



数理融合理念下初中物理课堂教学模式探析

——以“杠杆的平衡条件”教学为例

刘毅¹, 霍小庆²

(1. 焦作市学生资助与教育装备发展中心, 河南焦作 454000; 2. 焦作市第十七中学, 河南焦作 454000)

摘要:聚焦数理融合提升初中物理教学应用效果, 构建“生活情境→物理问题→数学建模→定量分析→应用迁移”五环教学模式。以“杠杆的平衡条件”教学为例, 通过“跷跷板情境导入”“力臂概念科学建构”“平衡公式自主推导”“力矩平衡定量分析”和“羊角锤最小力问题迁移”等教学环节, 探索该模式在物理课堂应用中的有效性。结果表明: 该模式在有效打破学科壁垒的同时, 能够助力学生深理解数理规律, 从而为落实初中阶段物理学科育人功能提供一种可行性范式。

关键词:数理融合; 教学模式; 杠杆平衡条件; 力臂; 力矩

DOI: 10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.02.012

引用格式:刘毅, 霍小庆. 数理融合理念下初中物理课堂教学模式探析: 以“杠杆的平衡条件”教学为例[J]. 实验教学与仪器, 2026, 43(02): 45-48.

物理学以实验和数学为工具探索自然规律, 是一门经验科学; 而数学则通过构建形式化的逻辑体系和抽象结构, 为物理等自然科学提供精确的语言和工具。两者相互促进, 共同推动人类对客观世界的认识。客观上, 物理学与数学本就深度交织, 同源于人类对自然规律的探索, 后仅因知识体系的扩容与专门化发展, 才被人划分为独立学科。这种历史渊源不仅奠定了两大学科的内在关联性, 更构成了数理教学融合的底层逻辑^[1]。数理融合, 就是要打破物理学与数学的学科壁垒, 紧扣两大学科的思维互通性, 推动知识内容、思维方法与学科技能的多维协同, 从根本上规避分科教学所带来的“知其然而不知其所以然”。在物理教学中, 这种融合的核心在于培养“数理融合思维”, 它并非数理知识的简单叠加, 而是基于二者内在关联的综合性认知模式, 即通过“物理现象量化”将具象问题转化为数学语言, 再借助“数学工具具象化”让抽象推导回归物理本质, 最终形成完整的认知闭环, 助力学习者切实把握客观规律的本质与应用逻辑^[2]。

1 数理融合理念下初中物理课堂教学模式

以“数学为物理研究提供工具、物理为数学研究赋予情境”为核心理念, 构建数理融合物理课堂教学模式, 引导学生经历从具象感知到抽象理解, 再到实践应用的完整认知过程。其教学模式如图1所示。

1.1 生活情境: 认知锚定的起点

生活情境是整个教学模式的逻辑起点, 其理论价值

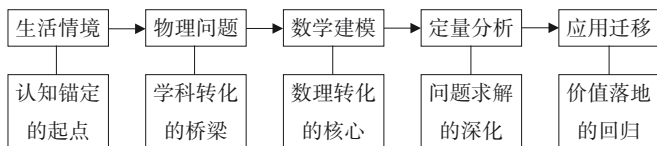


图1 数理融合理念下初中物理课堂教学模式

在于搭建抽象知识与生产生活的连接桥梁。该环节应选取学生日常可接触的理科场景, 唤醒其生活认知经验, 将孤立的数理概念与具象场景建立直观关联。这样既能避免知识学习陷入抽象化困境, 又能激发基于现实场景的探究兴趣。

1.2 物理问题: 学科转化的桥梁

物理问题环节承担着从具象场景到学科探究的转化功能, 是数理融合的关键衔接点。从理论逻辑出发, 该环节须引导学生对生活情境中的关键现象进行结构化拆解, 剥离无关干扰要素, 将具象的生活场景转化为符合物理学科范畴的研究问题。这样, 数学应用不再是无的放矢的符号运算, 而是为数理融合奠定方向基础。

1.3 数学建模: 数理转化的核心

数学建模是实现“物理问题数学化”的核心环节, 其理论本质是物理量符号化与物理关系公式化的过程。该环节以提炼出的物理问题为依托, 既将具体的物理量转化为规范的数学符号, 又将物理量之间的关联转化为量化的数学关系或模型。进而言之, 既避免了数学符号与物理意义的脱节, 又通过物理问题的导向性确保数学



建模的实用性,是数理知识从分离走向融合的关键一步。

1.4 定量分析:问题求解的深化

数学分析环节是运用数学工具深化物理问题求解的过程,其理论逻辑围绕数学工具性与物理本质同时展开。该环节需要运用数学的逻辑方法,包括通过数形结合、数理演算、数学建模和数理直觉等手段对所建构的数学模型进行推导、运算与分析,最终实现物理问题的定量求解。这一过程既可确保数理逻辑的协同统一,又能培养学生用严谨的数学思维分析物理问题的能力。

1.5 应用迁移:价值落地的回归

应用迁移是整个教学模型的逻辑终点,也是认知价值落地的关键环节,是实现将抽象数理结论反哺现实场景的关键所在。在教学中,教师可引导学生运用数学分析方法得出规律,并借此解释生活现象、解决实际问题。这种“从实践中来,到实践中去”的教学方式,不仅让学生直观感知数理知识的应用价值,更能推动学生从知识掌握向能力运用的转化。

2 数理融合理念下初中物理课堂教学实践

“杠杆的平衡条件”是初中物理教学的核心知识点,也是教学难点之一。在学习过程中,虽然学生能记忆公式 $F_1L_1=F_2L_2$,但在面对真实复杂的情境,如“最小力问题”或杠杆方位改变时的动态平衡问题时,却难以进行有效分析。其根本原因在于,传统教学常常将“力臂”作为一个直接告知的概念,学生并未经历“为何需要力臂”以及“力臂如何从物理现象中抽象出来”这一关键的数理融合思维过程。为此,笔者以数理融合理念为指导,设计如下教学流程,旨在引导学生完成从具象感知到数学抽象,再到实践应用的完整认知闭环。

2.1 生活情境

教师首先播放一段“大人和小孩”玩跷跷板的小视频,学生会发现,视频中的大人和小孩因为体重的差异,导致儿童端始终翘起,跷跷板无法达到平衡状态。对此,教师可提出问题:“如何让小孩和大人一起玩跷跷板呢?”

教师组织学生开展模拟实验,以直尺代替跷跷板,以橡皮为支点,再以不同质量的砝码分别模拟大人和小孩,学生以小组合作方式调整物体位置(作用点与支点距离)及质量,逐步研究出一套模拟跷跷板平衡的有效方法。当分享成果时,学生会以“轻物放远些”“重物挪近支点”等语言来描述“距离”对杠杆平衡的影响。

该环节的核心目标,是搭建一座连接学生日常生活

与抽象物理规律的桥梁。教师选择的“跷跷板”符合学生的认知规律,贴近学生生活,能迅速唤醒其感性经验,激发其探究兴趣。引入大人与小孩玩跷跷板的情境的好处是,便于引导学生认识到“力的大小”和“力作用点离支点的距离”,都会影响到杠杆的平衡。

2.2 物理问题

在探究杠杆平衡条件的模拟实验中,学生已初步认识到杠杆平衡不仅与作用力大小相关,还与“力作用点到支点的距离”存在关联。此时,学生对“距离”的认知仍处于模糊状态,绝大多数学生存在“力臂即支点到力作用点的距离”这一错误前概念。当前,各版本初中物理教材对力臂概念多采用直接呈现的方式,缺乏通过实验探究和认知冲突引导学生自主建构概念的过程,导致学生难以理解力臂的物理意义和引入的必要性。倘若教师未对学生的错误前概念进行有针对性的纠正与转化,则极易导致学生形成力臂相关的迷思概念。因此,教师在教学中需要以物理问题为导向,引导学生深度探讨影响力臂的核心要素,进而实现力臂概念的科学建构^[3]。

学生对力臂的错误认知源于对“距离”的直观化误解,故而教学的首要任务是破除“力臂即为支点到力作用点的距离”这一迷思概念。在教学实践中,教师可借助“力臂演示仪”(图2)开展教学。其具体操作流程如下:第一步,以 O 为支点搭建杠杆 AOB ,再在杠杆两侧分别悬挂重力不同的物体 G_1 与 G_2 ,调节两物体的悬挂位置,直至杠杆达到水平平衡状态;第二步,保持 G_1 、 G_2 的重力及悬挂点不变,将 OB 段杠杆向下弯折一定角度,此时可观察到杠杆向左侧倾斜,平衡状态被打破。在此过程中,当力的作用点位置不变而力的方向改变时,虽然支点到力作用点的距离不变,但杠杆的平衡状态会发生变化,这一现象说明影响杠杆平衡的关键因素不是支点到力作用点的距离,而是支点到力的作用线的距离(即力臂),从而为正确理解力臂概念奠定了基础。

当消除错误前概念后,学生仍难以自主建构“力臂即支点到力作用线的距离”,其核心原因有两点:一是力臂

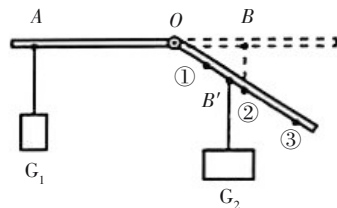


图2 “力臂演示仪”



是支点到力的作用线的距离,具有隐性特征,是杠杆平衡物理模型建构中的人为抽象量,无法通过直接观察获得;二是学生缺乏跨学科关联意识,难以将该距离与数学学科中的“点到直线的距离”概念建立起逻辑关联。针对上述难点,在教学中教师可以通过设计杠杆平衡实验装置,直观展示力臂的概念,帮助学生理解力的作用效果与力臂的关系^[4]。

【实验准备】在硬纸板杠杆表面绘制正方形网格以方便测量距离,明确杠杆支点 O 及关键作用点 B 与 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 。

【实验操作】先在 B 点悬挂3个钩码,再分别在 $A_1 \sim A_5$ 各点悬挂1个钩码,观察到钩码悬挂于 $A_1 \sim A_5$ 中的任意一点,杠杆均能保持平衡(图3)。

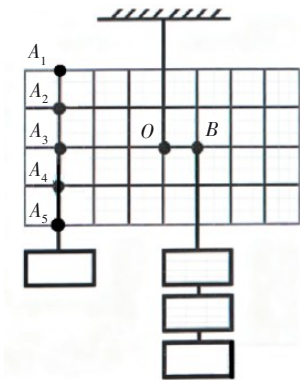


图3 “力的作用线”显性化实验装置

【概念引导】引导学生发现 $A_1 \sim A_5$ 的共线特征,结合“同一直线上悬挂相同钩码均能使杠杆平衡”的实验现象,帮助学生建构“力的作用线”概念。

【概念升华】基于“力的作用线”,进一步引导学生观察“支点 O 到该直线的垂直距离”,此时“力臂即支点到力作用线的距离”的科学概念自然得以明晰。

2.3 数学建模

数学建模是衔接“力臂科学概念”与“杠杆平衡规律量化表达”的核心枢纽,其核心目标是依托实验操作获取客观数据,引导学生通过自主数理分析,逐步抽象并建构杠杆平衡条件公式 $F_1L_1=F_2L_2$,最终实现从“对杠杆平衡现象的定性认知”到“对平衡规律的定量把握”的关键跃迁。在具体教学实践中,教师需要凭借标准化杠杆实验装置,引导学生围绕“动力(F_1)、动力臂(L_1)、阻力(F_2)、阻力臂(L_2)”4个核心物理量,设计多组对照实验并记录实验数据(表1)。学生通过改变钩码数量、移动钩码悬挂位置等方式进行实验操作,获取多组数据。最后,教师引导学生从

“乘积关系”切入,帮助学生在数据对比与运算中自主发现“无论 F 与 L 的具体数值如何变化,杠杆平衡时始终满足 $F_1L_1=F_2L_2$ ”的普遍规律,从而避免了公式的被动灌输。

表1 杠杆平衡条件实验数据记录

序号	动力 F_1 /N	动力臂 L_1 /m	阻力 F_2 /N	阻力臂 L_2 /m
1				
2				
3				

2.4 定量分析

杠杆平衡的本质是物体的转动平衡,其核心物理内涵指向力矩平衡,即杠杆在动力与阻力作用下保持静止或匀速转动时,动力矩与阻力矩大小相等、方向相反,合外力矩为0。作为衡量力对物体转动效果的关键物理量,力矩(符号为“ M ”)的大小由作用力(F)与力臂(L ,即支点到力作用线的垂直距离)共同决定,计算公式为 $M=F \times L$ 。在定量分析教学环节中,学生已初步建构“ $F_1L_1=F_2L_2$ ”的杠杆平衡条件,该环节的核心任务是以此为基础,通过数学函数工具的运用与几何意义的深度解读,引导学生突破对公式的表层记忆,以便深化理解“杠杆平衡的本质是力矩平衡”这一核心规律。因此,该阶段的核心目标是依托数学图像与几何逻辑,将抽象的力矩概念转化为直观且可感知的量化形式,帮助学生清晰认知“ $F \times L$ (即力矩)是决定杠杆平衡的核心变量”。

为实现这一目标,针对该环节的设计须始终紧扣数理融合理念,以函数思想为核心载体,通过杠杆平衡规律的函数模型建构,将物理规律转化为可视化、可分析的数学模型,并通过“ $F-L$ ”反比例函数图像的呈现,引导学生在跨学科思维联动中把握杠杆平衡的本质。

实验中,在杠杆某一固定点悬挂钩码以保证阻力(F_2)和阻力臂(L_2)不变,随后用弹簧测力计在杠杆不同位置施加动力,记录多组对应的动力(F_1)与动力臂(L_1)数据于表2之中,并基于数据建立 F_1 与 L_1 的函数关系图像。学生基于函数关系图像进行分析,从中可以直观发现——在杠杆平衡时, F_1 与 L_1 呈反比例关系,函数图像上任意一点与坐标轴围成的矩形面积始终不变,且无论 F_1 与 L_1 如何变化,二者的乘积不变(图4)。

该环节通过将物理实验数据转化为反比例函数图像,利用“矩形面积”的几何意义具象化“乘积定值”的物理内涵,使抽象的数量关系具备可视化特征,成功将“杠杆平衡”从定性的现象描述转化为可计算、可验证的定量



表2 实验数据

F_1/N	L_1/cm
6	1
3	2
2	3
1	6
...	...

说明： $F_2=2\text{ N}$ ， $L_2=3\text{ cm}$ 。

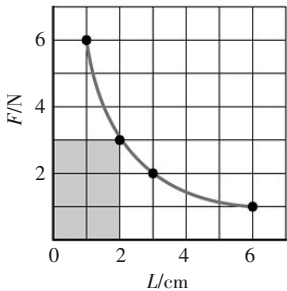


图4 F - L 函数关系图像

规律。这一过程不仅避免了学生对 $F_1L_1=F_2L_2$ 的机械记忆,更通过数学工具与物理本质的深度融合,帮助学生从“知其然”走向“知其所以然”,最终为后续“应用迁移”环节解决“最小力计算”等复杂问题奠定了坚实的数理基础。

2.5 应用迁移

应用迁移的核心目标,在于引导学生将杠杆平衡条件的数理规律转化为实践工具,以解决生活中的杠杆应用问题,即通过具象化教学,将抽象的物理公式转化为可感知、可操作的生活技能,进而深度落实物理课程“从生活走向物理,从物理走向社会”的育人目标。杠杆作为生活中广泛应用的简单机械,省力是其突出的功能优势之一,也是学生感知物理价值的重要切入点。因此,以学生熟悉的生活场景为载体,围绕杠杆使用时的最小力问题设计教学活动,既是对杠杆平衡条件知识的深化运用,更是让杠杆学习从公式记忆回归到实用价值的本质体现上来。

【例题】工人师傅在修理桌椅时,需要用羊角锤撬起钉子,如图5所示, O 是支点,请在 A 点作出用羊角锤撬起钉子的最小力 F_1 。

在实际教学中,教师可围绕“用羊角锤撬起钉子时如何施力最小”的核心问题组织探究活动。学生依托此前“数学建模”“定量分析”环节积累的知识,已清晰建立起“施力最小→动力臂最大”的逻辑关联,即可在实际操作中借助支点 O 与动力作用点 A 的连线,寻找改变场景的条

件下能获取的最大动力臂,也就自然推导出最小作用力的方向须与 OA 连线垂直的结论(图5)。在上述学习过程中,学生不仅掌握了“最小力”的解决方法,更理解了“数理规律服务于生活实践”的本质,实现了从“知识掌握”到“能力运用”的跃迁,遂完成“生活情境→物理问题→数学建模→定量分析→应用迁移”的完整认知闭环。

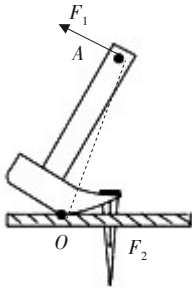


图5 羊角锤撬钉子

3 结语

通过“杠杆的平衡条件”教学案例,教师可验证数理融合五环节教学模式的有效性。该模式以生活为起点、以数理为纽带、以应用为终点,既能解决传统物理教学中抽象知识与实践脱节的痛点,又可培养学生跨学科思维与问题解决能力。实践证明,数理融合不仅是教学方法的革新,更是对“从生活走向物理,从物理走向社会”育人目标的完美诠释。未来,笔者希望广大教师能将该模式进一步推广至初中物理的其他知识点,从而为提升学生科学素养、推动物理教学改革提供有益的解决方案。

作者简介:刘毅(1983—),男,一级教师,研究方向:中学物理教学研究,E-mail:jzzb61@163.com。

通信作者:霍小庆(1975—),男,高级教师,研究方向:中学物理教育教学、中学物理课外实践与创新,E-mail:15838937866@163.com。

参考文献

[1] 杨凤楼.高中物理教学中数理融合的应用探讨[J].物理教师,2023,44(08):25-29.
[2] 郑行军.基于中学物理课堂的数理融合教学环节设计:以“洛伦兹力”为例[J].物理教学探讨,2025,43(01):39-45.
[3] 卢义明,陈先明.以问题引领思维,用探究生成观念:以“探究杠杆平衡条件”的深度备课为例[J].物理教师,2020,41(07):46-49.
[4] 张树华.精建巧构 铸模成型 赋能物理核心素养提升:以“杠杆”教学为例谈初中物理模型建构教学[J].中学物理,2025,43(10):47-50.