

# 构建“主线浸润”教学模式 培养科学本质和态度核心素养\*

黄国龙

(宁波市镇海中学 浙江 宁波 315200)

(收稿日期:2020-01-18)

**摘要:**首先,根据科学本质和态度核心素养特点,揭示该类核心素养培养中存在的问题,构建“主线浸润”教学模式;其次,分析“主线浸润”教学模式实施策略;最后,结合“行星运动”具体物理教学实例阐述该模式实施过程。

**关键词:**科学本质和态度核心素养 “主线浸润”教学模式 培养

## 1 “主线浸润”教学模式构建

科学本质和科学态度是物理核心素养重要组成部分,在内容上呈现人文化和观念化。传统教学中,教师常通过讲述的方式渗透科学本质和态度的内容,缺乏根据科学本质和态度内容及物理课程资源特点构建实施针对性的教学模式,从而使科学本质和科学态度教学碎片化、浅表化。笔者认为,可以通过构建实施“主线浸润”教学模式来系统、深度培养科学本质和态度核心素养<sup>[1]</sup>。

“主线浸润”教学模式教学流程框图如图1所示,其特点是以人文教育思想为指导,在精选物理探究典型课程资源基础上,梳理构建物理科学探究过程主线脉络,系统渗透科学本质和态度核心素养内容,让学生“浸润”在科学探究过程之中,通过教师的分析讲解和学生的思考讨论、提炼总结,学生像“海绵”一样吸收科学探究过程中科学本质和态度内容,从而实现系统、深度培养科学本质和态度核心素养的目标。

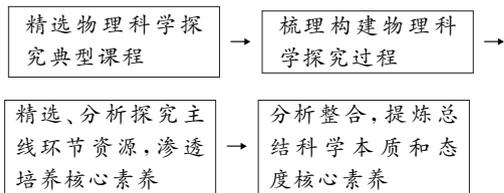


图1 “主线浸润”教学模式教学流程框图

## 2 “主线浸润”教学模式实施策略分析

### 2.1 精选物理探究典型课程资源

可以精选教材中渗透丰富科学本质和态度核心

素养内容的课例资源(例如,伽利略对自由落体运动研究、行星运动、经典力学适用范围、划时代发现等),也可以通过拓展方式精选一些物理学重大发现的课程资源(例如,电磁理论的提出和发展、能量守恒定律建立等),充分利用这些典型课程资源来丰富“主线浸润”教学资源。

### 2.2 梳理构建物理科学探究过程主线脉络

教材课程资源中包含科学本质和态度内容往往以离散和隐性的方式呈现,教师应遵循科学探究逻辑和历史相统一原则,梳理构建课程资源中科学探究过程主线脉络,从而会聚和浓缩科学本质和态度内容,提高学生浸润吸收探究主线上科学本质和态度的效率。科学探究主线脉络一般是某一物理规律探究过程的模式,往往由发现提出问题、提出科学猜想、科学论证(包括实验验证和理论论证)、总结规律和推广完善等多个重要环节以不同变式组成。

### 2.3 精选和分析探究主线环节课程资源 渗透培养科学本质和态度核心素养

精选探究主线环节课程资源既要尊重科学探究的逻辑与历史,同时也要考虑到学生认知水平和当前的教学实际,抛弃一些次要的、难度较大的资源,突出一些重要的资源;既要展示历史上科学探究过程,也要运用当今科技和教学技术,增强学生的感性认识;既要展示科学家探究过程,也要考虑教师和学生的探究参与过程,增强学生的体验活动。要通过具体案例分析渗透具体科学本质和态度核心素养内容,做到核心素养培养有效实施,落地生根。

\* 浙江省2018年教育规划立项研究课题“指向核心素养培养的物理多元开放学教方式探索”的研究阶段性成果,课题编号:2018SC090

## 2.4 分析整合 总结提炼科学本质和态度核心素养

通过科学探究主线各个环节科学本质和态度的浸润渗透,具体科学本质和态度核心素养得到有效浸润式培养.在此基础上,根据科学本质和态度一般性内容结合各环节具体分化体现,引导学生思考讨论和分析整合,以列表方式显性总结提炼科学本质和态度核心素养,从而实现科学本质和态度核心素养培养目标.

## 3 “主线浸润”教学模式实施案例分析

### 3.1 精选“行星运动”科学探究课程资源

“行星运动”不仅反映了人类探索自然的一种革命式的认知发现模式,而且包含了丰富的科学本质和态度物理核心素养内容.因而,选择教材中“行星运动”作为科学探究案例资源来实施“主线浸润”教学模式,能有效地培养科学本质和态度核心素养.

### 3.2 梳理构建“行星运动”科学探究主线脉络

根据行星运动规律探究历史结合物理教学实际,突出重大探究环节,梳理构建如图2所示科学探究主线脉络.

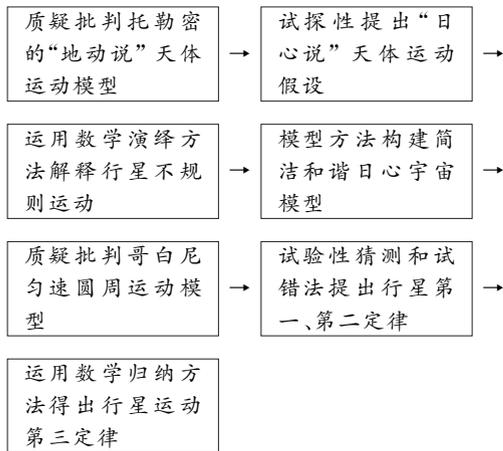


图2 “行星运动”科学探究主线脉络

### 3.3 精选主线环节课程资源 渗透培养科学本质和态度核心素养

教师对教材和相关物理学史材料进行分析处理,精选“行星运动”科学探究主线各环节课程资源,运用多种教学策略在探究主线环节中渗透培养具体科学本质和态度核心素养.

(1) 在质疑批判地心说环节中渗透培养科学思想和科学精神核心素养

1) 揭示地心说与天文观察矛盾,渗透求实的科学精神.哥白尼与老师第谷通过天文观察以及文献

阅读,发现托勒密地心说不能精准测定回归年(即太阳连续两次经过黄道的春分点所经历时间)和地球的纬度以及黄道的倾角.哥白尼针对地心说与天文观察矛盾,深刻认识到这一矛盾决定了地心说终究要被新的天文学理论代替,这是科学的求实精神的具体体现.进一步向学生渗透:求实精神是科学精神价值最基本的构成要素,一切称为科学的东西,都必须接受实践的严格检验,都必须接受理性的无情审查.

2) 展示地心说的繁复性,渗透多种科学思想.地心说在解释行星不规则运动(如图3所示)遇到的困难,提出了如图4所示的本轮、均轮、偏心轮三位一体的均匀圆周运动模型,但这种模型比较复杂.哥白尼在和谐、简洁、统一、对称和实在科学思想指导下,认为行星重复运动不能用本轮、均轮、偏心轮这种强制性外因来解析,它们应该是自然界本身统一、和谐、整体运动结果,并把揭示隐藏在行星不规则运动背后的原因作为一个重大探究课题,体现了科学思想指导着哥白尼进行天文学革命.

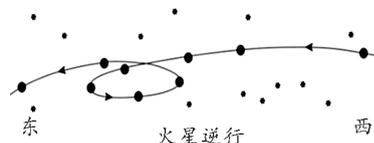


图3 地心说

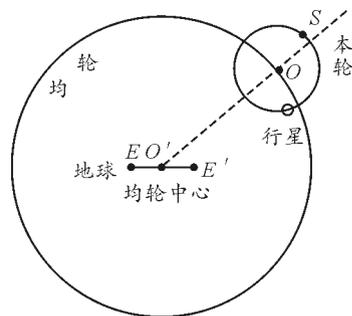


图4 本轮、均轮、偏心轮三位一体的均匀圆周运动模型

3) 介绍文艺复兴思想,渗透怀疑和创新的科学精神.文艺复兴时期,以文艺复兴为标志的资产阶级思想解放运动方兴未艾,宗教神学、经院哲学开始受到严厉批判.这些思想解放的社会背景直接影响了天文学研究的思想解放,增强了哥白尼的探究勇气,使他的怀疑和创新精神得到极大增益,提升了他与地心说决裂的决心,充分发挥了怀疑和创新精神对科学革命的重要作用,也是科学拒绝权威、科学讲究

证据这一科学探究本质的具体体现.

(2) 在提出日心说模型环节中, 渗透培养科学本质和态度核心素养

在提出日心说环节中, 渗透多种科学方法、科学性精神、探究动机、探究意志等核心素养.

1) 运用类比和归纳方法揭示视运动与实际运动区别. 哥白尼受到地面上直线视运动与实际运动不同(例如, 当船离港运动时, 船上人感觉陆地和城市后退运动了, 实际上是船相对陆地运动) 启发, 运用归纳方法得出物体视运动与实际运动的区别. 再运用类比方法, 把天体圆周运动与地面上直线相对运动进行类比, 认识到地球绕日运动与太阳绕地运动在视运动上的等效性, 只是相对运动方向相反, 迈出日心说关键一步, 突破了提出日心说的难点, 突显出类比科学方法在科学创新中的重要作用.

2) 运用试探法构建日心说模型. 哥白尼的目标是要建立一个和谐、简单、统一的宇宙体系, 寻求最为和谐的球体几何学. 在这一科学探究动机支配下, 虽然探究日心说模型过程中遇到很多困难, 但强烈的探究热情、顽强的探究意志驱使着哥白尼运用试探方法, 尝试不同的天体中心, 最后在 1515 年建立太阳中心宇宙模型, 通过发现地球绕日运动旁证行星的绕日运动, 使天文学理论框架发生根本变化, 充分体现了科学探究动机和顽强意志品质的重要作用.

3) 运用类比和悖论方法反驳批判地心说谬论. 日心说解释太阳东升西落原因是地球的自转. 地心说支持者对地球自转进行如下质疑: 假若地球自转做圆周运动, 则从地球表面竖直向上跳起人落地时将偏离原来位置; 假若地球自转, 则将产生抵消内聚力的离心力, 地球上物体将被抛散, 以致把九重天毁掉, 这些都表明地球是静止的. 针对地心说上述质疑, 哥白尼运用类比和悖论方法反驳批判地心说的上述谬论.

**运用类比方法反驳:** 运动船上的人相对船竖直向上起跳, 还会落到船上原来起跳位置. 在转动的地球表面上的人竖直起跳时也应和运动船上的人相似, 下落时会回到地面上原来位置.

**运用悖论方法反驳:** 假若由于转动产生离心力使地球上物体抛离, 则按地心说行星和太阳围绕地球做圆周运动, 将产生更大离心力, 从而使行星和太

阳远离地球, 行星和太阳围绕地球转动速度更大, 由此循环往复推出天穹大小和速度变成无限大的错误结论.

(3) 在解释行星不规则运动环节中渗透培养科学方法和科学探究核心素养

向学生指出新的理论不仅要解释旧理论能解释的现象, 而且也要解释旧理论不能解释的现象. 为了检验日心说假设的正确性, 哥白尼以崭新的日心说为初始原理, 运用假设演绎法结合数学方法(几何分析方法), 通过演绎推理来论证日心说假设. 向学生指出假设演绎法是自然科学发现的有力武器, 常用于研究物质运动规律, 是一种重要的科学方法, 从而渗透和培养科学方法核心素养.

如图 5 所示, 哥白尼运用几何分析法把复杂的行星视运动等效为地球和行星绕日圆周运动组合, 解释行星的不规则运动现象. 充分发挥了数学几何方法在检验假设、增加假设正确性中的重要作用, 体现了科学是逻辑和想象力结合这一科学探究本质.

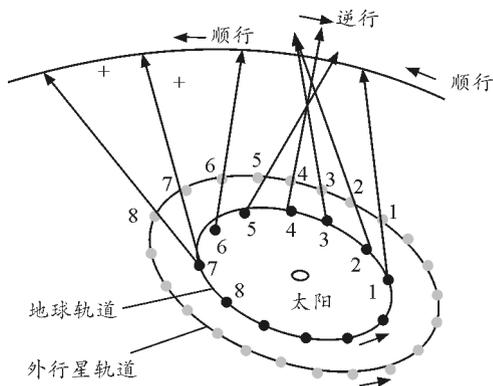


图 5 哥白尼几何方法解释行星的不规则运动示意图

(4) 构建日心说宇宙模型环节中渗透培养科学方法和科学精神核心素养

在用日心说解释行星不规则运动基础上, 哥白尼在理性的科学精神(科学理论都必须接受理性无情的审查和批判, 理性方法保证了科学的合理性, 有助于破除迷信), 自觉运用模型方法, 进一步综合日心说假设和观察事实, 按照自然界的物理实在建立关于天体位置序列的宇宙模型, 用理性来解释天文现象.

1) 科学简洁确定行星位置. 在观察行星绕日运动与地球会合周期的基础上, 哥白尼根据日心说结合行星绕日周期与轨道半径单调性关系, 通过逻辑推理确定了各行星和太阳之间的距离, 构建了和谐、

简洁、对称、相互制约的太阳系模型,它反映了人对自然认识的一次飞跃,是人类科学思想史上的一次伟大革命。

2) 简洁确定地球内轨道行星位置.地心说解释一些奇特天文现象时需要附加一些繁复约束条件,完善后的太阳系模型在解释一些奇特天文现象时可以从模型本身直接简洁得出。

(5) 质疑批判哥白尼宇宙模型环节中渗透培养科学态度和科学精神核心素养

虽然哥白尼宇宙模型获得一定成功,但是面对一些复杂的天体现象和精准的天文观察数据,还存在一些问题,遇到一些困难,从而引起开普勒等天文学家的质疑和批判.应充分挖掘这个探究环节中科学家的科学智慧,来渗透培养科学本质和态度核心素养。

1) 哥白尼宇宙模型与新天文观察数据矛盾.首先,介绍行星绕日匀速圆周运动模型无法解释观察到太阳冬天在黄道带上速度比例增加以及位置的偏差(即行星离太阳近时速度大,离太阳远时速度小).其次,介绍第谷20多年内旷日持久辛勤观察积累天文学丰富而翔实的资料,对行星角位置的测量中误差竟没有超过半分.从中渗透第谷对科学执著追求的探究动力和严谨细致的科学态度.指出开普勒发现第谷观察数据与运用匀速圆周运动模型计算火星轨道有 $8'$ 差异。

2) 质疑批判哥白尼宇宙模型,提出新的探究课题.开普勒没有放弃理论计算与观察结果相差 $8'$ 这一差异,坚信第谷观察数据的正确性,充分尊重观察事实,对匀速圆周运动模型提出质疑,并把创新哥白尼宇宙模型作为新的探究课题,从而走上了改革天文学道路.体现了开普勒对自然规律存在深挚的信仰,这也使其产生强大的科学探究动力和严谨的科学态度,也体现了求实的科学精神和创新精神。

(6) 探究行星第一、第二运动规律环节中渗透培养科学本质和科学态度核心素养

1) 充分发挥科学精神,放弃圆周运动模型.开普勒正视哥白尼圆周运动模型与新的天文观察的矛盾,发挥求实和质疑创新的科学精神,放弃了匀速圆周运动模型,探索行星新的实际运动轨道。

2) 对自然规律存在的深挚信仰,激发强大探究创新动力.促使开普勒产生强大探究动力的因素是

他对自然规律存在的深挚信仰(自然界是神秘的,也是和谐的、有规律的,自然界物质运动规律是可以认识的,理论能够把握它们),充分体现了开普勒对科学本质的高度认知和具有自觉的理性精神。

3) 执著的追求、科学方法的灵活运用,得出行星运动第一、二定律.探究新的行星运动模型是艰辛和曲折的,遇到的困难也是难以想象的.但开普勒对新的行星运动规律的执著追求,使他具有顽强的探究意志,灵活运用科学方法.首先尝试猜测行星运动数学模型,然后运用“试错推理法”对运动模型进行试验性推理,最后根据经验事实排除错误,一直找到正确为止.坚持运用19次偏心圆进行试验猜测和试错探究失败后,直到1609年尝试运用椭圆数学模型才获得成功.强大的科学探究动机和顽强的意志品格以及对科学方法的正确运用,体现了开普勒具备优秀科学家应有的良好的科学本质和科学态度核心素养。

(7) 探究行星运动第三定律环节中渗透培养科学方法和科学态度核心素养

探究第三定律要比第一和第二定律更为艰难,要向学生展示探究背后隐含的科学思想、科学方法、科学精神。

1) 介绍开普勒对自然规律存在的信仰,渗透培养理性的科学精神.开普勒时代,人们没有确信自然界受规律支配的、规律可以被人们认知发现的.在第谷观察行星轨道半径和运动周期的基础上,开普勒确信行星运动半径和周期存在某种内在联系,具有规律性.继续进行不懈的探索,充分发挥了理性精神的重大作用。

2) 运用数学方法和归纳方法,渗透培养科学方法和科学意志品格.由于开普勒时代力学体系没有建立,无法从公理出发去推导第三定律,因此开普勒只有耐心地运用数学和归纳方法进行不断尝试组合,通过近10年艰辛的探究,终于得出了行星运动第三定律 $\left(\frac{a^3}{T^2} = k\right)$ ,这一重大成就证实了“知识只能从理性思考和观察事实两者比较中得出”这一美妙真理.体现了开普勒的顽强意志品格,也折射出科学方法的重要作用。

(8) 探究主线其他科学本质和态度核心素养渗透及培养

1) 渗透培养合作分享的科学态度和继承与创新的精神. 行星运动规律经历托勒密 → 哥白尼 → 第谷 → 开普勒等几代天文学家不懈的探究, 集中了不同时期科学家集体的智慧. 第谷和开普勒师徒的合作(第谷是一位卓越的天文观察家, 开普勒是一位伟大的数理天才) 是科学史优势互补、珠联璧合合作共享科学态度的典范. 哥白尼继承了托勒密体系圆周运动合理内容, 否定了地心说模型; 开普勒继承了哥白尼行星绕日运动模型, 否定圆周轨道, 创新提出椭圆轨道. 这是科学创新意识和创新精神表现.

2) 渗透培养科学价值核心素养. 渗透精神价值: 哥白尼创立日心宇宙模型的影响是极为深远的, 它是人类认识宇宙的一个划时代的里程碑, 第一次把理性的科学之光带给人类, 使自然科学从神学统治中解放出来, 揭开了近代科学革命的序幕, 从此以

后产生一系列的伟大的科学革命. 渗透文化价值: 开普勒天体运动三大定律提供了太阳系极为简单的秩序井然的图景, 为哥白尼宇宙体系奠定了坚实的基础, 并带来万有引力定律发现和天体力学的产生和发展. 渗透方法价值: 从理性角度, 运用类比方法突破揭示天体视运动与实际运动区别; 把假设演绎和数学方法结合起来运用定量方法探究行星运动. 运用模型方法整体把握天体运动, 建立简洁和谐的宇宙体系.

### 3.4 总结提炼探究主线科学本质和态度核心素养

根据科学本质和态度的一般性, 分析整合探究主线各中环节科学本质和态度具体内容, 总结提炼如表 1 所示科学本质和态度核心素养内容, 使科学本质和科学态度核心素养得到显性的渗透培养.

表 1 科学本质和态度核心素养内容

科学本质	科学态度
科学探究: 科学知识本质, 科学探究本质, 科学探究历史	探究动力: 对科学的兴趣和热情, 强大科学探究动机, 执著的追求, 坚强的科学信念
科学思想: 统一思想, 和谐思想, 对称思想, 简洁思想, 实在思想	
科学方法: 观察方法, 类比方法, 归纳方法, 假设方法, 演绎方法, 数学方法, 模型方法, 悖论方法, 试错方式	实事求是: 科学局限性和发展性, 反对迷信和拒绝权威, 尊重事实和讲究证据, 严谨细致和一丝不苟
科学精神: 求实精神, 理性精神, 美学精神, 质疑批判精神, 顽强探究精神, 创新精神	
科学价值: 文化价值, 精神价值, 方法价值	合作分享: 民主尊重, 优势互补, 肯定与否定, 继承与创新

### 参考文献

1 邱仁宗. 成功之路[M]. 北京: 人民教育出版社, 1987. 14 ~ 46

## Constructing Teaching Mode of *Mainline Infiltration* and Cultivating Core Accomplishment of Science Essence and Attitude

Huang Guolong

(Zhenhai High School of Ningbo, Ningbo, Zhejiang 315200)

**Abstract:** In this paper, based on the characteristics of core qualities of scientific essence and attitude, we first shed light on the problems existing in the cultivation process of the core qualities and propose a "storyline immersion" education mode. Then we analyze the strategies to implement the proposed education mode. Finally, the practical execution process of this education mode is demonstrated using a specific physics teaching case with the topic of planet movement.

**Key words:** core qualities of scientific essence and attitude; "storyline immersion" education mode; cultivate