

物理直觉思维能力的培养

王泽农 王虹

在素质教育的倡导下,要培养具有创新精神、创新意识和创造能力的高素质学生,思维的培养是实现这一目标的基础。直觉思维不是与抽象思维和形象思维并列的一种独立的思维方式,而是抽象思维或形象思维活动发展到一定阶段的一种激烈的跳跃和升华。那么什么是物理直觉思维,物理教师又应该如何来培养学生的这种思维方式,这可以说是物理教学面临的一个问题。

“所谓物理直觉思维就是以物理概念和物理表象结合而成的具有整体功能的知识组块为思维材料而进行的思维,是指人脑不借助于逻辑推理而综合运用已有知识、表象和经验知觉,以高度省略、简化、浓缩的方式洞察事物的物理实质,并迅速做出猜测、设想或突然领悟的思维。”它是创造思维的一种,与逻辑思维相对应,是一种非逻辑思维,是突然出现的思维运动中的飞跃,是对问题的特别的独创性设想,但由于在开始的时候没有得到严格的逻辑证明,所以在日常生活中我们又称它为灵感。

本文综合理论,联系实际,将物理直觉思维能力的培养结合到物理教学过程中。

一、直觉思维,它的意义与分类

1. 直觉思维的认识史

在西方创新思维方式史中,直觉思维一直是受重视并被高度评价的。在古希腊时期,亚里士多德就对直觉思维方式及其“第一性”的根源地位十分肯定。到近代,笛卡尔认为,直觉既不是对不可靠的感性证据的信念,也不是对混乱的想象的靠不住的判断,而是对智慧的明确和细致的概念。斯宾诺莎在《理智改进论》中提出存在三种认知方式,从而得到的三种性质的知识中,第三种认知方式和知识就是靠直觉思维得来的原始知识,这种方式和知识最可靠。虽然他过高地估计了直觉知识的可靠性和地位,但也表明了他对直觉思维方式及其作用的重视。

笛卡尔和斯宾诺莎从理性本源的角度探讨了直觉思维,之后洛克、莱布尼茨等人则从经验本源的角度分析了直觉思维方式。洛克在《人类理智论》中继承培根的经验论原则,反对笛卡尔的直觉“天

赋观念”论,他认为直觉知识是最完整、最高级的一等,因为它只需要凭借心灵和人的洞察能力就可以得出最清楚、最可靠的观念。但是他也指出,直觉思维方式及其结果尽管重要,并不是所有知识都必须靠直觉思维来获得。莱布尼茨则在洛克的基础上进一步提出直觉思维获取的原始性真理知识可以分为两种,并认为直觉思维在知识获取上迅速、简洁,同时也指出并不是所有理性真理都来自直觉思维,寻求那些没被发现的真理也需要必要的推论、推证和猜测的思维方式。

对于直觉思维方式的存及作用,美国化学家普拉特和贝克曾在化学家中做过调查,发现由于直觉思维方式在认识和科学发展过程中的重大作用,许多科学家都对直觉思维方式做出了很高的评价。爱因斯坦认为科学创造的道路首先是直觉的而不是逻辑的;直觉的信念是科学创造的强烈动机;直觉能力是思想的“自由创造”。他对直觉中的想象评价说:“想象力比知识更重要,因为知识是有限的,而想象力概括着世界上的一切,推动着进步,并且是知识进化的源泉,严格地说,想象力是科学研究过程中的实在因素。”

直觉思维的以上特点,使得人们认识到它是一种“内观式”思维,即观察者与观察对象融为一体的思维方式。同时它又是一种“动态思维”,它以若即若离方式追逐事物运动的历史。它又是一种整体思维,因为它对事物细节的认识仍然是模糊的。

2. 直觉思维的分类

“在人们认识的整个过程中,从感性认识到理性认识的不同阶段,都可能产生直觉,所以可以将直觉按不同的层次分为感性直觉和理性直觉两大类。例如阿基米德在洗澡时悟出浮力原理,可以说是一种感性直觉,而欧几里德根据第一原则而建立几何理论,则是一种理性直觉。但这样的划分并不是绝对的,对一种理论或假说的形式,直觉的发生,常常是交错的,正如认识的螺旋上升过程一样。”另一类理性直觉的方式,包括预感与猜想。猜想大体有两种,一种是合情推理猜想,即通过不完全的归纳类比等提出的猜想。所以有时细分这种直觉思

维为归纳性直觉和类比性直觉。此外，还有由一般到特殊的直觉和由特殊到一般的直觉，这些与感性或经验直觉是有区别的。另一种是由某些信念出发的猜想。例如：开普勒研究的行星运动，伽利略研究落体运动，爱因斯坦的相对论及现代统一场论，他们不是从经验而是从理念上贯穿的一个信念开始的。

二、直觉思维在物理学发展中的作用

阿基米德洗澡时看见水从澡盆中溢出来，而想到了测量金冠含金量的方法，牛顿从苹果落地而研究出了万有引力定律；爱因斯坦由追光思想实验到狭义相对论思想的产生，麦克斯韦位移电流类比假设，及普朗克对比统计理论而提出的光量子假说，这些都是直觉思维在物理学中重要作用的体现。我们可以归纳直觉思维在物理学发展中的作用为：

1. 直觉思维是由经验事实到物理理论的重要通道

关于这点许多物理科学家和教育家都有过精辟的论述，爱因斯坦说：“没有合乎逻辑的方法能导致这些基本定律的发现，有的只是直觉的方法，辅之以对现象背后的规律有一种爱好。”量子力学之父马克斯·普朗克在其自传中指出，创造性科学家必须具备：“对新观点的一种活跃的直觉想象力，这些新的观点不是演绎得出的，而是通过艺术家一般的创造性想象得出的。”美国著名的教育学家兰本达教授认为，理论物理学家，在他们的生活中长达几周甚至几个月的时间，确实确实坐在那里冥思苦想。他们要阅读所有与他们有关的资料，要简明扼要地与实验物理学家交谈，还要和其他理论学家切磋探讨。经过各方面长期的实践检验，在某一瞬间，茅塞顿开，所有疑点都有了归宿。但是直到那一瞬间，这一切对世人来讲都不是明显的。由此可见，直觉思维在物理理论的建立过程中是不可避免的。

2. 利用直觉思维指导物理实验

波恩说：“物理实验的全部伟大发现都是来源于一些人的直觉”。物理是一门实验学科，它的基础是实验，同时检验物理理论的正确也要以是否与实验事实相符合为标准。实验方法是物理学研究问题的一种重要方法，直觉思维在物理实验中起着非常重要的作用。首先要用直觉思维来选择适当的实验课题。实验课题除了要具有战略意义，还需要具有丰富的实验知识和实践基础上的直觉思维能力。其

次实验构思与设计也需要直觉思维。物理学中的大部分实验是探究性实验，没有现成的实验仪器、实验步骤、实验方法等，这些都要靠我们动用大脑中的全部知识组块，直接的、迅速的做出判断和选择。最后还要靠直觉思维去判断实验结果的正确性、过程的可信度、实验的精确性等。

三、物理教学中直觉思维能力的培养

无数事实证明，如果没有直觉思维，就没有假说和猜想，创造发明也就不复存在。在日常生活和工作中，如果没有直觉思维，人就会表现出优柔寡断。在学生的学习过程中也是离不开直觉思维的，如有时表现为学生提出“怪”问题，有时表现为突然“悟”出一个道理，有时表现为别出心裁地“应急”性回答，有时在脑海中出现一种新奇景象等，均是直觉思维活跃的反映。从小热爱科技，勤于钻研的16岁美国少年恩斯沃思·菲乐，在1922年收音机刚刚问世不久，他便在直觉思维活动中产生了“通过空中传送图像”的设想，经过多年的刻苦努力和实验，他终于成为电视发明家。我们建设社会主义现代化国家需要成千上万的科学家、发明家和富有创造能力的人才。因此，教师应该在鼓励学生全面发展的基础上，重视培养和训练学生的直觉思维能力。在物理教学中，如何培养学生的直觉思维能力呢？

1. 要有物理知识作为基础

直觉思维不是凭空产生的，必须具有对该学科基本知识和该学科研究方法的了解。必须掌握物理学的基本概念、基本原理、基本方法，以及它们之间的逻辑联系和理论框架。学科的基本结构，是学生记忆、应用物理知识，从而达到举一反三，触类旁通的有力杠杆，也是发现问题、增强兴趣、探索发明的重要基础。物理学的基本结构，是人类智慧活动的结晶，学生只有掌握了具有一定深度与广度的基本知识及其联系之后，才能使思维活动具有丰富的学科内容，才有可能从错综复杂的现象中直接而迅速地“一眼看穿”事物的本质和联系，才能避免无根据的想入非非和胡猜乱想。

教师除了帮助学生掌握学科知识结构之外，还应鼓励学生在课外广泛地阅读相关学科的书籍，以求开阔视野，扩大知识面，因为学生的知识越丰富，思维才能越灵活，“直觉猜中”自然奥秘的概率也就越大。

2. 了解前人的创造过程及物理学的发展趋势, 激发学生的探索精神

发明和创造来自探索, 探索又发源于直觉思维, 而直觉思维又以科学的自信为基础。因此, 教师在教学中应当注意激发学生的探索精神和培养学生自信心。过去, 我们的课堂教学多是以教材的逻辑展开为线索而进行的, 这虽然有利于培养学生的分析思维能力, 但是, 若从培养学生的探索精神和自信心来看, 就显得十分不够。因此, 教师应当把知识系统与该学科的发展史有机结合起来进行讲授, 介绍该学科及其原理究竟是如何产生和演绎的, 使学生了解它的来龙去脉。要把学生带进科学家的思维情境和发明创造的氛围之中, 去感受前人的发现过程和情绪体验, 这样可使学生的思维处于高度“受激”状态, 打破科学发明高不可攀的神秘感, 并激发学生的创造意识和探索精神。

此外, 高明的教师还应该经常向学生介绍本学科的发展趋势, 以及还有哪些尚待解决的理论问题和应用问题, 以便把学生带到科学前沿, 从而获得思考问题和解决问题的较高起点。

3. 关于利用直觉思维确定解题的方向和途径问题

物理学中, 解题是一种创造性的脑力劳动, 它不仅有赖于对物理概念、物理定律、定理的理解和掌握, 而且有赖于一定的思维能力。在解题过程中, 直觉思维具有启发思路、确定方向、寻找途径、整体把握的作用。一般解题, 首先要从整体上把握问题, 明确已知什么、要求什么; 然后画示意图, 在大脑中形成物理图景, 之后再动用大脑中的知识, 搜索与问题有关的知识信息, 直觉地确定解决该问题的方向和途径进而采取“尝试”的方式, 检验该方向和途径是否有利于问题的解决; 最后利用分析和综合的方法, 将物理规律和物理问题结合起来, 寻找已知量和未知量的关系, 将物理问题转化为数学问题, 解数学方程, 得出结论, 再分析结果是否合理。

[案例] 如图所示, 在水槽内倒扣一水杯, 水

杯厚度可忽略不计, 此时若对水杯施加一正向下的力, 水槽与水杯内液面高度如何变化?

[分析] 若采用直觉思维, 由于施加了一个力, 水槽底面压力增加, 所以水槽内液面必定升高, 水杯内液面应该再降低一点。运用已学知识, 由力的大小、水杯与水槽的截面积、杯内气体原体积与压强(与水杯重量相关)等条件, 通过计算可得到量化的结果。可将这个结果与直觉判断相比较。

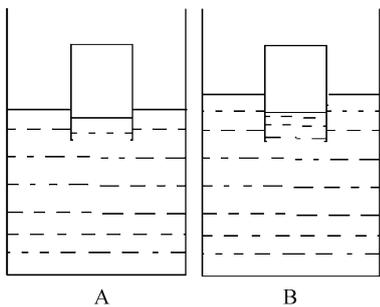
4. 鼓励大胆猜测, 养成善于提出问题、敢于发表见解、能思善论的良好习惯

要教会学生提出问题的方法。物理思维都是从问题开始的, 所以在教学过程中要善于通过分析知识之间的逻辑困难、分析物理理论与实验的矛盾、分析多种假说之间的差异和对立、寻找实验事实之间的联系并做出统一的解释, 把有待解决的问题展现在学生面前, 激发学生探索真理的兴趣和愿望, 培养学生发现问题的能力。在求解问题时要从多方面鼓励学生大胆猜测。猜测是一种合情推理, 是综合程度较高的、带有一定直觉性的高级认识过程, 与逻辑推理相辅相成, 有助于寻求解决问题的正确途径和思维策略。具体可以从几方面帮助学生: 将思想具体化、形象化, 使研究的物理问题、物理现象、物理过程在大脑中形成动态的物理图景, 激发学生的想象力, 使学生从直觉出发产生接近正确的猜测; 采用类比和联想有效地引导学生猜测; 还要提倡学生之间进行争辩, 课上进行争辩可以锻炼学生思维的敏捷性、灵活性和迅速性, 以便提高学生思维能力等等。

5. 采取多种教学模式和训练方法

教学模式的选取可有多种, 一般有问答模式、授课模式、自学模式、合作模式和研究模式。在教学中要注意理论联系实际, 包括生活实际, 实验和观察等。例如开展一些课外活动, 使学生积累丰富的生活经验和感性认识, 提高学生的直觉思维能力。要注意定量, 也要重视定性分析与半定量分析。要用作图来培养直觉能力, 包括情景性作图、抽象性作图、比喻性作图、理论性作图等。要正确处理独立思考与讨论的关系, 常常独立思考显得更加重要。还可以通过阅读, 交流等掌握尽可能多的信息和资料。

关于直觉思维我们还可以有多种训练方法: 有模糊估量法。在教学中训练同学去估计、猜测。例如估计长度、高度、距离等; 有整体把握法。也就



计算机-光电系统在光学实验中的应用

何龙庆

随着计算机的普及和迅速发展,计算机辅助教学已成为各高校的重要改革内容之一,物理实验同样面临内容和方法新旧交替的改革。由于计算机运算速度快,计算精度高,能自动采集、存储和处理数据,并具有高分辨彩色作图功能,使用方便,所以许多实验可以借助于计算机来进行改造,从而使物理实验的稳定性、精确度有较大的提高,并能有效克服传统方法中的人为因素多、直观效果不明显、费事费工等缺点。

一、微机 CCD 技术在光谱实验中的应用

在大学物理光谱实验中,传统的光谱分析采用的是照相法。照相法是利用摄谱仪将光谱成像在照相干板上,经显影、定影、晾干后,用比长仪测出波长,再用测微光度计测出光谱的黑度。这种方法的显著缺点是:处理过程复杂,需要时间较长,且实验重复性差。近年来发展的另一种方法——电子耦合器件(CCD)法,正越来越多地得到应用。CCD 是一种新型的半导体器件,由于 CCD 的结构特点,它可以同时探测到分布在空间的多个信号,如一排光谱,因此,它也称为“同时型”或“并行接受型”的探测器件。由 CCD 接受的信息可以送入计算机进行实时处理。因而利用 CCD 做探测器件进行光谱分析可以克服传统光谱分析法的缺点,而且它在图像传感、工业制造、机器人视觉等方面均有广泛的应用。

1. 实验系统

目前 CCD 器件主要有线阵和面阵两种。面阵 CCD 已被广泛应用于科研、生产和日常生活中,例如数码相机、摄像机等。光谱分析中采用的是一维线阵 CCD 器件。实验中采用的系统是小型棱镜摄谱仪配 CCD 传感器,再加上微机数据采集、处理系统。

其结构原理如图 1 所示。

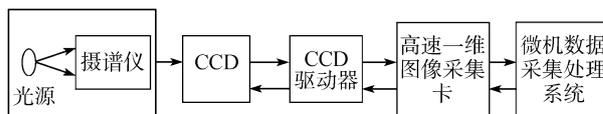


图 1 系统原理结构示意图

2. 实验原理与方法

(1) 棱镜摄谱仪工作原理

各种元素的原子被激发时会发出各种不同波长的光,形成光谱,各种元素的光谱谱线所对应的波长是确定的,是由原子能级间的跃迁来决定的。本实验是用棱镜摄谱仪摄取光谱线,该仪器以光的折射原理为基础,即当一束包含不同波长的平行光投射到棱镜上时,由于色散,不同波长的光向不同方向折射。

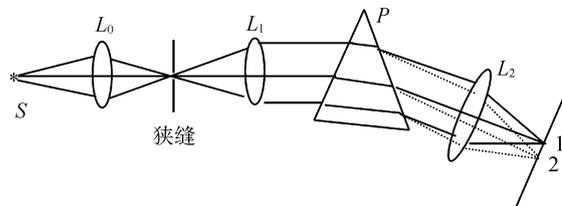


图 2

图 2 中光源 S 以及狭缝都位于焦平面上, P 为阿贝棱镜, L_2 使色散后的平行光会聚,本实验的最大特点就是底片换成 CCD 微机系统,以便利用计算机对采集到的数据实时处理。

由棱镜光谱色散知识可知,不同色光,即不同波长的光,在底片上的位置是不同的,并且遵循一定的规律(由小到大或反之),在小范围内可近似认为其色散本领为一常数,我们就是利用这一规律来测量其他光波的波长。

是从全局从整体去把握事件的结果;有笛卡尔连接法。这是把不同学科问题联系在一起的方法,例如用抽象几何图形说明代数问题;还有信息密集法。例如学生在背诵九九乘法表时,可以说是使用了这种方法,这是一种集中大量信息而排除证明过程的

训练。

总之,培养学生的直觉思维是一项系统工程,教师要长期地、不间断地、多方面地组织训练,有意识地培养学生的直觉思维能力。

(南京晓庄学院物理与电子工程学院 211117)