

基于核心素养的高中数学与物理 跨学科教学活动浅析

曹 诚



[摘要] 本研究聚焦于核心素养的培养,深入剖析了高中数学与物理之间跨学科案例教学的实施情况。在阐述跨学科教学的理论支撑及其实践价值的基础上,本研究提出了设计跨学科案例时应遵循的原则,并探讨了相应的教学执行策略。以具体案例展示了跨学科教学在培养学生核心素养方面的积极作用,并对跨学科教学的未来发展提出了展望。

[关键词] 数学;物理;核心素养;教学活动

随着教育的不断发展,培养学生的核心素养成为教育的重要目标。在高中阶段,数学和物理是两门重要的学科,它们之间存在着紧密的联系。开展基于核心素养的高中数学与物理跨学科案例教学研究,有助于提高学生的综合素养和解决实际问题的能力,有助于教师把握数学物理本质、启发思考、创新教学方式。

Q 核心素养在高中数学与物理教学中的体现

教育部在《普通高中数学课程标准(2020年)》与《普通高中物理课程标准(2020年)》两份文件中,根据各学科的内涵特性,精炼出了各学科的核心素养。同时,这些标准对教学内容进行了更新,并清晰地界定了内容的具体要求。此外,还制定了学业质量标准,旨在为教学设计提供明确的指导。

(一)数学核心素养

数学学科核心素养是数学课程目标精髓所在,它集中展现了数学独有的思维方式、核心能力,以及在数学学习与实践活动中逐步形成的情感倾向、积极态度与价值观念,是这些关键要素综合作用与成长发展的最终体现。

(二)物理核心素养

物理学科核心素养集中展现了物理学在教育培养中的核心价值,它是学生在学习物理过程中逐渐塑造的正确价值观、必备个人品质以及关键能力的综合体现。

Q 高中数学与物理跨学科教学的必要性

(一)学科联系紧密

高中数学和物理在很多方面存在着紧密的联系。例如,数学中的几何图形和物理中的光学、电磁学等也有密切的关系。物理中的运动学、力学等问题需要运用数学中的概念、函数、方程、向量等知识进行分析和求解。

(二)提高学生综合素养

跨学科教学模式旨在打破学科间的传统界限,旨在增强学生的综合思考力与创新能力。在解决跨学科问题时,学生能够更加透彻地洞察不同学科之间的深层联系,提高综合运用知识的能力,满足高中学业水平的要求。

(三)适应未来社会经济发展需求

未来社会需要具有跨学科自主性学习素养的人才。开展跨学科教学可以使学生更好地适应社会经济发展的需求,为学生的未来发展奠定基础。

Q 教学活动的实施策略与方法

下面以高中数学选择性必修二第五章 5.1“导数的概念及其意义”为教学设计案例。

(一)教学设计案例内容

解析导数概念及其重要性:通过分析物理实例,学生经历了一个从平均变化率过渡到瞬时变化率的认识过程,这一过程让学生能够直观理解导数在实际应用中的场景。同时也认识到,导数本质上是一种数学工具,用于精确刻画瞬时变化率,深入领会其核心概念与思维方式。同时,也领悟到极限思想在导数理论中的应用。通过仔细观察函数图像的动态变化,经历了从割线斜率逐渐逼近到切线斜率的过程,从而抽象并总结出了导数在几何学上的深远意义。

(二)教学目标

学生需全面掌握变化率的定义，并能清晰阐述变化率的基本概念；能够灵活应用变化率的定义，有效解决实际问题中遇到的问题；利用变化率的概念，深入分析实际问题中的动态变化规律。

(三)教学重难点

教学重点聚焦于：(1)导数的定义，这是理解变化率数学表达的关键。(2)导数的几何意义，即如何通过数学工具描述函数图像上的变化特征。

教学难点则包括：(1)深入理解导数的概念，特别是其作为瞬时变化率描述的抽象性。(2)曲线切线概念的掌握，这涉及从几何直观到数学抽象的跨越。

(四)教学过程设计

1.变化率问题

问题 1：教师展示巴黎奥运会跳水女子十米台决赛中中国队夺得五连冠的视频，让学生观察运动员的运动速度变化，并提出问题。

师：你们观察到运动员运动速度的变化了吗？这种变化有什么规律吗？

生：运动员从起跳到落入水中的整个过程中，上升时速度逐渐减慢，随后在下降过程中速度则逐渐提升。

探究：运动员在运动期间，其重心相对于水面高度 h （单位：米）随时间 t （单位：秒）变化的函数关系。

$$h(t) = -4.9t^2 + 2.8t + 11$$

如何描述运动员从起跳到入水的过程中运动的快慢程度呢？

师：一般地：在 $t_1 \leq t \leq t_2$ 这段时间里，平均速度为：

$$\bar{v} = \frac{h(t_2) - h(t_1)}{t_2 - t_1} = -4.9(t_1 + t_2) + 2.8$$

师：在 $0 \leq t \leq 0.2$ 这段时间里，平均速度为： $\bar{v} = \frac{h(0.2) - h(0)}{0.2 - 0} = 1.82(\text{m/s})$

师：在 $1 \leq t \leq 1.5$ 这段时间里，平均速度为多少？

$$\text{生：} \bar{v} = \frac{h(1.5) - h(1)}{1.5 - 1} = -9.45(\text{m/s})$$

师：思考运动员在 $0 \leq t \leq \frac{4}{7}$ 这段时间里的平均速度，你发现了什么？你认为用平均速度描述运动员的运动状态有什么问题吗？

$$\text{生：} \bar{v} = \frac{h(\frac{4}{7}) - h(0)}{\frac{4}{7} - 0} = 0(\text{m/s})$$

生：我们发现，运动员在 $0 \leq t \leq \frac{4}{7}$ 这个时段内计算所得的平均速度数值为 0，然而运动员实际上并未保持静止状

态。故而，平均速度无法精准地体现运动员在这一时段内的实际运动状况。

师：为了详尽描绘运动员的运动情形，我们需引入运动员在某一确切时刻的速度概念，这便是探究瞬时速度的定义。

探究：瞬时速度与平均速度之间存在着怎样的联系呢？同学们能否利用这种关联来求解运动员在 $t=1$ 秒时的瞬时速度？

师生互动：为了求运动员在 $t=1$ 时的瞬时速度，任取一个时刻 $1+\Delta t$ ， Δt 是时间改变量，当 $\Delta t > 0$ 时， $1+\Delta t$ 在 1 之后；当 $\Delta t < 0$ 时， $1+\Delta t$ 在 1 之前。不断缩短时间间隔，小组计算。

观察：给出 Δt 更多的值，计算器计算对应的 $\bar{v}$ 的值，当 Δt 无限趋近于 0 时，平均速度 $\bar{v}$ 有什么变化趋势？

生：我们发现，当 Δt 无限趋近于 0 时，平均速度 $\bar{v}$ 无论从小于 1 的一边，还是从大于 1 的一边无限趋近于 1 时，平均速度 $\bar{v}$ 都无限趋近于 -7。

师：我们把 -7 “当 Δt 无限趋近于 0 时，平均速度 $\bar{v}$ 的极限”，记为 $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{h(1+\Delta t) - h(1)}{\Delta t} = -7$

从物理学角度看，当时间间隔 $|\Delta t|$ 无限趋近于 0 时，平均速度 $\bar{v}$ 就无限趋近于 $t=1$ 时的瞬时速度。因此，运动员在 $t=1$ 时的瞬时速度 $v(1) = -7\text{m/s}$ 。

问题 2：抛物线的切线的斜率。

师：针对任意曲线 C ，我们该如何界定其切线呢？接下来，我们以抛物线作为一个具体案例来进行探讨。

探究：你认为应该如何定义抛物线 $f(x) = x^2$ 在点 $P_0(1, 1)$ 处的切线？

师：我们在点 $P_0(1, 1)$ 的附近任取一点 $P(x, x^2)$ ，观察抛物线的割线 P_0P 的变化情况。

观察：借助 GeoGebra 这一信息技术平台，我们将利用几何画板功能，动态地呈现图 1 所示抛物线上割线 P_0P 的演变过程。

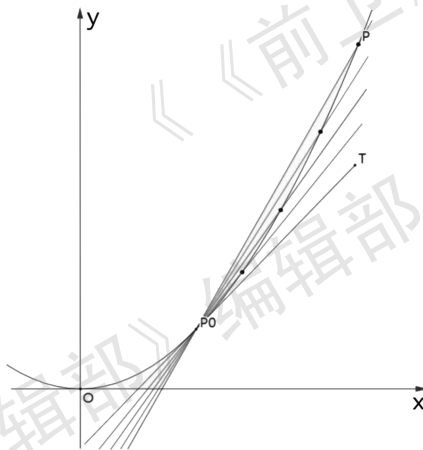


图 1 抛物线的割线 P_0P 动态变化趋势

生：我们观察到，随着点 P 逐渐趋近于点 P_0 ，割线 P_0P 会无限接近并趋向于一条特定的直线位置。

师：这个位置的直线 P_0T 称为抛物线 $f(x)=x^2$ 在点 $P_0(1, 1)$ 处的切线。

探究：我们知道，斜率是确定直线的一个要素，如何求抛物线 $f(x)=x^2$ 在点 $P_0(1, 1)$ 处的切线 P_0T 的斜率 k_0 呢？

师生互动：一般地，在曲线 $y=f(x)$ 上割线 P_0P 无限趋近于一个确定的直线位置。这个确定位置的直线 P_0T 称为曲线 $y=f(x)$ 在点 P_0 处的切线。

师：从上述切线的定义可见，抛物线 $f(x)=x^2$ 在点 $P_0(1, 1)$ 处的切线 P_0T 的斜率 k_0 与割线 P_0P 的斜率 k 有内在联系。记 $\Delta x = x - 1$ ，则割线 P_0P 的斜率 $k = \frac{f(x)-f(1)}{x-1} = \Delta x + 2$ 。

师生互动：我们用割线 P_0P 的斜率 k 近似地表示切线 P_0T 的斜率 k_0 ，通过不断缩短间隔 $|\Delta x|$ 来提高近似值的精确度，小组计算。

观察：利用计算器计算更多割线 P_0P 的斜率 k 的值，当 Δx 无限趋近于 0 时，割线 P_0P 的斜率 k 有什么变化趋势？

生：我们观察到，随着 Δx 逐渐减小并趋向于 0，无论是 x 从 1 的左侧还是右侧接近 1，割线 P_0P 的斜率 k 都会无限趋近于数值 2。

师：我们把 2 叫作“当 Δx 无限趋近于 0 时，割线 P_0P 的斜率 k 的极限”，记为 $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(1+\Delta x)-f(1)}{\Delta x} = 2$ 。

从几何学角度看，当横坐标间隔 $|\Delta x|$ 无限变小时，点 P 无限趋近于点 P_0 ，于是割线 P_0P 无限趋近于点 P_0 处的切线 P_0T 。因此，切线 P_0T 的斜率 $k_0 = 2$ 。

2. 导数的概念及其几何意义

师生互动：一般地，如果当 $\Delta x_0 \rightarrow 0$ 时，平均变化率 $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ 无限趋近于一个确定的值，即 $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ 有极限，则称 $y=f(x)$ 在 $x=x_0$ 处可导，并把这个确定的值叫作 $y=f(x)$ 在 $x=x_0$ 处的导数（也称为瞬时变化率），记作 $f'(x_0)$ 或 $y'|_{x=x_0}$ ，即 $f'(x_0) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0+\Delta x)-f(x_0)}{\Delta x}$ 。

师：由导数的定义可知，问题 1 中跳水运动员在 $t=1$ 时的瞬时速度 $v(1)$ 就是函数 $h(t) = -4.9t^2 + 2.8t + 11$ 在 $t=1$ 时的导数 $h'(1)$ ；问题 2 中抛物线 $f(x)=x^2$ 在点 $P_0(1, 1)$ 处的切线 P_0T 的斜率 k_0 ，就是函数 $f(x)=x^2$ 在 $x=1$ 处的导数 $f'(1)$ 。实际上，导数可以描述任何运动变

化事物的瞬时变化率，如速度、效率、电压、电流、比热容等。

设计意图：问题 1 如何从物理学角度，理解导数的物理意义，在于把握由平均变化率向瞬时变化率逼近的极限概念。接下来，问题 2 探讨的是如何从几何学的视角，理解导数几何意义中的极限思想，即割线斜率如何逐渐趋近于切线斜率的过程。

（五）课后评价与反思

本文教学案例的情景设计从数学与物理问题中自然产生，体现了数学抽象、数据分析与物理观念、实验探究的核心素养。本文的核心目的在于，借助数学思想方法在解决物理问题中的应用，来推动学生核心素养的发展。在教学实践中，教师需要引导学生从多元化的学科角度来分析问题，揭示并理解不同学科间的内在联系和基本规律。此外，还应鼓励学生积极整合并应用多学科的知识来解决实际问题，从而培养他们的跨学科思考能力和综合素养。

Q 结束语

基于核心素养的高中数学与物理跨学科案例教学活动具有一定的现实意义。采用跨学科教学方法，学生将能强化运用解析几何技巧解决数学与物理基础难题的能力，并深化对数学与物理思维模式的理解与领悟。这一教学模式的核心理念在于提升学生的综合素养，增强他们解决实际问题的能力，为学生的长远发展奠定坚实基础。在教学活动中，教师应持续探索并实施创新的教学策略，既要确保教学方法的高效性，也要重视学习方法的指导，教导学生如何有效地掌握数学与物理知识，同时培养他们良好的学习习惯。在实施跨学科教学的过程中，教师要选择合适的跨学科案例，设计有效的教学活动，引导学生进行跨学科思考，并建立科学合理的评价体系。

参考文献

- [1] 潘婷. 高中物理教科书跨学科内容分析及教学设计的研究[D]. 淮北: 淮北师范大学, 2023.
- [2] 李芳芳. 跨学科素养的高中物理教学策略研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2018.
- [3] 李梓铭. 基于核心素养的高中物理情境化问题教学策略研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2023.

作者简介:

曹诚(1997—), 男, 汉族, 甘肃白银人, 本科, 二级教师, 巴楚县第一中学, 研究方向: 高中数学与物理跨学科案例教学。