

大概念统领下培养学生高阶思维的教學实践研究

——以“‘电磁感应’综合应用”教学为例

戴小民 (上海市晋元高级中学 上海 200333)

摘 要 培养学生的高阶思维是当前课程改革的热点话题,也是重要目标。文章以高中物理“‘电磁感应’综合应用”教学为例,在大概念思维框架的统领下,在情境创设、模型建构、变式训练、应用迁移等环节中开展高阶思维培养的实践探索,引领学生通过对大概念的理解与运用,实现完善认知结构、发展关键能力和体验复杂情感过程,培养学生分析、综合、论证、创新、评价等高阶思维。

关键词 大概念 高阶思维 单元教学

文章编号 1002-0748(2025)2-0002

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

在特定的物理认知情境下,高阶思维体现为学生通过辨识现有知识与外部信息之间的联系,将背景知识应用于新的情境,以解决复杂问题,而这些问题往往没有明确的答案。高阶思维不是一种孤立的思维,而是有多种认知成分共同作用的复杂过程。《普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)》“进一步精选了学科内容,重视以学科大概念为核心,使课程内容结构化,以主题为引领,使课程内容情境化,促进学科核心素养的落实”^[1]。这一方针确立了大概念在课程教学中的重要地位。大概念揭示了事实性知识背后的普遍规律,成为知识的连接点,使得零散的知识能够有机地联系起来,不仅便于记忆,而且更有利于在已有知识的基础上学习新知识、拓展思维的深度和广度。大概念是单元学习内容结构化思考的集中体现,也是培养高阶思维的关键抓手。基于大概念思维框架的单元教学,最重要的操作就是促进知识结构化,引导学生思维从低阶走向高阶。当学生面临新的情境和问题时,他们能够将这些知识和思维方法迁移并应用,这也是培养学科核心素养的基本目标。

高中物理紧密联系生活实际,内容丰富,蕴涵着大量培养高阶思维的重要基因和载体。本文以高三“电磁感应”的综合应用复习课为基础,在大概念思维框架的引领下,重构教学目标体系与结构关系,重新整合单元教学资源,开展基于高阶思维培养的实践探索活动,通过梳理知识间的内在逻辑,挖掘隐性知识,使学生深入理解物质、运动、相互作用和能量等物理

观念,通过模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等解决问题的探究活动,学以致用、用以致学,培养学生的分析、综合、推理论证、类比创新等高阶思维。

1 梳理单元大概念,搭建培养高阶思维的支架

学生的学习活动过程实际上是一个深入理解和掌握大概念的过程,同时也是对基本问题进行分析和解决的过程。在这个过程中,不仅要通过阅读、讨论和实践等多种方式来理解那些核心的、广泛适用的概念,还要学会如何运用这些概念去解决实际问题。学生通过与环境的互动,不断地提出问题、探索答案、验证假设,从而构建起自己的知识体系。这种主动建构的过程,也正是高阶思维得以形成和发展的基础。在具体的教学实践中,我们要梳理单元大概念,帮助搭建培养学生高阶思维的路径与支架,重点引导学生从真实情境中发现问题、提出问题,引导学生运用物理思维方式和方法分析问题、解决问题。通过这一过程,不仅可以加深学生对物理大概念的理解和掌握,而且可以培养学生的高阶思维能力,为今后的学习和生活打下坚实的基础。

在“电磁感应”这一单元知识实践应用中,我们经常会碰到磁场与导体相对运动的情境,在这种情境中求解相关问题时,需要有较强的知识应用与分析能力。首先,我们必须明确课程标准所规定的基本要求,并从中筛选出关键的名词(即知识点)和关键的动词(即行为标准)。其次,要结合学生学情,将

本单元电磁感应知识进行梳理,凝练出本单元的大概念:导体与磁场之间有相对运动时,产生感应电流,会使导体受到安培力,阻碍其相对运动。然后,依托大概念设计相关任务:①从生活现象走进物理,选择列车减速进站的刹车情景,建立相应的物理模型,让学生经历建构物理模型的抽象概括过程,认识电磁感应现象中的电磁阻尼作用;②通过分析线框切割模型,整理解决电磁感应现象中力学、电学、功能问题的基本思路,形成结构化知识和方法,建立新旧知识间的联系;③通过问题变式训练,基于事实证据和科学推理,经历分析综合、推理论证,激活思辨、评价、质

疑、批判等高阶思维,在解决问题过程中,得到科学思维的提升;④通过类比、迁移、创造和评估,设计实验,从物理走向生活,逐渐培养出探索自然的内在动力,形成严谨、认真、实事求是以及坚持不懈的科学态度。这里的核心任务不是传统意义上的习题或作业,而是为理解大概念、回答核心问题而设计的真实情境下的挑战性任务。在完成一个又一个的进阶任务过程中,带着大概念的理解,将分析综合、推理论证、批判质疑和类比创造等高阶思维活动贯穿整个单元学习的过程。因此帮助学生梳理、理解、运用大概念的过程,也是搭建培养学生高阶思维的支架的过程(见图 1)。

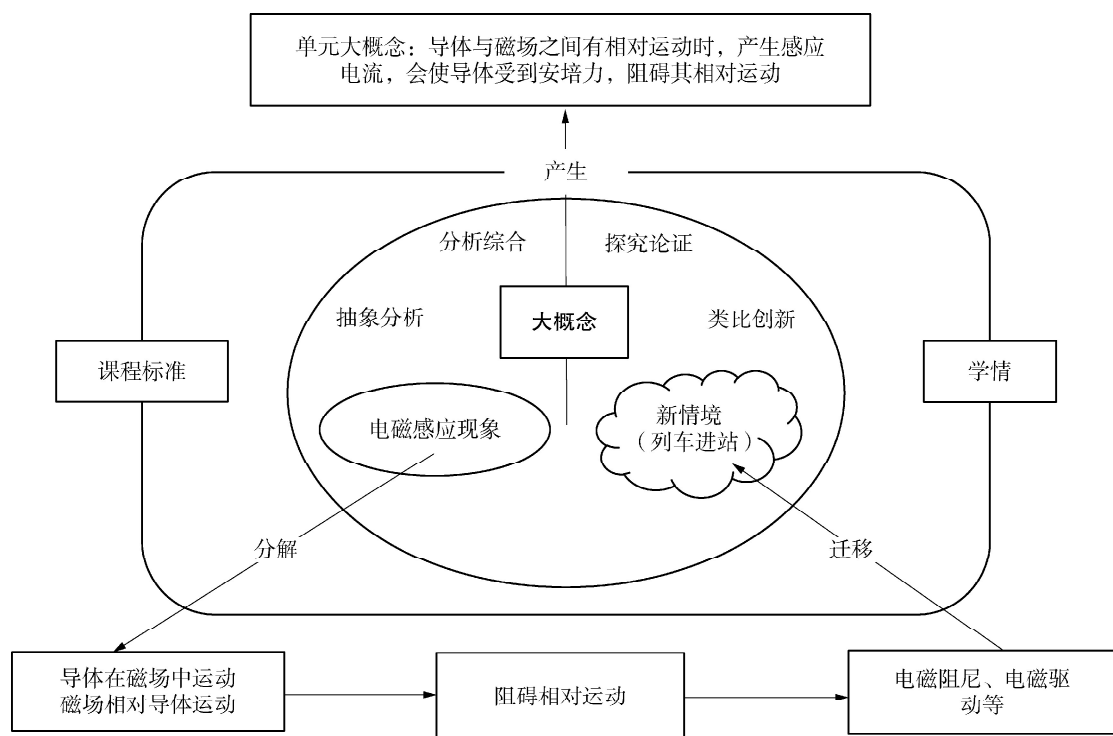


图 1 单元大概念的梳理与高阶思维表征

2 依托大概念,建立模型,培养学生抽象分析高阶思维能力

通过创设真实或模拟的情境,将教学活动情境化,激发学生内在的学习动力,进而提升他们的学习体验。这种基于大概念的情境化教学方法,将学生现有的知识和经验有机地融入情境任务中,学生不仅能够深刻理解所学内容,还能在实际情境中灵活运用,实现知识的迁移和应用。这样的教学策略不仅提升了学生的学习兴趣,还培养了他们的分析和解决问题的能力。当然,大概念高度凝练,它是教师层面对学科内容内在价值的共识,并不适合直接呈现给学生,所以需要通过一定的“翻译”,将其转化成

学生看得懂、能思考的问题或模型。在“电磁感应”这一单元知识的实践应用中,当闭合回路中,一部分导体进行切割磁感线的运动时,会产生电磁感应现象,导体所受的安培力大小与导体的运动速度有关,如果水平方向没有其他外力作用,导体将做变速运动。实际教学中,我们借用列车进站情境(见图 2),将原始性的问题转化成为一个形象的、简洁的、可感知的物理模型。先请同学们思考问题:列车速度如何变化?为什么会这样变化?然



图 2 列车减速进站情境

后引导学生分析列车减速方式的复杂性,如机械刹车、电磁刹车等,可先引导学生初步分析每一种刹车方式的特点,如匀变速、变加速等。然后要求学生利用所学的电磁感应知识,设计一个列车减速模型(见图 3)。教师从全局出发,整体把握和统筹安排教学内容,在建模过程中,设计有梯度、有深度及联系实际的教学活动,引导学生去伪存真、去粗取精,发展学生抽象分析的高阶思维。

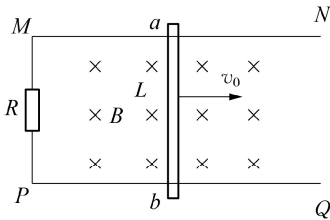


图3 导体切割磁感线模型

3 依托大概念,建立新旧知识间的联系,培养学生综合分析高阶思维能力

所有问题解决都包括已知(现有状态)、求解(目标状态)和解法(连接路径)三个阶段状态,所谓的问题解决就是在已知和求解之间架起桥梁。我们可以借助大概念的上位性、中心性和统摄性,通过类比、归纳和演绎等多种方式,围绕大概念建立新旧知识之间的联系,提高学生的综合分析高阶思维水平。在具体的认知情境中,“综合”构成了“分析”的逆向过程。分析涉及将一个复杂问题拆解成若干小问题,并深入探究其各自的构成要素。而综合则是将这些小问题的相关信息汇总,从而构建出对整个问题或情境的全面理解。通过综合不同维度的信息,将相互关联的新旧知识通过聚集、组织、归纳和整合进一步形成结构化、系统化的知识,促进学生形成对问题深刻而透彻的了解,总结主要的观点并得出结论。在“电磁感应”这一单元知识实践应用中,我们通过分析线框切割模型,围绕本单元大概念中的“阻碍”这一核心要义,整理解决电磁感应中力、电路、功与能等问题的基本思路,形成结构化知识和方法。例如,针对如图3所示的模型,我们先从力与运动、功和能两个角度进行讨论:①从力与运动的角度理解“阻碍”作用,讨论分析导体棒进入磁场过程的速度和加速度的变化情况,并判断导体棒所做的运动,定性画出 $v-t$ 图象和 $a-v$ 图象,讨论分析电磁刹车的优势。②从功和能的角度理解“阻碍”作用,讨论导体棒所受安培力的特点和安培力做功的特点,讨论分析此过程中能量转化情况和回路中电能的分配。最后通过上述问题的讨论,围绕对大概念中“阻碍”作用的理解,归纳总结整个单元的知识结构和解决问题的基本策略与方法。在此过程中,逐渐提升

学生综合、分析、评价等高阶思维的水平。

4 依托大概念,进行问题变式训练,培养学生探究论证高阶思维能力

问题变式训练是一种通过不断变换问题形式,激活学生思维和引领学生思考的教学方法。这种方法要求学生在面对复杂问题时,不只是停留在表面现象,而是要深入挖掘问题的本质,寻找其背后的科学原理,运用所学知识、策略、经验,在情境中发现问题,产生认知冲突,形成探究、推理、论证、创新的动力,同时能够引领学生学会运用策略与方法,在解决问题过程中提升高阶思维能力。

在“电磁感应”这一单元知识实践应用中,我们基于可靠的事实证据和严谨的科学推理,设计了一系列精心的问题变式训练,让学生经历深入的质疑、思辨、论证、分析等过程。如:在质量为 $M=1\text{ kg}$ 的列车模型上,竖直固定着一个质量为 $m=0.2\text{ kg}$ 、宽为 $L=0.05\text{ m}$ 、总电阻为 $R=100\ \Omega$ 、匝数 $n=100$ 匝的矩形线圈,且模型与线圈的水平长度 d 相同,线圈和模型一起在光滑的水平面上做匀速运动,以速度 $v_1=10\text{ m/s}$ 进入与线圈平面垂直、磁感应强度 $B=1.0\text{ T}$ 的水平有界匀强磁场,方向竖直向下,俯视图如图4所示。要求学生完成以下任务:①定性画出线圈进入磁场过程线圈速度 v 与位移 x 的变化关系图象;②已知模型运动(包括线圈)的情况如图5所示,请说明两坐标轴所代表的物理量;③请根据图

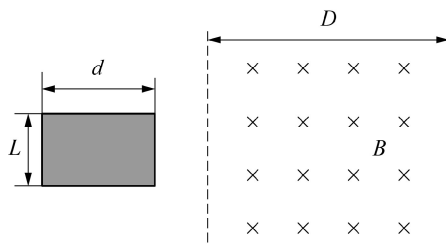


图4 题目情景

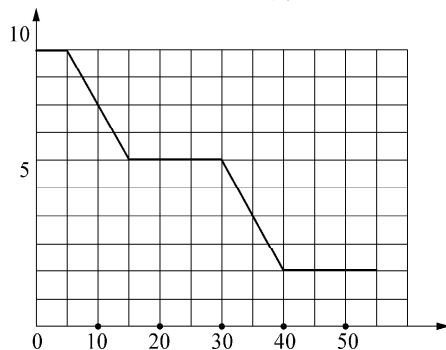


图5 物理量间关系图

5,求模型的水平长度 d 和磁场的宽度 D ;④请根据图 5,求线圈和模型通过磁场的过程中线圈电阻的发热量 Q ;⑤模型进入磁场和离开磁场的过程中,速度的减少量为多少? 两次减少量相同吗?

在上述分析讨论过程中,我们不仅能够激活和提升推理论证、探究创新等高阶思维能力,还能够激发学生的的好奇心和探索欲,使他们在解决问题的过程中,不断提出新的问题,不断进行深入的思考,在解决问题的过程中,形成一种质疑、自主、探究、合作、建构的学习文化。

5 依托大概念,进行能力迁移,培养学生类比创新高阶思维能力

一般来说,根据迁移的程度,迁移可分为:①自迁移:个体已有的经验影响着相同情境中任务的操作;②近迁移:已习得的知识或技能在与原先学习情境相似的情境中的应用;③远迁移:已习得的知识或技能在新的不相似情境中的应用^[2]。基于大概念的教学,不仅要做好自迁移和近迁移,更要强调做好远迁移。从物理走向生活,意味着将抽象的物理概念应用到实际生活中,要能将物理知识与现实生活中的现象进行对比和联系,从而创造出新的理解和认识,迁移到实际情境中解决实际问题。完成这一过程不仅需要扎实的理论基础,还需要创新思维 and 实践能力。当然,应用迁移时,还要不断借助元认知和同伴互助,通过将预期结果和评估证据进行反复对照、反思,逐步达到评估标准要求,以确保其准确性和可靠性,实现预期学习结果^[3]。在“电磁感应”这一单元知识实践应用中,我们知道,导体与磁场相对运动时产生的感应电流,会产生磁场力阻碍导体棒的运动。反过来,磁铁相对于导体运动时,导体中感应电流产生的磁场力是否也会阻碍磁铁的运动? 我们设计了如图 6 所示实验,先让学生体验小钢珠和小磁铁在铜管中下落情况,观察并描述现象,然后引导学生分析下落过程中的阻碍作用。接下来,我们要求学生进一步根据自己的理解,设计简易磁力缓降高楼安全逃生装置(见图 7),并进行交流分享。

同时,我们设计课后长作业:一位设计师构思了一套电磁逃生系统,其关键做法是在建筑物的每个拐角处安装一个升降式逃生井,并在其中嵌入电磁片。每户居民的家中都会配备一套与电磁片相匹配的金属救生衣,电磁片对金属救生衣产生一定的排斥力。在火灾发生时,居民只需穿上金属救生衣,跳入逃生井中,电磁片产生的排斥力与人的重力相抵消,从而



图 6 磁铁从铜管中下落



图 7 高楼安全逃生

确保居民以较低的速度安全着陆。请查阅相关资料,对此电磁逃生方案做一评述。通过这个长作业的完成,学生将所学知识进行类比、迁移、创造和评估,真正实现从物理走向生活。在查阅资料、请教老师、自己思考、解决问题的过程中逐渐提升分析、创新、创造和评价等高阶思维能力,逐渐形成探索自然的内在动力和严谨认真、实事求是、持之以恒的科学态度。

最后学生们脑洞大开,设计了各种各样的逃生系统(见图 8)。

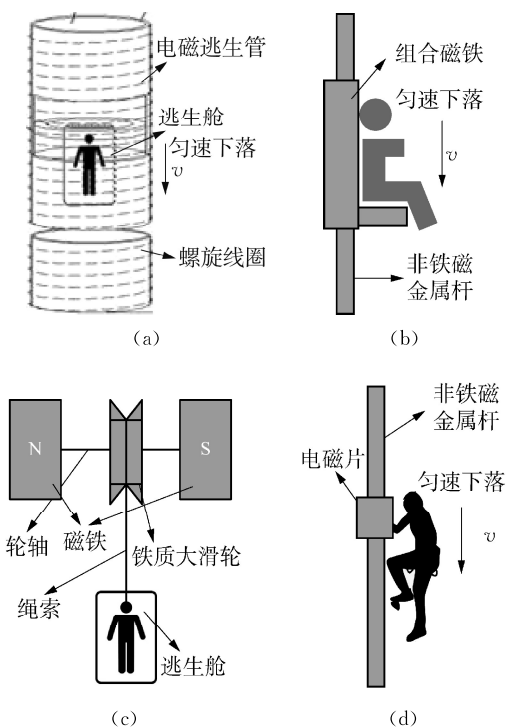


图 8

在动手解决这种具有挑战性的问题过程中,学生通过调用大概念,从磁场和导体之间相对运动中存在“阻碍”作用出发,提取关键信息,理解复杂情境,并提出解决方案。学生在完成具体项目任务的过程中,自主探究、合作交流,需要进行信息搜集、数据处理、评估评价等多方面的活动,这些活动有效培养了他们的

分析、综合、评价、批判、创造等高阶思维能力。单元综合复习之后,A 同学说:“原来我对磁场、电路、力与运动知识的理解都是碎片化的,看问题总是朦朦胧胧的感觉,我能听懂别人讲的内容,但我自己不会解决问题,通过这个单元的复习和作业的完成,我脑海中很多知识相互之间建立了联系,而且有了一根主线,解决问题似乎突然有了方向。”B 同学说:“在解决一个个的挑战性问题过程中,我有一种探究的冲动,不断调用原来的知识解决问题,同时在碰到新问题时,我又不断去学习新的东西。当我的逃生系统模型设计出来时,我似乎明白了学习物理的意义。”

6 结束语

基于大概念思维框架的教学已经成为构建知识、形成方法、迁移应用、提升素养的重要手段,是促进学生经历从低阶思维迈向高阶思维的螺旋上升的重要路径与方法。在大概概念统摄的教学过程中,学生通过课堂深度学习不仅要“留”和“存”知识,还要“取”和“用”知识;不仅要完善认知结构,还要实现关键能力的发展。大概念是科学合理地进行课程整合的核心,运用大概念来整合和组织教学内容,可以将零散的事实和技能转化为具有结构和意义的整体。基于大概念的教学,设定明确的学习目标和有效的进阶式任务,有助于营造学生自主、合作和探究的学习环境,并最终形成学习成果。基于大概念的学习是一种有组织、结构化的学习方式,它能够促进知识的有效迁移和实际应用,旨在培养学生的高阶思维能力,推动学生进行深度学习。在“电磁感应”单元复习这一综合应用实践中,正是通过大概念的思维框架,通过创设问题情境和任务驱动式学习等教学策略,教师引导学生进行深入思考,帮助学生建立知识之间的联系,帮助学生从多个

角度分析问题,提出综合性的解决方案。这不仅是知识的记忆和再现,更是提升了学生的探究兴趣和综合应用能力,促进了学生在学科与生活之间的高通路迁移能力。

总之,大概念教学是一种基于概念和原理的教学方法,旨在构建深厚的知识结构和培养学生的思维能力^[4]。在大概概念的指导下,我们的教学实践应致力于通过系统性的教学设计和方法创新,专注于理解概念、原理和模型等基础知识结构,强调方法的完整性、系统性和内在联系,同时注重思维的灵活性和发展性。通过单元大概念的提炼,围绕大概念进行高阶思维培养的路径思考和支架搭建,基于情境创设、模型建构、变式训练、迁移应用等环节引领学生通过对大概念的理解与运用,实现单元知识认知结构完善、实践能力发展和复杂情感体验的过程,构建“深度学习”的课堂教学,促进高阶思维能力的培养,使他们能够在未来的学习和生活中更好地应对各种复杂问题。因此,大概念统领下的高阶思维培养的教学实践这一研究方向不仅对教育理论的发展具有重要意义,也为一线教师提供了具体的教学策略和方法,有助于提升物理教育教学质量,培养具有创新精神和实践能力的未来人才。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [2] (新)约翰·哈蒂. 可见的学习:最大程度地促进学习(教师版)[M]. 金莺莲,洪超,裴新宁,译. 北京:教育科学出版社,2015.
- [3] (美)格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格. 追求理解的教学设计(第二版)[M]. 闫寒冰,宋雪莲,赖平,译. 上海:华东师范大学出版社,2017.
- [4] 刘徽. 大概念教学:素养导向的单元整体设计[M]. 北京:教育科学出版社,2022.
- [1] 以 2023 年部分省市中考物理试题为例[J]. 物理教学,2024(6):43—47.
- [2] 赵波,李志坚,蒋灵. 融合传统文化促进核心素养——以“力的合成”教学设计为例[J]. 物理教学,2022(12):21—23,80.
- [3] 阮享彬,李群,夏波. 挖掘中国元素培育文化自信——以“牛顿第一定律”教学为例[J]. 物理教学,2022(9):28—30.
- [4] 吴若楠. 中华优秀传统文化元素融入中学物理教学探索——以初中物理“杠杆”教学为例[J]. 物理之友,2024(3):28—30,34.
- [5] 李盈,张佳蕊,蔡洪,等. 中国古代物理实验在光学教学中的应用[J]. 中学物理,2023(24):57—60.
- [6] 张丽君. 文化自信融入初中物理的教学研究——以“浮力”专题教学为例[J]. 湖南中学物理,2024(5):40—42,10.

(上接第 80 页)

综上所述,古文物在初中物理教学中具有巨大的开发潜力和教育价值,通过持续的探索与实践,不仅能够提升学生的物理学科核心素养,还能增强其民族文化认同感与自信心。我们有理由相信,古文物将成为物理教学中一股不可忽视的活力源泉,为培养兼具创新能力与深厚文化底蕴的新时代人才贡献重要力量。

参考文献

- [1] 陈晨. 渗透中华优秀传统文化元素的试题研析和命制策略探讨——