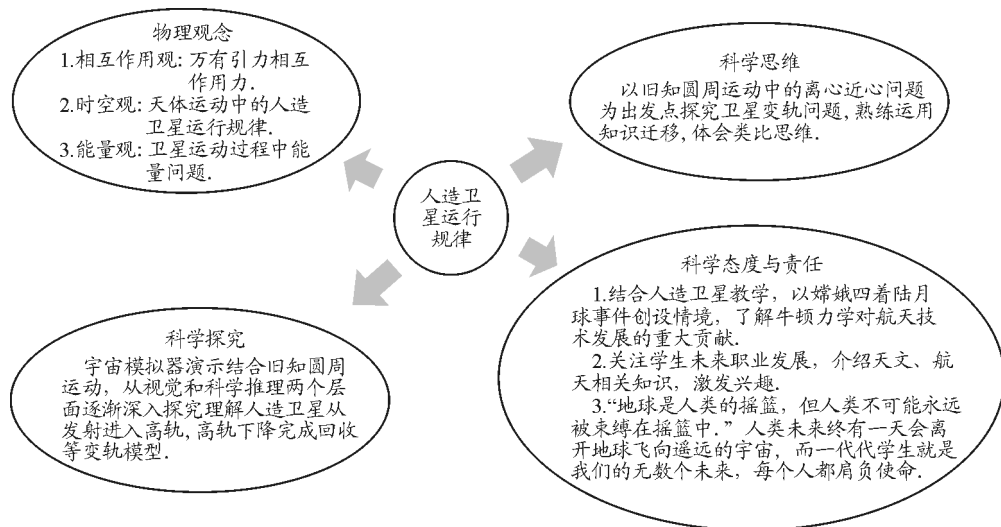


图1 “人造卫星运行规律”支架图

2 编写基本问题 设计情境促进持久理解

参考文献[4]中的观点,为发展学生理解,促进

学习迁移,在明确“我想要学生理解什么”后确定持久理解事项,编写出重要且处于事物核心的基本问题,如表1所示。

表1 “人造卫星 宇宙速度”持久理解与基本问题

持久理解	基本问题	情境问题
(1) 人造地球卫星的稳定轨道平面都通过地心。 (2) 人造卫星在稳定运行过程中由万有引力提供向心力,我们能通过公式 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 及其变式的推导得到人造卫星线速度、周期、角速度随轨道半径变化的关系。 (3) 近地卫星的运行轨道近似等于地球半径,同步卫星运行周期等于地球自转周期。 (4) 卫星通过改变速度进行一系列变轨	(1) 地球人造卫星要稳定运行它的轨道应该具备什么条件? (2) 人造卫星运行时的速度、周期、角速度等参数该如何表示? (3) 不同类型的人造卫星有什么特点? (4) 人造卫星如何进行变轨?	(1) 嫦娥四从地球发射到落月的过程。 (2) 由嫦娥一到嫦娥四探月过程回顾

3 以问题为导向 贯彻大观念展开教学

问题1:人造地球卫星要稳定运行它的轨道应该具备什么条件?

采用地球仪和圆环组成教具,模拟人造卫星运行的不同轨道,师生分析讨论得出人造地球卫星稳定轨道平面皆通过地心,再由人造地球卫星的立体模型过渡到平面模型图。

设计,根据本节内容,首先确定主题为“人造卫星运行规律”。再如图1所示,以主题为中心点,以核心素养为支架梳理脉络。在人造卫星运行规律知识网络中,重点突出人造卫星运行规律,从观念、探究到思维、态度逐渐深化。

问题2:人造卫星运行时的速度、周期、角速度等参数该如何求得?

以地-月模型为例,学生已知在该系统中万有引力全部提供向心力,得出式子 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$,分组自行推导得出卫星线速度、角速度、周期等物理量的表达式,再以小组形式展示结果。

将学生已学过的万有引力定律和圆周运动等知识即学生认知结构中已有的图式,通过合作解决问

题促进其在另一情境中迁移,并建立联结.

问题 3:不同类型的人造卫星有什么特点?

Stellarium 是安卓手机上一款模拟星象仪软件,它能根据观测者所处位置时间显示出实时天体位置.在 Stellarium 中选择人造卫星进行录屏(图 2),课堂播放视频,学生观察到部分人造卫星位置发生变化,部分却相对静止,得到同步卫星特点.

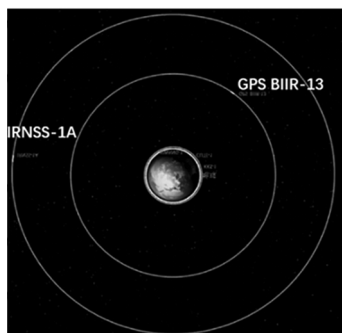


图 2 人造卫星实时位置

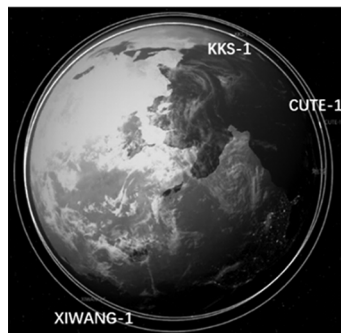
表 1 列出图 2 中部分人造卫星距离地面的高度 h (在 Stellarium 软件卫星参数中即可查得),图 3(a)、(b) 展示轨道与地球半径的大小差距,得到近地与高轨卫星特点.

表 1 部分人造卫星距地面高度

卫星名称	距离地面高度 /km
GPS BIIR-13	20 401.20
IRNSS-1A	35 855.51
CUTE-1	825.64
KKS-1	646.00
XIWANG-1	1 204.54



(a)



(b)

图 3 人造卫星轨道高度对比

通过使用 Stellarium,一方面向学生展示该软件功能激发学生对天文的兴趣,一方面在宇宙沙盘(一款基于物理法则的宇宙模拟器,可以通过改变参数设定行星气候、重力、天体运行及碰撞等)上做出模拟图,从数据还原到现象,使学生能够更加直观地感受到人造卫星轨道高低情况与地球半径的对比.

问题 4:人造卫星如何进行变轨?

以嫦娥四落月全过程设计情境,展示如下.

2018年12月8日凌晨2时23分——中国在西昌卫星发射中心用运载火箭成功发射嫦娥四号探测器.

2018年12月12日16时45分——嫦娥四号探测器到达月球附近,成功实施近月制动,进入近月点100 km 环月轨道.

2018年12月30日8时54分——嫦娥四号探测器发动机点火开始实施变轨制动,由距月面平均高度约100 km 的环月轨道,进入近月点高度约为15 km,远月点高度约为100 km 的环月轨道.

2019年1月3日10时26分——嫦娥四号探测器从距离月面15 km 处开始实施制动下降,在距月面100 m 处开始悬停,进行缓速垂直下降,最后着陆于月球背面南极——艾特肯盆地内的冯·卡门撞击坑内.

先从能量转化与守恒角度引导学生思考嫦娥四在近月降轨过程中,重力势能增大从而动能减少,故应通过减小速度实现.

打开宇宙沙盘,创建地月系模型,演示嫦娥四在近月后的基本过程.通过改变速度参数,实现环月、降轨直至落月.具体如下.

环月:为了方便观看选择轨道距月球表面 1 689 km 处轨道放置卫星,将学生计算所得数据与沙盘参数(图 4)比较.此时 $v_1 = 1.22 \text{ km/s}$.

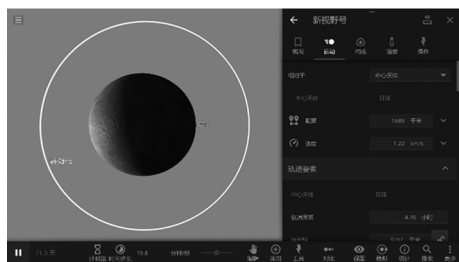
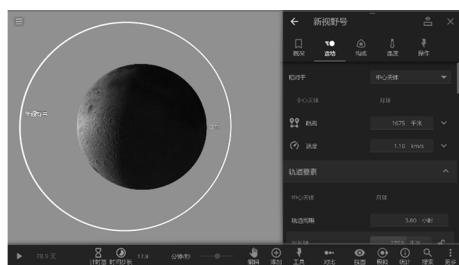
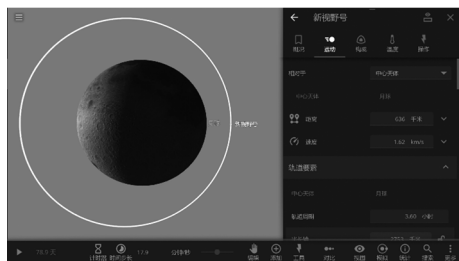


图 4 环月模拟图

降轨:从能量转化与守恒角度引导学生理解降轨过程中重力势能增加,动能减少,故应减速.调整速度参数,观察轨道的变化,如图 5 所示,读出远地点和近地点环绕速度,比较其大小,思考变化原因.此时 $v_{远} = 1.10 \text{ km/s}$, $v_{近} = 1.62 \text{ km/s}$.



(a)



(b)

图 5 减速降轨模拟图

落月:再次减小速度,卫星降落月面,如图 6 所示.

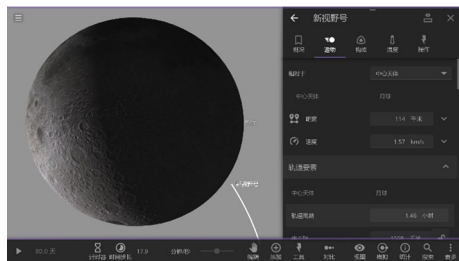


图 6 落月模拟图

假如要使卫星在距月面约 776 km 的圆轨道上稳定运行应如何操作?学生先计算所需速度参数,在软件上输入验证结果.

对比嫦娥一与嫦娥四运行过程,发现嫦娥一在发射阶段还进行了一系列升轨接近月球,提问:升轨又是怎样实现的?轨道会如何变化?

小结:本节最令你印象深刻的内容是什么?谈一谈你对本节开头齐奥尔科夫斯基“地球是人类的摇篮,但人类不可能永远被束缚在摇篮中”这句话的看法.

该节教学涉及天文学方面知识,运用了宇宙沙盘和 Stellarium 两款天文爱好者常用软件,加入中国航天事件.因此发言内容不限于物理教材上所要求的知识,应鼓励学生各抒己见,从人文到天文地理,不限学科畅所欲言.使得他们在本节课内化持久保留于头脑中的内容不局限于物理一门学科,而是能迁移至其他学科及新情境中.

我们强调大观念的持久性、抽象性、联结性.本节教学中,多采用图像、视频及模拟真实情景等手段替代数据与文字描述,重视获取知识的方式方法,加深理解促进内化.设计小组合作讨论与学生自主探究活动,得出基础知识之上的总结与推论,重视知识和原理的深度理解和灵活应用^[5].以 4 个基本问题为导向,两个情境问题为迁移手段,由浅层学习走向深度学习,由单一学科走向跨学科.实现概念和规律在学生头脑中的提炼与升华,建构本节对应的相互作用观、时空观、能量观等物理观念.

参考文献

- 1 Bruner, J. S. The Process of Education[M]. Harvard University Press, 1960. 7 ~ 8
- 2 Charles, R. I. Big ideas and understandings as the foundation for early and middle school Mathematics [J]. NCSM Journal of Educational Leadership, 2005, 8(1): 9 ~ 24
- 3 麦克泰格, 威金斯. 让教师学会提问:以基本问题打开学生的理解之门[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2015
- 4 盛慧晓. 大观念与基于大观念的课程建构[J]. 当代教育科学, 2015(18): 27 ~ 31
- 5 邢红军. 物理学科核心素养:透视、商榷与重构[J]. 教育科学研究, 2018(11): 5 ~ 14