

基于跨学科视域探索数学思维与初中物理教学融合的策略

黄东升¹ 祁松磊²

(1. 新疆伊犁州新源县第六中学, 新疆 伊犁 835800;

2. 新疆伊犁州新源县第五中学, 新疆 伊犁 835800)

【摘要】本文基于跨学科视域,深入探讨了数学思维与初中物理教学融合的策略。通过对初中物理教学特点和数学思维应用的分析,指出融合的必要性和重要性。分别从六个方面阐释了如何将数学中的逻辑推理、函数与方程、图形与几何等思维方法巧妙融入初中物理教学中,以帮助学生更好地理解物理概念、解决物理问题。同时,提出了一系列具体的融合策略,如运用数学语言理解物理概念、利用数学工具进行物理量的分析和计算等,并通过实际教学案例进行了说明和验证。旨在为提升初中物理教学效果,培养学生的综合学科素养提供有益的参考。

【关键词】跨学科; 数理融合; 策略

在《义务教育物理课程标准(2022年版)》中,跨学科实践作为新增的一级主题,明确体现了跨学科教学的重要性,在近年的中考物理题中也越发凸显。这其中数学与物理的联系更为紧密,数学不仅是物理研究的基础工具和方法论支撑,还在培养学生逻辑思维、推理能力和问题解决能力等方面发挥着重要作用。本文就数学思维与初中物理教学融合的策略进行探讨。

一、巧用数学语言理解物理概念

初中物理教学中的很多物理概念都是用比值定义法来进行描述的,如把路程和时间之比叫做速度;某种物质组成的物体,其质量与体积的比值叫做这种物质的密度;物体所受的压力与受力面积之比叫做压强;物体所做的功与时间之比叫作功率;从数学语言描述为该物理量在数值上等于另外两个物理量之比,那么就很容易将物理概念转化成定义式,分别为: $v=s/t$ (s 为路程, t 为时间); $\rho=m/V$ (m 为质量, V 为体积); $p=F/S$ (F 为压力, S 为受力面积); $P=W/t$ (W 为功, t 为时间);通过比值定义法,学生可以更深入地理解物理量的本质属性和物理现象背后的数学规律。将复杂的物理问题转化为简洁的数学模型,使问题更容易解决。运用比值定义法解决问题可以培养学生的逻辑思维能力和分析问题的能力。

当然,在运用公式解答物理题时,很多同学将数学数值不标注单位的习惯带到物理解题中来,在物理计算过程中标注单位是非常重要的,如导体两端的电压为2V,电流为200mA,若计算导体的电阻不将电流单位换算成A,那么计算出来的电阻数值上不仅是错误的,而且计算结果电阻的单位也不是欧姆。物理的计算中带入单位能更好地认识每一个物

理量的物理意义,如 $1W=1J/s$ 可描述为1s内物体所做的功为1J,该物体的功率为1W,从单位之间的数量关系更容易理解每一个物理量的物理意义。

二、巧用数学运算简化物理问题

科学记数法、幂的乘方、幂的商用在初中物理计算中经常用到,一旦相关的数学运算用在物理的单位换算和计算上,却感觉非常生疏,单位换算的教学占据了物理课堂大量的时间,但收效甚微。深究其原因,数学和物理知识不同步,相应知识在数学教学中一带而过,且相关运算应用很少,了解上诉学情,作为一名物理教师不能坐以待毙,要设法运用数学的运算将诸多物理问题化繁为简。

从纷繁复杂的单位换算中可以摸清其中的数学规律,如长度的单位换算 $km \rightarrow m \rightarrow mm \rightarrow \mu m \rightarrow nm$;功率的单位: $MW \rightarrow kW \rightarrow W \rightarrow mW$;电流的单位: $A \rightarrow mA \rightarrow \mu A$;电压的单位: $kV \rightarrow V \rightarrow mV \rightarrow \mu V$;电阻的单位: $M\Omega \rightarrow k\Omega \rightarrow \Omega$;从上诉单位中我们不难发现相邻单位的进率都是 10^3 ,大化小进率指数幂为正,不断累加,小化大指数幂为负,也不断累积,从物理知识中摸清数学规律,单位换算的难题迎刃而解。

有关面积和体积的单位换算,在压强、浮力和密度的计算当中都有涉及,学生虽然在小学数学学过,但都是简单的面积、体积换算,所涉及的数据不大,所以不会涉及用科学计数法表达,而到了初中面积和体积的数据要么很大、要么很小,用小学数学的表达方式显然不够,一旦涉及科学计数法去进行面积、体积的单位换算,就蒙圈。我试着从长度的单位换算入手, $m \rightarrow dm \rightarrow cm \rightarrow mm$ 彼此间的进率为10, $m^2 \rightarrow dm^2 \rightarrow cm^2 \rightarrow mm^2$ 面积单位是在长度单位的基础上进行了平方,由此推算彼此间的进率为 10^2 ,同理

$m^3 \rightarrow dm^3 \rightarrow cm^3 \rightarrow mm^3$ 体积单位在长度单位的基础上进行了立方, 彼此间的进率为103, 同样, 大化小进率指数幂为正, 不断累加, 小化大指数幂为负, 也不断累积, 从中不难发现这些单位的换算都是触类旁通的。在我们的教学中要善于从物理知识中发现数学规律, 用数学的思维去解决繁难的运算, 不仅提高了运算的准确率, 而且提高了解题的效率。

三、巧用比例法化解物理疑难

比例法是一种利用比例关系进行数学思考和问题解决的方法, 在初中物理体系中很多物理量之间都存在一定的比例关系, 如果能够将数学的比例思维与物理有机融合, 可以大大提高解题效率。但实际情况是, 学生往往把物理与数学割裂开来, 出现数学学得很好而物理成绩不理想的怪现象。究其原因, 不能将数学的比例思维和逻辑推理能力与物理问题融合起来, 其中的数学运算是比例关系, 而带入的是带有单位的物理量, 不再是单纯的数字, 二者虽然运算上有紧密的联系, 但带入的是物理量, 其比例关系源于物理体系, 找到之间的联系和区别, 相信学生在解此类题时就会更容易上手。

由同种材料制成的不同物体, 其质量和对应的体积成正比, 有一块金属块, 它的质量为360g, 体积为40cm³。现在有另一块由同种材料制成的金属, 它的体积是60cm³, 求该金属的质量。设该金属的质量为m', 可列出比例式: $360g : 40cm^3 = m' : 60cm^3$, 通过交叉相乘可以求出该金属的质量。

在串联电路中电流相等, 即电流一定时, 电压与电阻成正比。有两个电阻R₁和R₂, 它们的阻值之比为2:3。如果它们串联在一个电路中, 求它们两端的电压之比。则有 $U_1/U_2 = R_1/R_2 = 2:3$ 。

一些看似稍有难度的物理问题用比例法来解决, 会变得很容易, 例如: 电阻R₁与R₂并联在电路中, 通过它们的电流之比为2:1, 若将它们串联在同一电路中, 则电功率之比为()

- A. 3:1 B. 2:1 C. 1:3 D. 1:2

【解析】根据并联电路对应的电阻与其分的电流成反比, 则有 $R_1/R_2 = I_2/I_1 = 1:2$ 若将它们串联在同一电路中, 电功率与其对应的电阻成正比, 则有 $P_1/P_2 = R_1/R_2 = 1:2$, 故选D。

四、巧用几何知识规范作图, 数理深度融合

几何知识在初中物理教学中的应用是多方面的。它不仅可以辅助学生理解物理概念、解决物理问题, 还可以培养学生的物理思维和作图能力。因此, 在物理教学过程中, 教师应注重几何知识的渗透和应用, 以提高学生的综合素质和能力水平。

应用几何知识解决物理作图, 往往是物理老师的一块心病。有关平面镜成像作图, 用几何语言描述其实就是关于镜面做轴对称图形, 当平面镜斜着摆放时连线依然画成平行线而不是垂线, 另外, 平

面镜所成的像是虚像, 用虚线表示, 但是绝大部分同学依然用实线, 一直不明白问题出在哪了。有一天我经过一间教室, 刚好数学老师在讲轴对称图形的做法, 我往黑板上一看潜然醒悟, 如图1, 原来数学中的轴对称图形画的是实线,

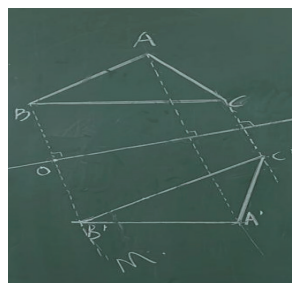


图 1

另外, 我还发现在数学当中轴对称图像的做法只是一个知识点, 在学完本节知识后, 在平时的数学课堂中并不常用, 而在物理教学中既是重点又是难点, 由此可见, 在跨学科的视域下, 我们不能只关注到数学和物理的联系, 更要关注同一知识点学科所表现出来的要求和侧重点的差异, 摸清学生的学情, 这样在教学中能更好地做到有的放矢。

另外。在学习简单机械画力臂这一章节时, 往往需要花费两节课甚至更多的时间来进行讲授和练习, 不仅耗时还效果不佳。后来尝试用多媒体辅助教学, 将画图过程进行动画分解, 在希沃互动大屏上实操, 虽然取得一定的效果, 讲授时场面看似热闹, 一旦学生实操画力臂时却鸦雀无声了。后来又尝试转换一种思维, 先让学生画三角形的高和过直线外一点画垂线段, 学生很容易画出来, 心想这下画力臂应该得心应手了吧? 理想很丰满, 但现实很果敢, 一旦接触到画物理的力臂, 又回到原点了, 看到学生一脸茫然, 心情很是低落。

在数学中, 做三角形的高或过直线外一点做该直线的垂线段是一个纯粹的几何问题, 没有额外的物理背景。而在物理中, 画力臂需要同时考虑力的方向和力的作用点, 这增加了问题的复杂性。画力臂需要学生具备良好的视觉和空间想象能力。他们需要在脑海中构建一个三维的模型, 想象出力的方向和作用点, 然后准确地画出力臂, 这对于一些学生来说是比较困难的。以几何中的垂线段和物理中的力臂两概念间的相通点为突破口, 直线外一点即为杠杆的支点, 用字母O表示, 直线即为杠杆中动力、阻力的作用线, 但和几何中的直线又有所不同, 它们是有方向的, 不仅要标明方向还要标注动力F₁、阻力F₂, 过直线外一点要做两个不同方位的直线的垂线段, 这些都比几何的单纯做垂线段要求更高。不妨借助生活中的各种杠杆来培养学生的空间想象能力和实操能力, 为了让他们能更好地理解力臂在生活中的情况, 课上准备各种与杠杆有关的生活用品, 让学生亲手操作实感, 观察杠杆的支点所在位置, 分析动力、阻力的作用点和方向, 通过对生活中各种杠杆的操作和分析, 来帮助学生建立空间想象能力和直观感受, 比老师的说教来得更直接更具体。充分利用直角三角板的两条直角边, 过支

点O分别做两力的垂线段,明确两线所形成的夹角为 90° ,引导学生将在几何中学习到的作图技巧和严谨的思维方式迁移到力臂的作图中,让学生感受数理深度融合,在教学中不断提升学生的知识迁移能力,不断将数学知识融入到物理问题的探索中去,让学生意识到数学本就是物理学习的一门重要学科工具。

五、巧用方程思维解物理难题

对于一些疑难物理问题往往需要建方程来解答,期间涉及到将物理问题转化为数学问题,通过建立一个或多个方程并解方程来寻求答案。首先应仔细阅读题目,确保你理解所有给出的信息和需要求解的内容。接着确定问题中涉及的所有关键物理量,如速度、力、时间、距离等。其次根据问题中涉及的物理量,选择对应的物理公式或定律。例如,如果问题涉及压强和浮力,你可能需要使用阿基米德原理或压强的公式。再次使用选定的物理公式和题目中给出的信息,建立一个或多个数学方程。确保方程中的每个变量都有明确的物理意义。接下来使用代数方法解决方程,找到未知量的值。这可能涉及简单的算术运算、解一元或多元方程等。最后将解代回原方程,确保它满足所有条件。此外,检查答案是否符合物理实际,例如速度不能是负数等。

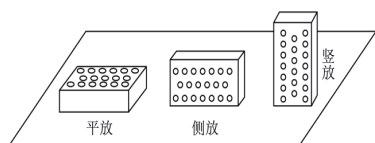


图2

这是2024年新疆物理中考的最后一道计算题最后一问:如图2所示,某长方体空心砖内有若干个柱形圆孔,空心砖的质量为 1.5kg ,空心部分(柱形圆孔)体积占长方体体积的 $\frac{1}{4}$ 。将其分别平

放、侧放、竖放于水平地面上时,空心砖对水平地面的压强依次为 p_1 、 p_2 、 p_3 ,且 $p_1:p_2:p_3=2:3:6$,已知空心砖竖放时与水平地面的接触面积为 50cm^2 。求:空心砖的材料密度。

【详解】设空心砖的长宽高分别为 a 、 b 、 c ,
 $p_1:p_2:p_3=2:3:6$,压力不变,根据 $p=\frac{F}{S}$ 可知 $\frac{15\text{N}}{(1-\frac{1}{4})ab}:\frac{15\text{N}}{ac}:\frac{15\text{N}}{bc}=2:3:6$

①

已知空心砖竖放时与水平地面的接触面积为 50cm^2 ,则有 $bc=50\text{cm}^2$ ②

联立①②,解得空心砖的体积为

$$V=abc=1000\text{cm}^3$$

则空心砖的材料密度为

$$\rho_{\text{H}}=\frac{m}{V_{\text{H}}}=\frac{1.5\times 10^3\text{g}}{(1-\frac{1}{4})\times 1000\text{cm}^3}=2\text{g/cm}^3$$

六、巧用函数图像探索物理规律

在物理教学中,利用函数图像可以直观地探索和理解许多物理规律。

(一)匀速直线运动的路程、时间图像($s-t$ 图像)

在匀速直线运动中,路程 s 与时间 t 的关系为 $s=vt$ (v 为速度,且恒定不变)。其图像是一条过原点的倾斜直线,直线的斜率代表速度的大小。例如,一个物体以 2m/s 的速度做匀速直线运动,如图3为($s-t$)图像就是一条斜率为2的直线。

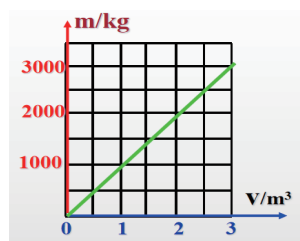


图3

(二)同种物质的质量-体积图像($m-V$ 图像)

对于同种物质,质量 m 与体积 V 成正比,即 $m=\rho V$ (ρ 为物质的密度,恒定不变)。图像是一条过原点的倾斜直线,直线的斜率就是物质的密度。比如,对于水,不同体积对应的质量所构成的($m-V$)图像如图4是一条斜率为1000的直线。

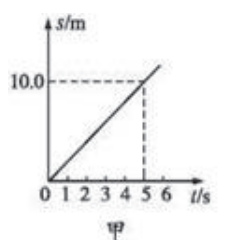


图4

(三)晶体的熔化和凝固图像

在晶体熔化过程中,温度保持不变,吸收热量;凝固过程中,温度也保持不变,放出热量。熔化图像中,有一段平行于时间轴的线段,表示温度不变的熔化阶段;凝固图像中则有对应的温度不变的凝固阶段。以冰的熔化为例,如图5在 0°C 时有一段水平线段,代表冰在吸热熔化但温度不变。

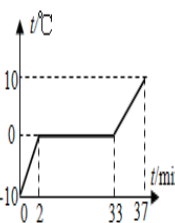


图5

通过函数图像来研究物理规律,能够使抽象的物理概念和关系变得更加直观、清晰,有助于学生更好地理解和掌握物理知识。

我们相信,通过持续探索和实践这种跨学科的教学策略,我们能够进一步激发学生的创新思维,提升他们的综合素养,为培养未来社会所需的复合型人才奠定坚实的基础。展望未来,我们期待数学思维与初中物理教学的融合能够绽放出更加璀璨的光芒,为教育事业的发展注入新的活力。

参考文献:

- [1]中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2022.
- [2]张凤翔.数学方法在初中物理解题中的应用[J].数理天地(初中版),2024(3),128-130.
- [3]张传启.数学思维在初中物理解题中的运用[J].理科爱好者,2021(34),64-65.