



多元类比在大学物理教学中的应用

喻 莉 刘 洋 周本元 刘鹏程 程 龙

(空军预警学院基础部 湖北 武汉 430019)

(收稿日期:2022-05-17)

摘 要:针对大学物理中抽象难懂的物理概念和理论,在开展教学时,采用类比的方法,可以化抽象为形象,让学生在已有的认知基础上构建新知,降低学习的难度.结合教学内容的特点和军校教学对象的特征,从生活类比、知识类比、文化类比和军事类比等 4 个方面,对类比教学进行了探讨.这一多元类比教学方法不仅可以增强学生对新知识的理解,同时对传统文化的熏陶和专业素养的提升都能起到较好的效果,拓展了类比教学新思路.

关键词:生活类比 知识类比 文化类比 军事类比

类比是通过联想,将未知的事物与熟悉事物进行比较,从它们的相似点出发,根据已知事物的性质来推断或假设未知事物的性质^[1,2].2 000 多年前,圣人孔子就提出了类比思想的重要性,“温故而知新”就是对类比的最好阐释.而在近代,伟大的物理学家爱因斯坦也曾经说过,“在物理学上往往因为看出了表面上互不相关的现象之间相互一致之点而加以类比,结果竟得到很重要的进展”.类比的方法在各门学科教学中都起到了非常重要的作用^[3,4].大学物理作为理工科院校的公共基础课程,涉及的很多物理概念和理论都很抽象,采用类比的教学方法,不仅可以加强学生对未知事物的认识与理解,同时还可以提高学生独立获得新知识的能力,是授人以渔的过程.目前,大多数类比教学采用的都是与生活现象和已学的知识进行类比^[1,5].

本文考虑到对学生传统文化的渗透和专业理论的衔接,笔者结合我院学生的专业特征,除生活类比和知识类比之外,还探讨了文化类比和军事类比.多角度拓展学生的思维,突破知识难点,提高课堂教学质量,提升学生能力水平.

1 生活类比

物理学中很多的概念和理论都可以在生活中找

到熟悉的对象进行类比^[5].比如,在讲解微观粒子的电荷、能量等取值的量子化时,我们可以将其与生活中爬楼梯的情况进行类比.通过爬楼梯只能爬整数个台阶这一非常熟悉的生活现象,让学生理解微观粒子的电荷只能取电子电荷的整数倍,而能量只能取 $h\nu$ 的整数倍这一量子化特征.再比如,在波动光学中,讲解光程的概念时,很多同学就不太明白,为什么不直接取光走过的几何路程,而一定要将其折算到真空中所走过的路程,要用折射率乘以几何路程.这时候我们可以将光程与学生一天学习所获得的知识进行类比.首先让学生明白,计算光程的目的是为了计算相位差,而相位差 $\Delta\varphi=2\pi\frac{\Delta r}{\lambda}$,这里的波长指的是介质中的波长,是与介质折射率有关的一个量,所以相位差既与几何路程有关,又与折射率有关.因此我们就引入了一个新的物理量光程,让它既可以体现几何路程的大小,又可以反映折射率的情况.而这一点,就与学生学习一天获得的知识很相似,一天获得的知识不仅与学生的学习时间有关,还取决于学生的学习效率,这里的学习时间就好比光走过的几何路程,而学习效率就好比介质的折射率,只有两者同时确定,我们才知道学生一天中所学知识究竟是何情况.

2 知识类比

物理学研究的范围非常的广泛,很多知识之间都存在相似之处. 以往的知识类比主要考虑的是数

学形式和物理意义的相似^[2,3,6],但实际上,新旧知识间的相似还包括很多方面,比如物理方法的相似,知识模块结构的相似等.

表 1 分别列举了相关实例.

表 1 新知识与已学知识的类比

新知识	已学知识	说明
点电荷	质点、刚体、弹簧振子、理想气体	物理方法相同:理想模型
爱因斯坦列车理想实验	伽利略的理想斜面实验、牛顿的理想抛体实验	物理方法相同:理想实验
刚体定轴转动	质点平动	知识模块的整体研究思路
稳恒磁场、磁介质	静电场、电介质	知识模块的整体研究思路
$\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{M} \mathrm{d} t=\boldsymbol{L}_2-\boldsymbol{L}_1$	$\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{F} \mathrm{d} t=\boldsymbol{P}_2-\boldsymbol{P}_1$	数学形式、对应物理量和物理定理的物理意义相似
$w_e=\frac{1}{2} \epsilon E^2$	$w_m=\frac{1}{2} \mu H^2$	数学形式、对应物理量和物理定理的物理意义相似

人们在研究物质世界的过程中形成了大量的有效方法,比如类比法、理想模型法、理想实验法、分类法、对称法等. 教学中可以从新理论探究过程中所用到的方法出发,来寻找已学的类比对象. 物理方法的类比有很多,比如,在引入点电荷的概念时,我们是从解决问题抓主要矛盾的角度出发,构建了一个极端的理想化模型. 而这一方法实际上在力学和气体动理论中就已经接触过了,所以教学时可以直接将点电荷与质点、理想气体等概念来进行类比. 采用物理方法的类比教学,不仅可以让学生理解起来更容易,同时还可以进一步加强学生对此物理方法的掌握.

物理学中有些不同的知识模块,从物理概念的提出,到物理现象的描述,再到物理规律的分析都非常类似. 最典型的就是刚体定轴转动和质点运动学这两个模块,以及稳恒磁场和静电场这两个模块^[3,6]. 比如稳恒磁场的研究思路就与静电场非常类似:场的描述(引入电场强度 $\boldsymbol{E}$ 和磁感应强度 $\boldsymbol{B}$, 电场线和磁场线)— 场的性质(电场和磁场的高斯定理、安培环路定理)— 场对介质的作用(电场中的电介质和磁场中的磁介质)— 场的能量(电场能量和磁场能量). 学习稳恒磁场时可以整体类比静电场,从而帮助学生厘清研究思路和各知识点间的相互联系,了解每个知识点在整章中的地位和作用,使

零散知识系统化.

从数学形式和物理意义的相似性进行类比是最常用的一种知识类比方法. 比如在刚体的定轴转动教学中,转动惯量 J 可类比质量 m ; 角量 θ 、 $\Delta \theta$ 、 ω 、 α 可类比线量 r 、 Δr 、 v 、 a ; 转动定律 $\boldsymbol{M}=\boldsymbol{J} \boldsymbol{\alpha}$ 可类比牛顿第二定律 $\boldsymbol{F}=\boldsymbol{m} \boldsymbol{a}$; 角动量定理 $\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{M} \mathrm{d} t=\boldsymbol{L}_2-\boldsymbol{L}_1$ 可类比动量定理 $\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{F} \mathrm{d} t=\boldsymbol{P}_2-\boldsymbol{P}_1$ 等. 当然,这种类比教学不仅要注重知识间的相似点,还应该突出强调他们的差异化. 比如在讲转动定律类比牛顿第二定律时,就一定要强调转动的刚体不能再看成是质点,对刚体不能再直接利用牛顿第二定律求解,引起刚体转动状态发生变化的不再是合外力,而是合外力矩.

3 文化类比

习主席在 2016 年全国高校思想政治教育大会上指出,要将思想政治教育贯穿于教学全过程. 从物理学中所蕴含的人文知识出发,我们可以设计物理概念、理论与学生熟知的寓言故事、成语、古诗词等进行类比,从而加强物理知识的理解,增强传统文化的渗透,提升学生的民族自信. 比如,在讲解光的本质时,学生很难理解为什么粒子性和波动性这两个看似矛盾的对立体会统一在一起,这时我们可以引入宋代诗人苏轼的诗词“横看成岭侧成峰,远近高低

各不同”。从不同的角度看庐山时,会看到庐山不同的外形,这一点非常直观形象,学生很容易理解.在此基础上,通过类比让学生体会到,其实在不同的情况下光也会表现出不同的特性.虽然每次我们只能看到体现一种特性的现象,比如体现波动性的干涉

现象和体现粒子性的光电效应现象,但光却是既具有波动性又具有粒子性.表 2 为物理知识与传统文化进行类比的相关实例.将物理知识与传统文化通过类比进行融合,让学生感受中华民族传统文化的博大精深.

表 2 物理与传统文化的类比

物理知识	传统文化	说明
动量定理	愚公移山	力对物体运动状态的改变,不仅取决于力的大小,还取决于力作用在物体上的时间.即使力很小,只要作用的时间足够长,物体运动的状态也可以改变得比较大.就好比,愚公虽然个人力量小,但因为长期不断的坚持,最终也能成功将山移走
功的定义	事半功倍,劳而无功	作用于物体同样大小的力,当力与位移方向始终相同时,做功最多,两者方向始终垂直时,做功为零.就好比,当我们始终朝着目标方向努力时,就会事半功倍,而虽然很努力,但却没有明确的目标,则往往会劳而无功
不确定性原理	水至清则无鱼	微观粒子的位置和动量是不可能同时精确测量的.就好比,在一个池塘里,又想水很清澈,又想要有鱼,这也是不可能同时实现的
光的波粒二象性	横看成岭侧成峰,远近高低各不同	光虽然在不同的情况下表现出不同的特性,但却是既具有粒子性,也具有波动性.就好比,人们从不同的角度看庐山时,会看到不同的形状,但无论是哪个角度的形貌都是庐山本来所具有的

4 军事类比

“为战育人”是新时代军事教育方针的明确要求.教学中合理融入军事元素是军校大学物理课程教学的重点改革方向.军校学生往往对军事比较感兴趣,平时看的军事新闻和军事书籍较多,对一些兵法谋略相对就比较熟悉.结合这一特点,在课堂教学中可以将物理知识与军事进行类比.比如:在电磁学中,为了形象地描述空间电场和磁场的分布情况,会人为地引入电场线和磁感应线的概念,电场线和磁感应线虽然本身不存在,但通过它们,却可以更好地了解场的分布.在讲解的过程中,我们可以类比孙子兵法三十六计中的无中生有.在战争中,为了获得胜利,常常会无中生有,制造一些不存在的假象,用来迷惑敌人,这些假象虽然不存在,但却为我们获胜制造了有力的条件.在物理学中,利用这种无中生有来解决问题的情况还有很多,比如在利用静电场的高斯定理 $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{\sum q_{in}}{\epsilon_0}$ 求对称性分布的电场和利用稳恒磁场的安培环路定理 $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \sum I_{in}$ 求对

称性分布的磁场时,都是先根据对称性分析,构建一个合适的高斯面和闭合的回路,然后再进行求解,这里的高斯面和闭合回路也是无中生有而构建.

表 3 为物理知识与相关军事类比的具体实例.军事类比是从军队院校教学对象的特点出发而设计的,对于其他理工科专业的大学物理教学,则可合理地设计与其他相关的专业类比.通过专业类比既能激发学生的学习兴趣,促进学生对物理知识的理解,又能在一定程度上提升学生的专业素养.

5 结束语

本文从教学内容和教学对象的特征出发,挖掘了 4 种具体的类比教学方法,加强了学生对新知识的理解和掌握.其中文化类比有助于加强学生对传统文化的熏陶,而军事类比则有助于较好地实现基础课程与专业领域相关知识的衔接,提升学生的专业素养.在教学过程中,鼓励学生从多角度展开联想,充分发挥学生的想象力和创造力,让学生掌握如何在已有知识的基础上通过类比去学习新的知识,

对学生未来的学习与生活实践势必会产生积极的影响. 只要用心, 相信一定还可以找到更多恰当的类比实例, 总结更多切实可行的类比方法, 从而助力抽象

物理概念与理论的教学, 更好地实现学生知识、能力和素质的全面提升.

表 3 物理与军事的类比

物理	军事	说明
电场线和磁感应线	孙子兵法三十六计之一：无中生有	电场线和磁感应线原本是不存在的, 但为了形象地描述空间电场和磁场的分布, 我们人为引入了电场线和磁感应线的概念. 就好比, 在战争中, 为了获得胜利, 常常会无中生有, 制造一些不存在的假象, 用来迷惑敌人
电场强度的叠加原理	协同作战	当两个异号点电荷处于场点左右两侧时, 两点电荷激发的电场方向相同, 叠加后总的电场增大. 而当它们处于场点同一侧时, 则刚好相反. 两点电荷处于不同的位置, 同一场点的电场强度也就不同. 这就好比, 不同的战斗单元参加协同作战时, 只有根据作战指导思想, 结合作战实际, 将他们放在合适的位置, 进行战场资源的合理调度, 才能达到最大的作战能力
狭义相对论的建立	出奇制胜	新理论狭义相对论的建立, 主要是爱因斯坦在对伽利略变换和电磁理论的矛盾足够了解的基础上, 敢于大胆创新, 突破旧的思维逻辑. 就好比, 作战时, 要想出奇制胜, 就必须一方面对敌我双方情况全面足够掌握, 另一方面在仔细分析战争的局势后, 敢于突破常规的作战策略

参 考 文 献

1 王文春, 李雪春, 郑殊, 等. 在大学物理课堂中采用类比法教学有利于拓展学生思维能力[J]. 物理与工程, 2017, 27(Z1): 48 ~ 50, 55

2 李元, 王晨, 张冠军. 传热学与电学问题的迁移类比研究: (1) 理论基础[J]. 西安交通大学学报, 2021, 55(8): 78 ~ 84

3 江海燕, 李国祥, 杨艳芳, 等. 类比分析法在电磁学教学中的应用[J]. 物理通报, 2018(5): 16 ~ 18

4 侯华, 王宝山. “类比”方法在化学通识课程教学中的应用实践[J]. 大学化学, 2021, 36 (7), 2102037

5 夏辉. 生活化类比在物理教学实践中的应用举例[J]. 当代教育理论与实践, 2016, 8(8), 74 ~ 77

6 喻莉, 刘洋, 周本元, 等. 关于“角动量及其守恒定律”的教学改革实践[J]. 物理通报, 2021(12): 17 ~ 19

Application of Multiple Analogies in University Physics Teaching

Yu Li Liu Yang Zhou Benyuan Liu Pengcheng Cheng Long

(Foundation Department, Air Force Early Warning Academy, Wuhan, Hubei 430019)

Abstract:For the abstract physical concepts and theories in college physics, we can use the method of analogy to turn abstraction into image, so that students can build new knowledge on the basis of existing cognition and reduce the difficulty of learning. Combined with the characteristics of teaching content and teaching object, four kinds of comparison teaching are discussed, including life analogy, knowledge analogy, cultural analogy and military analogy. This multiple analogy teaching method can not only enhance students' understanding of new knowledge, but also have a good effect on the edification of traditional culture and the improvement of professional quality. It expands the new ideas of analogy teaching.

Key words:life analogy; knowledge analogy; cultural analogy; military analogy