

通过逆向设计提高混合式教学有效性的实践探索*

——以“万有引力理论的成就”教学为例

张江宁

(江苏省锡山高级中学 江苏 无锡 214174)

(收稿日期:2021-07-23)

摘要:对线上与线下相结合的混合式教学进行逆向设计,提高了教学的有效性,为信息技术与学科教学的深度融合探索了一条有效路径.

关键词:混合式教学 逆向设计 双线课堂 万有引力

尽管线上与线下相结合的混合式教学的有效性已经被实践所证实,但是在普通高中并没有得到广泛的应用,其根本原因不仅是混合式教学环境的建设要求较高,更主要的是大多数教师对混合式教学的有效性仍然持怀疑态度.因此,要进一步推动混合式教学改革,就要通过有效的措施与成熟的方法让混合式教学取得更为显著的效果,从而让广大教师彻底消除顾虑,切实转变观念,积极推动教学方式的变革.值得欣慰的是,笔者所在学校经过多年的实践探索,证明了混合式教学能够有效地促进教学质量的提高,并在全校实现了常态化混合式教学.特别是物理教研组在“普通高中混合式学习常态化的实践研究”和“指向物理核心素养的逆向教学设计的优化策略研究”两项省级“十三五”规划课题的研究中,将逆向设计的理念应用到混合式教学设计中,有效推进了混合式教学改革,促进了信息技术与学科教学的深度融合.

文献[1]将逆向教学设计分为3个阶段:先确定预期教学目标,再根据该目标思考如何收集达成预期目标的“证据”,最后围绕目标安排学习和教学活动.逆向教学设计强调了评价先于教学,突出了学习证据采集、分析与应用,使教学更有针对性,更能够促进学习目标的达成,从而提高教学的有效性.而混合式教学由于采用线上与线下相结合的方式,学习证据采集与学习的及时评价正是线上学习的优势,

如何将逆向教学设计的理念应用到混合式教学中具有十分重要的实践价值.下面以人教版高中物理“万有引力理论的成就”为例,谈谈混合式教学逆向设计的3个阶段,期望能够为一线教师推动混合式教学改革提供可以借鉴的经验.

1 明确学习目标

逆向设计理念下的教学目标既是教学的起点,也是教学的终点,教学目标设计不仅要依据《课程标准》与物理教材的内容要求、活动建议和教学提示等为依据,还要符合所教班级学生的学习现状,才能有效提高目标达成度.

“万有引力理论的成就”这节课的内容丰富而精彩,学生通过本节内容的学习,科学探究的意识与能力会得到进一步提升,运动与相互作用观念会得到显著加强.无论是“称量地球质量”,还是太阳质量的计算,都非常适合让学生通过小组合作的形式进行理论探究,有利于培养学生合作探究的意识与逻辑推理能力.教材中关于海王星的发现并不是直接陈述,而是通过对测量数据和万有引力定律的质疑抛出问题、引发思考,突显了测量数据在科学探究中的重要性,有利于培养学生的实证意识.教材中还增加了潮汐现象的内容,尽管篇幅不大,但进一步体现了万有引力定律发现的重大意义,强化了相互作用观念.

* 江苏省教育科学“十三五”规划课题“普通高中混合式学习常态化的实践研究”,课题编号:D/2020/02/102

作者简介:张江宁(1964-),男,正高级,江苏省物理特级教师,主要研究方向为物理教学、混合式教学.

笔者所教班级的学生进入高中以来,主要以混合式学习方式进行物理课程的学习,可以通过教学平台对学生的情况进行较为客观的分析,教师在课堂上也有更多的机会对学生学习进行仔细观察,从而设计出更有针对性的教学目标。

基于以上思考与教学实际,本节课的教学目标设计为:

(1)会用万有引力定律分析地球与物体间的相互作用力,理解万有引力与重力的关系,形成“称量地球质量”的基本思路。

(2)应用行星运动模型推导计算“中心天体”质量与密度的表达式,体验应用物理模型解决实际问题的方法。

(3)理解观测数据的重要性,体验从数据中发现、解决问题的方法,养成严谨认真、尊重事实的科学态度。

(4)认识万有引力定律的科学成就,理解万有引力定律发现的重要意义,体会科学的迷人魅力,提升运动与相互作用观念。

2 确定学习证据采集方式

关于学习证据的采集与信息的反馈,必须做到及时、准确、有效。及时,不仅指数据要实时采集,还要及时对数据进行分析并反馈给学生和教师,及时作出学习的过程评价,数据采集的过程不能影响学生的学习,使学生的学习过程更为流畅;准确,指准确采集学习证据,正确分析数据,有针对性地反馈信息,促进后续学习的顺利进行;有效,是指反馈信息的指向性要明确,评价要富有激励性,要在有效促进学科素养发展的基础上,进一步激发学生学习的热情,使学生保持持续学习的意愿。

由于笔者所在学校自主开发的混合式学习平台基本覆盖了高中阶段的不同学习场景,学习证据采集的方式较多,所以,更要进行认真设计,以免方式不当影响教学效果。由于本节课以自主学习与理论探究为主,笔者选用了该平台的自适应学习模块进行数据采集并组织教学。

在自适应学习模块的支持下,课堂上每个学生都能够按照自己的节奏进行学习,教师又能够从讲

授中解放出来,参与学生的讨论,帮助学生解决学习中的个性化问题,教学的针对性更强,学生学习效率明显提高。我们把这种模式称为“双线课堂”,同一个教师有两重身份,即线上的虚拟身份与线下的真实身份,学生也可以选择线上与线下的不同方式进行学习。

课堂上,学生可根据平台反馈的信息对自己的学习作出准确的评价,从而选择适合自己的学习方式。平台将不同形式(如文本、图片、表格、动画、微课、视频、课堂检测等)的学习内容融合在一起,可按任意顺序编排,不需要在不同的界面间进行切换,所以,学习过程相当流畅,学习效率明显提高。

3 设计学习活动

本节课根据预设的教学目标,设计了5项活动。学生在纸质导学案和平台反馈信息的引导下,通过自主学习与合作探究的方式完成各项学习任务。我们要求能够在线下完成的任务尽量在线下完成,线下完成不了或线上效果明显更好的才在线上完成。比如,通过文本、图片等静态资源学习的过程必须在线下完成,通过微课、视频等动态资源的学习过程只能在线上完成,学生可选择倍速播放微课以提高学习效率,也可回放以促进理解。再如,学生应先在纸质导学案上完成课堂检测,再将结果上传到平台(输入客观题答案或将主观题解答过程拍照上传)。小组讨论则要求线下进行,毕竟面对面的交流更加灵活方便。这样,一方面可以避免学生长时间盯着平板电脑的屏幕,以保护学生的视力;另一方面也使学习方式多样化,以提高学习效果。

【活动一】“称量”地球的质量

讨论 1:如果不考虑地球的自转,你认为地面上的物体受到地球对它的万有引力与重力是什么关系?牛顿发现万有引力定律后,他算出了地球的质量吗?为什么?

讨论 2:卡文迪什测出了引力常量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ 后,称自己的实验是“称量”地球的质量,怎么称量?需要测量哪些物理量?

在阅读教材中“称量”地球质量部分的内容与小组讨论的基础上完成检测 1。

【检测 1】在某行星表面高 h 处让一小球自由下落,经过 t 落地,已知行星半径为 R ,引力常量为 G ,则()

- A. 行星表面的重力加速度为 $\frac{h}{t^2}$
 B. 行星表面的重力加速度为 $\frac{2h}{t^2}$
 C. 行星的质量为 $\frac{2hR^2}{Gt^2}$
 D. 行星的质量为 $\frac{hR^2}{Gt^2}$

学生在完成检测 1 并提交后,立即获得反馈信息,并可根据自己的情况选看提示、解析或微课。笔者在微课中引导学生对问题情境进行了拓展,将自由落体改为竖直上抛和平抛运动,让学生认识到,测量行星质量的关键是要测出行星表面的重力加速度,让运动与相互作用观念在学生的头脑中进一步深化。

【活动二】计算中心天体的质量和密度

讨论 3:能否通过测出太阳的表面重力加速度,从而算出太阳的质量?如果能,请设计方案;如果不能,那如何测量?(要求先小组讨论,再参看微课 1)

微课 1:首先启发学生,太阳表面温度大约是 $5\ 500\ ^\circ\text{C}$,太阳的质量为地球的 33 万倍,你认为能直接到太阳表面去测太阳的表面重力加速度吗?再引导学生思考,要根据万有引力定律计算太阳的质量,需要测量哪些量?

学生在微课的启发下,不难推导出计算太阳质量的表达式。接着,要求学生完成检测 2。

【检测 2】2019 年诺贝尔物理学奖获得者瑞士日内瓦大学教授米歇尔·马约尔和迪迪埃·奎洛兹在 1995 年发现了一颗距离我们 50 光年的行星,该行星围绕它的恒星运动,这颗行星离它的恒星非常近,只有太阳到地球距离的 $\frac{1}{20}$,公转周期只有 4 天。由此可知,该恒星的质量约为太阳质量的()

- A. 20 倍 B. 16 倍 C. 14 倍 D. 1 倍

学生完成检测 2 后,可以选看提示、解析或微课,笔者在微课中引导学生得到行星轨道半径的 3 次方与公转周期的 2 次方比值只与中心天体的质量成正比关系。从而让学生认识到通过万有引力提供

做向心力的方法只能计算中心天体的质量,不可计算环绕天体的质量。

思考 1:中心天体的质量测出后,如何进一步计算出中心天体的密度?请将推导中心天体密度公式的过程在检测 3 中提交。

这一问题难度不大,但结果容易错。原因是计算天体密度时涉及到两个半径,一是环绕天体(或探测器)的轨道半径 r ,二是中心天体本身的半径 R 。

思考 2:如果轨道半径 r 等于中心天体的半径 R ,要计算中心天体的密度,则需要测量哪些物理量?请将推导过程在检测 3 中提交。

【检测 3】提交中心天体密度公式的推导过程(包括轨道半径 r 与中心天体本身半径 R 相等的情况)。

(如果上述计算中心天体密度的表达式正确,可跳过微课 2,直接完成检测 4。)

微课 2:通过微课强调 $r=R+h$,但在 $h=0$ 时, r 与 R 可以约去,只要测出贴近中心天体表面运行的天体(或探测器)的环绕周期 T 就可计算出中心天体的密度。

【检测 4】已知某行星的半径为 R ,该行星的一颗卫星围绕行星做匀速圆周运动,环绕周期为 T ,卫星到行星表面的距离也等于 R ,引力常量为 G ,不考虑行星的自转,则下列说法正确的是()

- A. 行星表面的重力加速度为 $\frac{4\pi^2 R}{T^2}$
 B. 行星的质量为 $\frac{32\pi^2 R^3}{GT^2}$
 C. 行星的密度为 $\frac{24\pi}{GT^2}$
 D. 卫星绕行星做圆周运动的线速度为 $\frac{2\pi R}{T}$

【活动三】发现未知天体

微课 3:该微课采用了一段发现海王星的视频,把计算海王星的轨道与实际观测到的轨道作了一下对比,发现有一些区别,引起学生对轨道存在偏差的原因的思考。

讨论 4:根据万有引力定律计算的海王星轨道与实际观测到的轨道存在偏差的可能原因有哪些?请在小组讨论的基础上完成检测 5。

【检测 5】天王星的运动轨道与根据万有引力定

律计算出来的轨道存在一些偏差,你认为是下列哪个原因?()

- A. 天文观测数据不准确
- B. 万有引力定律的准确性有问题
- C. 离天王星较近的土星对天王星引力的影响
- D. 天王星轨道外面还有一颗未发现的行星对天王星引力的影响

天王星引力的影响

微课 4:介绍两位年轻的学者(英国剑桥大学的学生亚当斯和法国天文学家勒维耶)各自独立地利用万有引力定律计算出这颗“新”行星轨道的史实,以激励学生发奋学习,争取早日成才。

【活动四】用万有引力定律解释神奇的自然现象

阅读教材中预言哈雷彗星回归部分的内容,思考下列问题。

思考 3:有没有哪位天文学家观察到哈雷彗星绕太阳运动一周的时间?

思考 4:哈雷是用什么方法预测哈雷彗星回归的日期的?

微课 5:播放一段《哈雷彗星,2061年它将再次来临》的视频。

思考 5:牛顿用月球和太阳的万有引力解释了潮汐现象,你认为潮汐现象主要是由太阳和月球中的哪个星球引起的?(太阳的质量约为月球质量的 2.7×10^7 倍,地球离太阳的距离约为地球离月球距离的 3.9×10^2 倍)

【活动五】汇报交流

通过教学平台随机抽取1个小组,请该组推荐一位学生进行汇报,总结应用万有引力定律测量中心天体质量、密度的方法,并对万有引力的理论成就发表自己的见解,再请其他小组进行补充。(学生汇报时,将自己平板的屏幕投影到大屏上)

实践表明,通过逆向教学设计,能够更好地发挥智慧教学平台的优势——及时作出个性化学习评价,如果不对评价内容、评价方式进行事先规划,就不能有效地设计教学活动,甚至无法设计教学活动,而评价的内容与方式又必须服从于教学目标。可见,混合式教学对教学的逆向设计具有一定强制性,这样,就不难解释为什么混合式教学具有显著的教学效果了。学生的学习是能动的,是他们对教学改革提出了合理的建议,是他们对混合式教学平台提出了改进的意见。学生是学习的主体,是信息时代的原住民,对信息技术与学科教学融合的理解有着与生俱来的优势。混合式学习平台支持下的“双线课堂”让教师由课堂教学的主宰者和知识的灌输者,转变为课堂教学的组织者、指导者,学生建构意义的帮助者、促进者,学生良好情操的培育者^[2]。

参考文献

- 1 格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格.追求理解的教学设计[M].闫寒冰译.上海:华东师范大学出版社,2017.13~35
- 2 何克抗,信息技术与学科教学“深度融合”的路径与实现方法[J].中小学数字化教学,2018(2):17~20

Practice and Exploration on Improving the Effectiveness of Mixed Teaching through Reverse Design

—Taking the Teaching of *the Achievement of the Theory of Universal Gravitation* as an Example

Zhang Jiangning

(Jiangsu Xishan Senior High Middle School, Wuxi, Jiangsu 214174)

Abstract: The reverse design of online and offline hybrid teaching improves the effects of teaching and explores an effective way for the deep integration of information technology and subject teaching.

Key words: mixed teaching; reverse design; double teaching; Universal Gravitation