

以思维发展为基础的物理观念教学

蔡升华 彭意伟

江西科技师范大学, 江西南昌, 330038;

注: 作者对文章贡献相同, 两者为共同一作

摘要: 物理观念在物理核心素养的培养中处于基础和统领作用, 针对物理观念内涵易混淆, 物理观念教学依据主观, 教学方法描述模糊的问题, 在这三个方面提出思考和对策: (1) 厘清物理观念与其它概念间的区别; (2) 阐明以思维发展作为物理观念教学的依据; (3) 提出物理观念培养方法, 确保物理观念的教学能有所参考。最后, 以人教版物理必修二第五章“抛体运动”为例, 示范物理观念的教学过程。

关键词: 物理观念; 提炼依据; 培养方法

DOI: 10. 64216/3080-1494. 25. 11. 098

1 物理观念的理解

物理观念是从物理学视角形成的关于物质、运动与相互作用、能量等的基本认识, 是物理概念和规律等在头脑中的提炼与升华, 是从物理学视角解释自然现象和解决问题的基础, 物理观念包括物质观、运动与相互作用观和能量观^[1]。

1.1 物理知识和物理概念规律

根据布鲁姆的知识分类体系可知, 物理知识一般包含物理概念和规律。它将知识分为事实性知识指独立的知识点, 学习者通晓一门学科或解决某个问题所必须知道的基本要素, 如术语、符号、数据、日期等; 概念性知识指概括性、组织性的结构化知识, 涉及理论、模型、原则等; 程序性知识指关于如何做某事的一套程序或步骤, 包括技能、算法、使用准则等; 元认知知识指对认知的认知, 即从更高层次审视自己的思想和行为, 涉及策略知识、任务知识、自我认识等。

1.2 概念规律和物理观念

概念是就认识对象本身而言的本质的抽象的认知形态, 也就是“是什么”; 而观念则是主体视角的关于对象与对象或对象与环境相互关联时表现出来的行为特征的确定性认知, 表现为观点、看法、主张等。比如: 工具的概念: 工具是(人)操作时使用的器具(狭义为例); 而对应的工具观念则是: 通过工具提高效率性、安全性, 并扩大操作范围等。并由此将狭义工具概念拓展为达成目的或事物的手段, 这其实已经融入了主体关于工具的观念^[2]。

1.3 物理思想和物理观念

在现实物理教育教学中, 人们往往不对物理思想和

物理观念进行区分, 常常冠以“思想观念”的称谓。物理思想和物理观念都是主观鉴于客观的结果, 都具有个人主观性, 都是需要以知识作为基础经过思维的加工才能逐步形成的。观察“思想”二字可以看出“思”是深思, 强调动作; “想”是考虑, 也强调动作。而“观念”二字中“观”是观点, 强调结果; “念”是想法, 主意, 强调结果。思想是动作显意识。观念是结果潜意识。思想是主动思考产生的想法。观念是无时无刻藏在潜意识里, 不需过多思考就支配行为行动的东西。我们的学习和训练很多时候都是试图去改变潜意识。

1.4 高低层级的物理观念

物理观念的形成并不是一蹴而就的, 它的形成必须以知识作为基础; 各章节的知识经过分析和提取就形成了低层级的物理观念, 各低层级的物理观念经过进一步学习与整合就形成了学生解决问题的基础那便是高层级物理观念, 在这个过程中需要学生在熟练掌握基础知识上发展解决问题认识事物的能力。

1.5 物理观念的主观性和创新性

鉴于物理观念是观念的下位概念, 这里主要阐述观念的主观性和创新性。马克思主义哲学认为, “观念的东西不外乎是移入人的头脑并在人的头脑中改造过的物质东西而已。”观念的主观性指: 观念是人们在日常生活和社会实践中对客观事物通过理性观察并经过思维分析后形成的一种认识。观念的创新性, 就是改变人们对某个事物的错误的、背离时代的或不利于实践的既定看法和思维模式, 经历“破旧立新”的思想斗争, 得出新结论或形成新观点, 从而采取新的态度和方法去实践的过程。纵观整个物理学发展史, 观念都在无时无刻的变化; 从最开始重的物体比轻的物体下落更快, 到后

面物体下落速度与轻重无关。从地心说到日心说，从天体运动轨迹为圆周到后面的运动轨迹为椭圆等等均在表明物理观念的发展性和创新性。

2 以思维发展为基础的依据

思维的定义：思维是大脑对信息的动态加工过程，包括分析、综合、抽象、推理等认知操作；观念是思维加工后形成的静态认知成果，表现为概念、判断、理论体系等。思维是工具：通过逻辑推理、经验归纳、想象创造等思维活动，将零散的感官信息转化为系统化的观念；观念是产物：观念的形成需经过思维的筛选、整合与结构化（如语言编码、逻辑验证）。人类观察到“太阳东升西落”的现象（感性材料）→通过归纳思维提出“地心说”进一步通过批判性思维修正为“日心说”（新观念）。

物理观念不等同于物理知识，而是知识经思维加工后的“上位存在”。其本质包含两重维度：知识结构化：通过整合概念、规律形成解释现象的系统框架（如“运动描述”中的质点、参考系、位移等概念的关联性）；思维显性化：提炼知识背后的学科思想方法（如理想化模型、相对性思维），形成解决问题的认知工具。

以核心素养为导向，物理观念的提取结果必须反映观念的价值要求，课标中指出物理观念是学生认识自然界，解决实际问题的基础。认识自然界需要知识也需要思维。知识不是认识世界的方法和手段，知识更不是观念，知识是表层的，如果物理观念只是结构高低层级不同的知识，学生就会是理论的巨人，解决问题的矮子，无法解决问题的人，又如何期待他们具有创造性呢？对于物理观念的地位，学界普遍达成共识。物理观念在物理学科核心素养中具有引领和导向作用，因此物理观念的提取结果必须体现物理学科核心素养的价值追求。学科核心素养是学科育人价值的集中体现，是学生通过学科学习而逐步形成的正确价值观、必备品格和关键能力^[3]。

纵观物理学的发展史，物理大厦的建立是由无数物理学家，科学家对于现象和已有知识的更深层次的思维活动进而得到的成体系化的物理知识。但是由于编写的特殊性，教材直接呈现出来的往往只是学科知识——现成的结论和形成的说明，省略了隐含在其中的内涵丰富的思维过程，易使学生误以为不经曲折的、反复的思维，也能径直获得知识。物理知识本来应当运用思维方法合乎逻辑地推导出来，然而学生并未感受到这种逻辑力量。心理学指出，这种不经思维而获得的知识是“假知”，不能转化为学生的智慧。为了实现物理知识与思维的同步发展，在教学中必须强调：第一，积极展示物理知识发生、形成的充分而丰富的历史和现实背景，让学生了

解物理学领域的一些重要的概念、法则、定理、命题在历史上是怎样被提出的，又是经过怎样曲折的、反复的认识才达到今天这一水平的，它的更高的水平或发展趋势又是怎样的。最重要的是，让学生的思维参与知识发现过程，而不是简单地重现历史。第二，引导学生通过展开独立而充分的思维活动来获得学科知识，引导学生自己把书本上写的知识想清楚、想明白。要给学生提供提出自己在思维过程中碰到的各种疑问、困难、障碍的机会，并及时帮助他们解决，切不可贪图方便，以讲解乃至直接的灌输代替引导和启迪。

3 物理观念的培养方法

3.1 培养内容

物理观念的培养重点在于对知识和思维的融合培养。认知心理学认为，人类认知从低级到高级逐步发展。人们首先通过感知等方式获取大量的学科知识，这些知识是对客观事物的直接反映，处于认知的最外层。随着知识不断积累，人们开始对知识进行整理、归纳和关联，形成一定的知识结构，这种知识结构需要运用思维来对知识进行加工和处理，使其更具系统性和逻辑性。认知心理学所强调的最外层是知识不断积累，其实就是直观的现象和经验被简单加工存储在人脑之中。对知识进行归纳、整理、关联，使之最后形成被理解的知识结构。这个过程就是思维在参与组织，它需要解释为什么形成这个知识，怎么形成这个知识，知识的关联又是什么，价值是什么？

认知发展理论表明，个体的思维能力是随着学习和经验的积累而不断发展的。在学习学科知识的过程中，最初是对具体事实和概念的理解，这是较为基础的认知层次。随着学习的深入，个体逐渐能够运用分析、综合、推理、判断等思维方法来解决实际问题，这就是思维的体现。依据认知发展理论，可以看出思维是知识进一步的升华，是人们解释现象，解决问题的基础，这与新课标中物理观念内涵的表述有异曲同工之妙^[4]。这里伴随着知识产生的思维与物理学科核心素养的科学思维不同。“科学思维”是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式；是基于经验事实建构物理模型的抽象概括过程；是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体运用；是基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑和批判，进行检验和修正，进而提出创造性见解的能力与品格。“科学思维”主要包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素。科学思维更像是一种体系化的学科方法，其所包含的内容有限，具体程度也越高^[5]。

3.2 培养途径

以皮亚杰的认知发展阶段理论为例,物理观念的形成需以具体知识为载体,并通过思维的阶段性跃迁实现层级性深化。皮亚杰的认知发展阶段理论将学生的认知发展分为四个阶段,中学生认知水平普遍处于第三阶段、第四阶段。

(1)感知运动阶段,知识基础:通过感官与动作探索物理现象(如抓握物体、观察运动轨迹)。思维特征:形成动作图式,如“物体恒存性”观念(即使物体不可见仍存在)。物理观念萌芽:例如通过反复抛掷小球,建立“力与运动关系”的初步经验。

(2)前运算阶段,知识局限:依赖直觉思维,无法理解守恒概念(如等体积水倒入不同容器后的体积判断)。思维特征:以自我为中心,难以进行逻辑推理。教学启示:需通过具体实验打破直觉误区,为守恒观念奠基。

(3)具体运算阶段,知识深化:掌握守恒定律(如质量守恒)、分类与排序能力。思维特征:逻辑思维依托具体事物,如通过积木实验理解“力的平衡”。物理观念形成:例如通过实验数据归纳“能量转化”规律,并形成守恒观念。

(4)形式运算阶段,知识抽象化:能够运用符号系统(如公式 $F=ma$)进行假设与推理。思维特征:抽象逻辑与多因素分析,如设计实验验证“光的波粒二象性”。物理观念升华:从具体守恒观升至“对称性支配相互作用”等抽象观念。

同化与顺应过程:知识整合与思维重构的双向互动皮亚杰提出,认知发展通过同化(将新经验纳入已有图式)与顺应(调整图式以适应新经验)实现。同化的物理教学应用示例:学生用“杠杆原理”解释跷跷板(同化),再迁移至滑轮组机械优势分析。作用:将碎片化知识整合为“简单机械”系统观念。顺应的物理观念革新:牛顿力学无法解释光电效应,学生需通过顺应重构认知,接受“量子化能量”观念。打破旧图式,建立新图式。知识是物理观念的内容载体(如同化的素材),思维是加工工具,二者共同推动观念发展。

平衡过程:知识冲突与思维批判的驱动作用

皮亚杰强调,认知失衡(新旧知识矛盾)激发思维活动,通过平衡化过程实现观念革新。问题情境设计:让学生预测“真空环境下羽毛与铁球下落速度”,实验结果与直觉冲突,引发对“空气阻力”概念的深度思考。平衡化路径—知识修正:补充“自由落体定律”与受力分析知识。思维批判:通过逻辑推理排除错误前概念。物理观念的形成本质是“知识验证—思维批判—观念迭代”的循环过程,平衡化是其核心动力。

4 物理观念的教学示例

具体我们该如何去提炼物理观念呢?没有具体的例子我们上述对于物理观念培养的表述未免太过于抽象空洞,下文将以人教版物理教材必修二第五章“抛体运动”为例,介绍物理观念教学过程:

4.1 单元核心物理观念的提炼

知识基础:平抛运动的规律(位移、速度、轨迹)。思维加工:运用“化曲为直”的分解与合成思想。提炼出的核心观念:运动的独立性观念(或称叠加原理)与矢量性观念。复杂运动可分解为独立的、简单的分运动,其合成遵循矢量法则。确定教学目标,学生通过思维加工,从平抛运动知识中形成“运动的独立性观念”,并能用之解决问题。首先创设情境,引发冲突教师演示飞机投弹、水平抛出与自由下落的物体同时落地。提问:“如何研究这种复杂的曲线运动?”制造认知冲突,激发对新方法的需求。

4.2 实验探究,推理发现,思维加工

活动:通过实验(如频闪照片)获得平抛运动竖直方向的位移数据。

关键提问“竖直方向的运动规律 $y \propto t^2$ 让你想到了哪种已知运动?”(引导与自由落体运动进行类比推理)

学生通过分析数据,自己推理得出结论:竖直分运动是自由落体运动。这是知识升华为观念的关键一步。理论合成,形成结构(观念明确化)结合水平方向的匀速运动,合成位移与速度公式,明确抛物线轨迹,将发现的两个独立分运动用数学工具结构化,巩固“独立性”与“矢量性”观念。观念迁移,解决问题计算飞机投弹的落点。迁移提问:“如何研究斜抛运动?”让学生主动运用“运动的独立性观念”作为认知工具去分析新问题,实现观念的内化和巩固。

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[S].北京:人民教育出版社,2018.
- [2]邢红军.物理概念与规律的教学要求:反思与重构[J].课程·教材·教法,2018,38(02):91-96.
- [3]彭钰媚,王笑君.国内物理观念研究内容的综述和思考[J].物理教学,2021,43(08):11-15.
- [4]彭前程.谈对“学生发展核心素养及物理学科核心素养”的理解[J].中学物理教学参考,2017,46(19):1-4.
- [5]罗莹.物理核心素养研究:物理知识与物理观念[J].物理教师,2018,39(06):2-6. DOI:CNKI:SUN:WUJS.0.2018-06-001.