

核心素养导向的物理学习目标设计模型构建与实践

——以“力的合成与分解”为例

高念¹ 孙林源² 时满飞¹

1. 登封市外国语高级中学 河南登封 452470

2. 登封市教研室 河南登封 452470

摘要: 基于《普通高中物理课程标准(2017年版)》对核心素养的要求,本研究构建了“课标-教材-学情-目标”四维联动的物理学习目标设计模型,并以“力的合成与分解”为例,通过分析人教版、沪科版等五版教材的编写逻辑差异,提炼出“概念理解→定则掌握→方法迁移→素养内化”的目标分层框架。研究发现:教材情境设计(生活实例、工程案例等)直接影响科学思维的培养路径;学情调研显示,数学工具运用能力是目标达成的关键制约因素。最终提出核心素养导向的学习目标动态生成策略,为新课标落地提供实践参考。

关键词: 核心素养;学习目标设计;力的合成与分解;教材对比;四维联动模型

引言

教育部现行物理课程标准明确提出,物理教育需聚焦于学生物理观念建构、科学探究能力提升、理性思维培养及社会责任意识强化^[1]。在此框架下,学习目标需系统规划课堂学习成果,具体体现为学科认知深化、探究策略优化及科学价值观内化的协同发展^[2]。作为教学设计的核心,学习目标应发挥导航路标作用,通过多维目标的有机整合,推动教学质量提升与学生综合素养的全面发展。当前物理学习目标设计存在两大困境:其一,目标制定与核心素养要求脱节,多停留于知识记忆层面;其二,忽视教材编写逻辑差异,导致目标适切性不足。对此,本研究构建“课标-教材-学情-目标”四维联动模型(图1),并以“力的合成与分解”为实证案例,探索核心素养落地的操作性路径。

操作、具体、层次、科学,这样才能满足不同层次学生的学习需求^[3]。学习目标制定以课标为指导,以教材为主体,挖掘教材中蕴含的科学方法。选择重要、典型的研究方法作为教育内容,要符合学生的认知水平和能力发展规律,既能促进学生正确探索、认识物理知识,又有利于训练学生的智力,培养他们分析和解决物理问题的能力。就力的合成和分解而言,可以按下面的步骤构思教学目标。

1.1 研究新课程标准

课程标准对“力的合成和分解”的课程内容要求如下:课程标准明确要求,需通过实验探究力的合成与分解规律,掌握矢量与标量的本质差异,并运用共点力平衡原理解决实际问题。新的课程标准将力的合成和分解降低为“了解”,强调通过实验探究力的合成与分解规律,培养学生的科学探究能力和创新意识,倡导以学生为主体的探究式教学,鼓励学生自主设计实验、收集数据、分析结果^[4]。首先,理解力的合成与分解的概念是基础,力的平行四边形定则是核心内容,它是进行力的合成与分解的基本法则。在实际问题中分析力的作用效果并进行力的合成与分解,能够培养学生的应用能力和创新思维。其次,实验探究是学习力的合成与分解的重要手段。通过实验,学生可以亲身体验科学探究的过程,培养科学探究的能力,可以提高学生的综合分析能力。逻辑思维和抽象思维能力的培养有助于学生更好地理解物理概

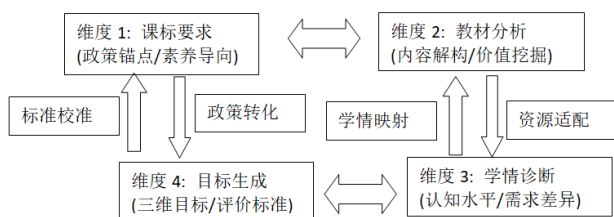


图1 四维联动模型框架图

1. 学习目标的研制流程

学习目标制定具有重要意义,目标制定要全面、系统、

念和规律,提高学习效率。最后,科学方法的体会和严谨科学态度的培养是物理教学的重要任务。通过实验探究和问题解决,学生可以深刻体会科学方法的重要性,培养实事求是的精神。小组合作和交流能力的增强有助于学生更好地适应社会发展的需要。感受物理知识的应用价值可以激发学生的学习兴趣,提高学习的积极性和主动性。

1.2 研究不同版本课本的标准

人教版以提水等生活场景构建等效认知,强调合力与分力的替代关系。通过实验探究平行四边形定则,结合作图法与余弦定理计算合力,并指出力的分解需依据实际效果或正交分解法,辅以例题深理解^[5]。

沪科版突出学科整合,引入斜拉桥钢索拉力分解等工程案例,将物理规律融入实际问题。围绕塔柱受力分析,运用平行四边形,形成工程化学习主题,展现从理论到实践的问题解决逻辑^[6]。

教科版注重从现象抽象规律,如通过拖拉机拉耙分析合力等效性,引导学生从生活现象提炼物理概念。分解教学强调作用效果导向,如斜拉汽车案例,与合成知识呼应,结合例题巩固分解方法^[7]。

粤教版从生活实例切入,探讨合力与分力关系时,重点分析合力大小随分力夹角变化的规律,通过实验与实例掌握合成方法。分解教学直接关联合成逆运算,指导学生根据效果确定分力方向,强化解题能力^[8]。

鲁科版以生活场景引入概念,注重实验与理论结合,推导合成规律。分解教学侧重方法论,按效果分解与正交分解并举,通过实例分析引导学生灵活选择分解策略,提升实际问题解决能力^[9]。

各版本教材围绕力的合成与分解教学,聚焦三大核心维度:概念理解、方法实践与思维培养。概念基础均以合力与分力的等效替代关系为逻辑起点,强调从力的作用效果理解等效性。核心规律突出平行四边形与三角形定则的掌握(沪科版、粤教版明确运算与作图要求),通过实验探究或理论推导强化定则应用能力。方法体系注重分解策略的灵活选择:按实际效果分解与正交分解法(鲁科版、北师大版均设专项训练)并举,结合工程案例(沪科版斜拉桥分析)与生活情境(教科版斜拉汽车)提升实际问题解决能力。实验探究贯穿知识建构过程(人教版、教科版典型实验),通过操作实践培养数据分析和误差评估能力。高阶目标在于培

养等效替代、模型构建等科学思维,引导将现实问题(如桥梁受力)转化为物理模型进行逻辑推演。最终指向知识迁移应用,要求学生能解释生活现象(如绳索承重原理)并解决工程问题,彰显物理与生产生活的深度关联,实现“从解题到解决问题”的能力跃升。

1.3 立足学校,研究学情

高中力学开篇的矢量运算与受力分析常成为学习难点。部分学生因初中数学基础薄弱,在三角函数运用、几何图形分析上存在障碍(如正交分解法需精准的数学工具),导致难以处理力的分解方向判断等问题。对矢量概念(力、位移等兼具大小方向的物理量)的认知初期易产生混淆,常忽视分力方向的关键性。

学习过程需完成从形象到抽象思维的跨越:初期通过实验模型建立合力与分力的直观认知;但进阶到多力合成(三力以上)分解时,则需摆脱具象依赖,将实际问题转化为物理模型。部分学生在此思维跃迁中受阻,难以运用平行四边形定则等工具进行抽象推演。例如,面对斜面上重力分解或工程结构受力分析时,既需理解力的作用效果,又要具备坐标系构建、三角函数运算等综合能力,这对数学与物理思维的协同性提出较高要求,构成双重认知挑战。

1.4 依据核心素养的要求,结合课程标准和学情正确书写学习目标

目前的状况是,大多数教师并不重视学习目标的书写,抄写教学课本或别人教学设计中的学习目标,使学习目标的书写流于形式,没有起到其应有的作用。这种做法是不可取的,教师应该认真对待学习目标的制定,根据学生的实际情况和教学内容,制定具体、可测量、可观察的学习目标,以提高教学效果和学生的满意度。

结合以上四个研究过程,下面以《力的合成和分解》为例,建立学习目标。

目标一:通过抬水、吊灯等情境的分析,认识合力、分力的概念,学会用物理思想思考和观察周围生活情景。

目标二:经历科学探究过程,归纳总结互成角度的两个共点力的合成遵循平行四边形定则,体会等效替代的思想方法。

目标三:通过实验探究,学会运用平行四边形定则求两个力的合力和分力,培养数学工具(三角函数、几何分析)与物理问题解决的协同能力。

目标四：通过提出问题，猜想与假设，设计实验方案，采集分析实验数据，体验科学探究过程，培养科学思维，养成严谨求证，实事求是的科学态度，激发学习兴趣。

目标五：通过对力的合成和分解在工程、生活中的应用案例分析，了解物理知识的实际价值，增强社会责任感。

下面我们把学习目标对应的核心素养标注如表 2。

表 2 学习目标中对应的核心素养

学习目标	物理观念	科学思维	科学探究	科学态度与责任
目标一	√		√	
目标二		√	√	
目标三	√	√		√
目标四		√	√	√
目标五		√	√	

根据以上目标我们可以这样设计教学过程，以保证完成教学目标。

2. 教学设计思路

以物理学学科核心素养为导向，围绕“等效替代”思想构建探究式学习闭环。通过“生活现象→问题驱动→实验探究→数学建模→实践应用”五步路径，整合科学探究与科学思维培养，实现从感性认知到理性分析、从知识理解到实践创新的递进式发展。教学实施覆盖实验设计、数据分析、工程应用等多维度能力训练，注重物理观念与价值观的有机融合。

3. 教学实施框架

第一阶段：情境启智——生活现象导入，现象观察与问题生成

展示三组对比情境：抬水场景：两人用扁担抬水（悬挂点居中 / 偏移）的施力差异；吊灯悬挂：单绳垂直悬挂 vs 双绳斜拉悬挂；工程案例：斜拉桥钢索角度差异对拉力的影响。

第二阶段：实验求真——科学探究实践

分组设计实验方案（提供弹簧测力计、滑轮、细绳、坐标纸等）。

方案优化：对比不同组设计的变量控制方法（如角度测量、等效点标记）

分组实验与数据采集。

实验 1：力的合成规律验证：固定两个测力计夹角（ 30° / 60° / 90° / 120° ），记录合力与分力大小，在坐

标纸上绘制力的矢量图示。

实验 2：力的分解探究：用单测力计模拟吊灯重力，通过滑轮改变角度分解力对比理论计算与实际测量值差异数据分析与结论归纳。

第三阶段：思维建模——数学物理融合

数学模型建构：从实验数据导出平行四边形定则；几何推导：余弦定理在合力计算中的应用，特殊角度验证： $\theta = 0^\circ$ / 180° / 90° 时的特例分析。

逆向思维培养：设计问题：“如何通过调节角度使分力小于合力？”

拓展思考：“若三个力达到平衡，应满足什么条件？”

第四阶段：实践迁移——工程应用深化

工程案例：港珠澳大桥斜拉索角度优化设计（对比 30° 与 45° 方案的经济性与安全性）。

生活应用：登山绳结力学原理（蝴蝶结、八字结的受力差异）；汽车千斤顶螺纹角设计。

4. 教学特色与创新

双主线融合：以“等效替代”为明线贯穿知识建构，以“科学思维发展”为暗线培养探究能力保证落实四维目标（知识建构：从现象感知到数学建模的完整认知链条；

能力发展：实验操作、数据分析、工程设计的阶梯式训练；思维进阶：从直观观察到抽象推理的思维跃迁；价值引领：通过工程伦理讨论强化社会责任感）。

5. 预期成效

通过“现象-实验-模型-应用”的螺旋式上升学习过程，学生将：建立基于平行四边形定则的矢量运算思维。掌握“提出问题→实验验证→理论建模”的科学探究范式形成用物理视角分析生活现象的思维习惯，理解物理知识在工程技术中的核心价值，培养精益求精的实验态度与工程伦理意识。该设计通过真实问题解决驱动深度学习，使抽象物理概念转化为可操作的认知工具，最终实现知识习得、能力发展与价值观塑造的有机统一。

6. 结束语

在力的合成与分解的学习中，让我们以明确的学习目标为指引，不断探索、实践和思考。通过掌握合力与分力的概念，熟练运用平行四边形定则定则，提升受力分析、数学运算及实验操作等能力，培养模型思维、辩证思维和逻辑推理能力，体会力的合成与分解在实际生活中的重要

性, 增强对物理学的兴趣和热爱。认识到物理学是一门与实际生活密切相关的学科, 培养将物理知识应用于实际生活的意识和能力。

参考文献:

- [1] 刘健智, 王雅. 基于学科核心素养的物理教学目标设计模式——以“曲线运动”为例 [J]. 中学物理, 2020, (1): 58-61.
- [2] 蒋永贵. 再探指向核心素养的学习目标研制 [J]. 课程. 教材. 教法, 2023, (43): 48-55
- [3] 孙文静, 黄玉玲. 基于核心素养的高中物理大单元学习目标设计研究 [J]. 2022.
- [4] 步国平, 李锦云. “学生主体, 教师主导”的双主互动探究式教学——“力的合成”教学设计 [J]. 物理通报, 2009(1): 3. DOI: 10.3969/j.issn.0509-4038.2009.01.014.

[5] 彭前程, 黄恕伯. 普通高中教科书物理必修第一册 [M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.

[6] 束炳如, 何润伟. 普通高中教科书物理必修第一册 [M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2019.

[7] 陈熙谋, 吴祖仁. 《普通高中教科书物理必修第一册》[M]. 北京: 北京教育科学出版社, 2019.

[8] 雄建文. 普通高中教科书物理必修第一册 [M]. 广州: 广东教育出版社, 2019.

[9] 廖伯琴. 普通高中教科书物理必修第一册 [M]. 山东: 山东科学技术出版社, 2019.

作者简介:

高念 (1989-), 女, 汉族, 河南郑州人, 硕士, 单位: 登封市外国语高级中学, 研究方向为中学物理教学研究。