

学习迁移与工科物理教学

黄菊英

(首都医科大学生物医学工程学院物理教研室 北京 100054)

在实施素质教育的今天,如何培养学生科学素质,提高工科物理教学质量,是继物理课程现代化之后我国工科物理教学改革的又一重要课题。工科物理是培养和提高学生科学素质、科学思维方法和科学研究能力的重要基础课。它不仅是自然科学发展的基础,也是科学技术、特别是高新技术的主要源泉,现在和未来仍将处于主导地位。近年来,国家教委高等学校物理学教学指导委员会多次指出,基础物理教学要使学生系统地了解 and 掌握物理学的基本知识、基本概念、基本规律和基本方法,提高学生的科学素质。为此,本文用粗浅的笔调谈谈在教学中如何运用学习迁移理论来指导工科物理教学。

一、什么是学习迁移

学习迁移(简称迁移)是一种学习对另一种学习的影响。这种影响可以表现在知识的学习、技能的形成方面,也可以表现在学习方法、学习态度方面。在对迁移的研究中,可以从不同的角度对其进行分类。按照效果分类,可将迁移划分为积极迁移与消极迁移(即正迁移与负迁移)。在学校教育中,积极迁移有利于提高学习效率。因此,无论是教师还是学生,在教学活动中都应该最大限度地实现学习中的积极迁移。“为迁移而教”正是从这个意义上说的。一般来说,负迁移是暂时的,经过有目的的练习可以消除。影响迁移的因素主要有:先后两种学习对象之间存在的共同因素、已有经验的概括水平、学习情景中的关系以及学生的认知结构。在教学中运用迁移理论进行教学的常用方法有类比法和数学方法。

二、物理学科的特点为迁移提供了广阔的天地

物理学的学科特点,为迁移提供了广阔的天地。首先,由于观察、实验是物理学的基础,所以学生在日常生活中积累的大量丰富的感性材料可以迁移到物理学习中去,为物理学习创造了条件;另一方面,学生还可以把所学的物理原理迁移到日常生活中,以解释身边发生的种种物理现象。这种双向迁移能够激发学生的学习兴趣,提高学习效率。其次,物理

学具有高度的概括性和简约性,物理概念、物理规律之间有着本质的联系,其研究方法存在着共同要素,这就为物理知识之间的迁移提供了条件。第三,物理学是一门基础科学,应用十分广泛。物理学的知识、原理、方法可以迁移到其他自然科学和工程技术之中,为学生的进一步学习乃至将来的就业打下基础。由以上3点可以看出,在工科物理教学过程中,教师为迁移而教,学生为迁移而学,是很有价值的。

三、运用迁移进行教学,培养学生科学素质

1. 运用迁移,培养学生联想和推测的思维能力

在工科物理教学过程中,我们应从一个不同于中学物理的新高度来讲授。所谓新的高度就应体现在概念的加深,数学物理方法的适当提高,分析、综合问题能力的提高。

例如,简谐振动的数学分析,使我们建立了一个振动微分方程:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

其中 x 表示位移, ω 表示圆频率。建立了方程后,我们就从形式上将它推广到任一物理量,说明如果某一物理量也满足此种形式的方程,那么,我们也把它称为谐振动。接着举一电谐振的例子。由 LC 组成的振荡电路,其微分方程为:

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{LC} q = 0$$

这就是一谐振动方程,我们称之为电谐振,与弹簧振子的振动方程对比可知:

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} \text{ 故 } \nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

这个公式是中學生所熟知的。

由这一段讲述,引出了数学模拟法和类比法,可使物理知识前后连贯,使所学的物理知识前后之间发生迁移,从而活跃了学生联想和推测的思维能力。

2. 利用迁移,在形成物理概念、掌握物理规律时培养学生运用数学解决物理问题的能力

物理概念的定义常用到比值定义法、变化率定

义法、乘积定义法。如电阻、电场强度、磁感应强度等应用了比值定义法；电流强度、电流密度、位移电流、极化强度、磁化强度等应用了变化率定义法；磁矩、电偶极矩、电流元等应用乘积定义法。运用比值定义法、变化率定义法、乘积定义法定义了电场强度、电流强度、磁矩等概念后，引导学生把3种定义物理概念的方法迁移到以后将要学习的概念上去，从而培养学生运用数学解决物理问题的能力。

在建立物理规律时，首先应使学生了解建立物理规律的事实依据，引导学生把物理问题转化为数学形式。例如，在建立法拉第电磁感应定律时，应做好演示实验，帮助学生建立一定的感性认识，通过对实验现象的分析、概括和抽象，引导学生把观察到的实验结论用文字语言表示出来，然后把文字语言翻译成数学语言，即法拉第电磁感应定律的数学形式： $\epsilon = -d\phi/dt$ ；其次，应使学生明确数学表达式的真正含义，而不能从纯数学的角度加以理解。这种讲授方法引导学生把物理和数学两门学科知识进行相互迁移，从而就培养了学生应用数学解决物理问题的能力。

3. 充分展示物理学史，突出物理学思想方法，在物理学思想方法的影响下，发展学生独立思考和独立创造的能力

物理学发展的历史告诉我们，在物理学的历史舞台上，有不少真知灼见、善于思考的思维巨人，他们在曲折崎岖的科学征途上所具有的独特思维方法，是十分值得后来者借鉴与学习的。在物理教学过程中，如果介绍物理学家研究问题的科学思想方法，这就必定使迁移发生作用，启发学生思考，提高学生的思维能力。

例如，在讲述麦克斯韦方程组的时候，可以介绍方程组的建立过程。19世纪四五十年代，W·汤姆孙曾用类比方法研究电磁现象。他将静电分布与热流分布类比，指出电力线与热流线、等势面与等温面、电荷与热源相对应。他还注意到电现象与弹性现象的相似性。稍后，亥姆霍兹指出，电流的磁场与不可压缩流体的流速有许多类似之处，例如都有旋涡。麦克斯韦受法拉第力线思想的影响和汤姆孙类比研究的启发，将力线与流线、电荷磁极与源头、场强与流速叠加、场强分布与流速分布、场中介质与流体运动的阻力等等，作了一系列的类比。通过类比，原先纷繁杂乱的各种电磁量各居其位，突然变得清晰而

有条理了，为麦克斯韦方程组的建立奠定了重要的基础。然后分析类比方法的诸多历史案例，如德布罗意把实物粒子与光类比，通过类比，德布罗意认为实物粒子也具有波动性；此后，薛定谔作进一步的类比。他根据几何光学与波动光学的近似，通过类比，推测量子力学也可能是一种波动力学的近似，并由此建立了波动力学，成为量子力学的奠基者之一。这样，学生的思维方法就会受到前人的影响，从而就能够体会和掌握类比方法，也提高了他们独立思考和独立创造的能力。

4. 使现代物理与经典物理相互迁移，从而激发学生物理学习的兴趣

在用经典观点解释某个经典物理内容后，尽可能地用现代化观点重新审视。例如，奥斯特实验是电与磁联系的典型实验。如果教师在课堂上从实验中磁棒由于分子电流沿轴向排列的左右不对称而发生偏转这一现象，讲到李政道、杨振宁提出的弱相互作用过程中宇称不守恒及吴健雄的钴60原子核 β 蜕变的实验证实，就会使学生一方面对奥斯特实验这样的经典物理内容的认识大大地深化，另一方面也了解到对称性作为更高层次上的基本属性在物理世界中是普遍存在的，这就为后续近代物理内容打下了必要的基础。另外，在讲授经典物理的同时注意工科物理教学内容和科学前沿的“结合点”内容的介绍。如：讲解牛顿力学时，渗入了非线性力学“混沌”理论的介绍；讲授摩擦力时，介绍纳米摩擦，并强调对摩擦更好的认识能够导致改进润滑剂和抗磨损机器部件之类的工业上的革新，可避免巨大的经济损失；讲授静电场中电介质时介绍“电流变液”新型智能材料目前发展的现状和应用；讲授光栅衍射时，利用它来解释“相控雷达”的原理。通过经典物理与现代物理的相互迁移，进一步强调了物理基础理论对工科大学生的重要性，指出学好基础理论对今后从事高科技工作的重要性，从而激起他们学习物理的兴趣。

工科物理教学内容蕴涵有极为丰富的素质教育内容，在课堂教学中有意识地运用迁移理论指导工科物理教学，把知识后面的研究问题的思维方法自觉地、有意识地进行整理，使之成为一个有联系的整体，并且不断地为现代化科技开设“窗口”，这对提高科学素质必将起着重要的作用。