

物理问题解决中思维能力的培养

胡卫平

[摘要]物理问题解决过程中思维能力培养的主要途径是：遵循解决物理问题的思维过程；训练解决物理问题的思维策略；掌握解决物理问题的思维方法；培养解决物理问题的辩证思维能力。

[关键词]物理问题；思维能力；培养

[中图分类号]G633.7 [文献标识码]A [文章编号]1009-718X(2002)07-0038-04

38

物理问题解决是指面临一个具有一定新意的物理问题，企图寻找有关的概念、规律、方法等去解决这一问题，从而达到目标的一种心理活动。物理问题的解决是一种创造性的脑力劳动，需要各种心理活动的参与，但其中最重要的是思维。在物理教学中，通过对物理问题的解决可以达到使学生掌握知识、发展智力、培养能力的目的。本文介绍在物理问题解决中，如何培养学生的思维能力。

一、遵循解决物理问题的思维过程

思维在问题解决过程中起着关键的作用，只有遵循解决物理问题的一般思维过程，并能在每个阶段灵活有效地进行思维，才能顺利解决物理问题，发展思维能力。关于问题解决的过程，心理学家提出了不同的观点。我们在总结国内外研究的基础上，针对物理学科的特点和中学生的年龄特征，提出了明确问题、探求解法、实施计划、检验结论、讨论反思的五阶段构想。

1. 明确问题。明确问题是解题者对题目信息的发现、辨认、表征的过程，它是主体的一种有目的、有计划的知觉和思维活动。明确问题的主要活动方式是读、思、记。当拿到问题时，首先要对问题及其附图阅读几遍，先从整体到局部，再从局部到整体，对问题有一个大概的了解；然后再考察各个细节；最后，对问题的整体建立起清晰的图景。通过一系列的活动，分析判断物理

问题中所描述的对象、现象、过程及其联系，弄清问题中所涉及的量及其相关因素，包括已知的、未知的、直接的、间接的、明显的、隐含的等，全面系统地把握有关信息，抓住问题的一些外部特征，搞清解决问题的一些条件。在此基础上，通过文字的、图形的、图表的等各种形式，将问题中的对象、过程、现象及其联系形象化、具体化，在头脑中形成该问题的整体的、动态的、形象的、清晰的图景。这是有效解决物理问题的基础。

2. 探求解法。探求解法即在对物理问题有一个整体把握的基础上，探求解决问题的有效方法和途径。这是解决物理问题的关键。探求解法的主要过程就是利用抽象思维、形象思维、直觉思维的各种方法，充分调动大脑中的认知结构，对问题的求解进行直觉的洞察、深入的分析和丰富的联想。解决问题的过程是一个信息加工的过程，这些信息来自两个方面，一是来自问题本身，通过明确问题而在大脑中形成清晰的图景；二是来自解题者的认知结构，包括物理概念、物理规律、物理方法、解决问题的技巧等，这些知识、方法、技巧等在大脑中发生相互联结、相互作用，把同类知识和方法归为一起，构成一个一个个的知识单元即“知识组块”，形成一定的认知结构。当人们对问题表征之后，就将问题图景与已有的认知结构相互作用。如果已有的认知结构能将该问题同化，就直接得出解决问题的思路；如果问题比较复杂，已有的认知结构不能对其同

胡卫平 山西师范大学课程与教学研究所 教授 博士 041004

化,这时就需要对问题进行分解,将总目标分解为若干个子目标,将研究对象分解为若干部分,将研究过程分为若干阶段,并分析各部分及各阶段的特点。同时调动原有的认知结构,对问题进行分类,确定该问题的类型,探求解决该问题的方法和途径。如果这样还难以确定问题的类型,应对问题进行转化和变换,直到找出适当的解决方法为止。在整个探求解法过程中,问题图景与认知结构发生相互作用,同时要充分利用抽象思维、形象思维和直觉思维的方法,特别是形象思维和直觉思维尤为重要。

3. 实施计划。实施计划是展开解题思路、构思解题步骤、实施具体运算的过程,是解决物理问题的中心环节。在明确了问题情景、解题思路之后,还需要寻找一些解决问题的具体方法步骤,作出简明扼要、完整规范的推理、运算或作图等,从而得出结论或提出假设。对于具体的问题,用什么方法求解,要视具体情况而定,这里提出两点要求:第一,解题过程要规范。遵循解题规范是解决物理问题的基本要求。主要应做到:解答过程完整条理、图形表格清晰整洁、单位符号使用统一、计算结果符合题意。第二,解题方法要精选。许多物理问题往往有多种解法,解答时不要以求得答案为唯一目的,要有意识地从不同侧面、不同方向寻找不同的解题方法。同时,注意不同解法的比较,选出最简单、最巧妙的解法。通过精选解法,可以有效地训练学生思维的深刻性、灵活性、批判性和独创性,培养学生的思维能力和分析问题、解决问题的能力。

4. 检验结论。实验是检验物理问题的解决是否正确唯一标准,但在中学生实际的解决问题过程中,常常采取一些特殊的方法。这些方法有:从合理性检验,即检查题解是否符合实际情况;从对称性检验,即检验题解是否能够反映事物的对称性;从协调性检验,即检验题解与题目条件在问题情景中是否一致;从特殊性检验,即将题解表达式推向某个简单、熟悉的特殊状态或极端状态,看题解反映的关系是否仍然正确;从逻辑性检验,即审视解题的推理过程是否符合逻辑,具有逻辑性和严谨性;从单位的一致性检验,即检验方程两边的单位是否一致;从不同解法的一致性检验,即通过利用不同解法来核对结论的正确性等等。

5. 讨论反思。讨论反思是提高学生分析问题和解决问题能力的重要途径,也是提高学生思维

能力的有效手段。中学生在解决问题之后,讨论反思的内容主要有:第一,分析题解的结构。即根据题解表达式,分析待求量的相关因素和无关因素,以及各因素对题解的影响。第二,将题解进行演绎讨论。即从一般的结论出发,导出特殊情况下的结论。这既可以使我们认识更加具体、丰富,从而使思维从抽象到具体,又可以利用特殊情况下的结论对题解的正确性作出迅速的判断。第三,对题解进行概括。即对特殊情况下获得的结论进行转化,将其推向一般,使之形式上更简洁,意义上更概括,适用面更广泛,迁移上更灵活。第四,从题解中发现新的规律。即通过从不同角度审视题解及求解过程,发现在先前学习中未认识到的新的规律。第五,一题多变。即改变题设条件并进行解答或将解法和结论用于新的问题情景。这样可以扩大解题成果,提高学生的比较、概括、转化的能力和分析问题、解决问题的能力。第六,一题多解。即尽可能多地寻找解决某一问题的多种方法,并进行比较。第七,反思经验教训。即在解题结束后,要进行必要的反思,思考为什么要出这一道题;是考查对知识的掌握,还是训练解题技巧;我是如何探索解题方法的;有何经验教训;等等。另外,从物理理论出发,将问题分类,并对该类问题的解决方法进行总结和概括,形成合理的认知结构。

中学生解决物理问题的思维过程中的五个阶段不是孤立的,而是相互联系、相互作用、相互影响的,且每个阶段都是在与主体的认知结构的相互作用中进行的。在物理问题解决过程中,要让学生掌握思维的常规,并灵活、有效地进行思维,提高他们的思维能力、分析问题和解决问题的能力。

二、训练解决物理问题的思维策略

思维策略的选择和运用对于物理问题解决的成败和优劣起着关键的作用,思维策略的好坏对学生思维能力的发展产生重要的影响。因此,教学中要训练学生解决物理问题的思维策略。中学生解决物理问题的思维策略主要有如下几种。

1. 形象表征和整体把握物理问题。心理学的研究表明,形象表征有利于问题的解决。因此,在明确问题阶段,要通过读、思、记等活动,从整体到局部,再从局部到整体,对问题进行考察,在头脑中形成该问题的整体的、动态的、形

象的、清晰的图景。在此基础上,将问题整体与大脑中的认知结构发生相互作用,判断问题的类型。分析物理问题的类型,目的在于将眼前的问题与我们熟悉的问题联系起来。一旦分辨出了所要解答的物理问题的类型,就可以用该类型问题的解法去解决。如果分辨不出所要解答的物理问题的类型,就只能采取试错的方法,这种方法很难迅速正确地解决问题。因此,在明确问题阶段,一定要使学生掌握形象表征和整体把握物理问题,并判断问题的类型。

2. 顺向思维和逆向思维相结合。任何物理问题都有一个已知条件和一个终极目标,解决物理问题就是要将已知条件和终极目标联系起来。通常用两条思路来寻找这种联系,一条是从终极目标开始,把问题逐步分解,找出已知条件和终极目标之间的关系(逆向思维);另一条是从已知条件出发,根据题意,把问题分成几个简单的问题来考虑,把各已知量的函数关系全部找到,再按照题意和有关知识,把已经找到的几个简单部分的结果综合起来,从而得到问题的结论(顺向思维)。逆向思维的特点是方向明确,始终把未知量作为思维的出发点进行逆推。它的缺点是和已知量的关系很难接通,因为它有时距已知条件太远。顺向思维的特点是自由联想。主体要根据已知条件,联想到有关的物理知识,进而推断出新的已知条件。这种推理可以使信息增殖,产生更多的已知信息;可以缩短未知量与已知量之间的心理距离,更容易看到最终目标。它的缺点是思维方向不明确,并且一旦走上错误的思维方向,就很难摆脱这种错误“定势”的影响。因此,应将顺向思维和逆向思维结合起来,进行双向推理。但要注意,在进行双向推理时,要充分利用已知条件,在进行逆向推理时,要确定“子目标”。

3. 强化目标意识,建构解决问题的目标体系。在解决物理问题的过程中,要确定解决问题的终极目标,并建构目标体系。建构解决问题的目标体系,应遵循“小步子”和“层次性”原则。即将解决问题的目标分成有序的若干阶段,通过对若干阶段的目标建构和目标实现,一步一步逼近整个物理问题的解决,以便及时通过反馈来修正、调控问题解决过程。目标的分解有横向分解和纵向分解两种。横向分解即把目标分解成相互独立的子目标,各目标之间相互独立,可以单独达到。纵向分解即把原来的目标分解成一组相关联的子目标,在这些目标中,一个目标的实

现是另一个目标实现的基础。通过一系列子目标的实现,最终达到总目标。

4. 变换思维角度,克服思维定势的消极影响。即在解决物理问题时,不能只考虑一条思路,不能钻牛角尖。要考虑几条不同的思路,当某一条思路走不通时,尝试其他思路,直到找到一条最佳思路为止。最佳思路应当是简洁的、有利于使已知条件和未知条件发生联系的思路。

5. 总结解题思路,反思解题过程。即在解题后要及时讨论、总结和反思,以便从具体的问题解答中概括出普遍适用的策略知识,从而做到“举一反三”,提高分析问题、解决问题的能力 and 思维能力。

三、掌握解决物理问题的思维方法

所谓解决物理问题的思维方法,就是解决物理问题所应用的思维方式的总和。使学生掌握解决物理问题的思维方法,不仅是顺利解决物理问题的要求,而且是培养学生思维能力的重要途径。我们在思维的基本理论中所谈到的分析与综合、抽象与概括、比较与分类、科学推理等都是解决物理问题所必需的基本思维方法,除此之外,还有一些特殊的思维方法。

1. 图解法。图解法就是借助于图形来解决问题的一种方法。对于有些物理问题,应用这种方法不仅能够使问题顺利地得到解决,而且求解过程简单明了。在习题教学过程中,若教师能引导学生应用图解法解题,可以有效地培养学生的想象力,提高思维的灵活性。

2. 反证法。反证法又称归谬法,是一种逆向思维方法,主要用于证明某一论断的正确性。其基本思维程序是:第一,假设结论的反命题是正确的;第二,根据这个假设和其他已知条件进行严密地推理,直到推出与已知事实相矛盾的结果为止;第三,根据逻辑学知识,得知假设错误,故原命题正确。物理学中不少论题,要对它们进行正确的论证比较困难,如任何两条电场线或磁场线都不相交;等势面一定跟电场线垂直;处于静电平衡状态的导体,内部的场强处处为零等等。

3. 排除法。排除法是考虑某一问题中的一切情形,通过去掉其中不合要求的部分,而得到合乎要求的部分的一种解题方法,其一般程序是:穷举问题相关的一切情形;通过论证,排除不可能的情形;得出可能的情形。

4. 等效法。等效法是从事物的等效效果出发,将复杂的问题转化为等效的、简单的、易于解决的问题。

5. 叠加法。很多物理量都具有可加性,这是探索物理规律的一条很重要的指导思想。根据可加性,把复杂的问题化成几种简单的特殊情况并求出其结果,然后进行叠加,即可求出复杂问题的结果。此即解决物理问题时叠加的思维方法。例如,求解向心力做功的问题,应先求出径向与法向两种特殊情况下向心力做功的结果,然后将它们叠加。平抛运动可以看成是水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动的合成。但是,必须注意,只有符合独立作用者,才能进行叠加。如果拆开与合起来情况不同,就不能应用叠加法。

解决物理问题的思维方法很多,我们上面仅列举了几种特殊的方法,在具体的解决物理问题过程中,要不断总结,合理应用,从而提高解决物理问题的能力和思维能力。

四、培养解决物理问题的辩证思维能力

所谓辩证思维,就是反映客观现实的辩证法,是人类思维的高级形式。辩证思维能力是运用辩证法进行思维的能力。物理学中存在着各种各样的辩证关系,使学生掌握这些关系并灵活地运用到具体的问题解决过程中,可以使一些难以用其它思维形式解决的问题迎刃而解。因此,在解决物理问题的过程中,要尽可能地利用各种辩证关系,培养学生的辩证思维能力,使学生的思维更深刻、更灵活。解决物理问题时可以应用的辩证关系大约有如下几种。

1. 动静转化。物体的运动是绝对的,但具体描述一个物体的运动时却是相对的。我们说某个物体处于静止还是运动状态,总是相对于一定的参照系而言的,当参照系改变时,运动与静止可以相互转化。通常情况下,我们取地面为参照系,但有时若取某运动物体为参照系,可以使物理问题的解决更加简捷。

2. 内外转化。解决物理问题时,必须确定研究对象,也称为系统。系统的选择要视具体问题而定。对于同一问题,系统可以选得大些,也可以选得小些。当系统选得大时,某物体属于系统。而当系统选得小时,该物体可能就转化为外界了。若我们能在思维上将系统内外的意义合理转

化,常常可给问题的分析和求解带来很大的方便。

3. 曲直转化。在物理学中,曲与直之间没有绝对的界限,一条直导线严格来讲并非数学中的直线,而一条弧线当曲率半径很大时,可以近似认为是直线;曲线运动可以认为是直线运动的叠加,并且随着参照系的变化,曲线运动与直线运动可以相互转化等等。注意曲与直的相互转化也是解决物理问题时常用的辩证关系。

4. 常变转化。如果一个物理量不随时间变化,我们称为常量,反之,称为变量。常量与变量之间并非有绝对的界限。物理事物总处于变化之中,变是绝对的,而当变化对我们所研究的问题可以忽略时,可以认为是不变的。例如,物体作自由落体运动,在所研究的空间范围不大时,可以近似认为加速度不变。实际上,重力加速度随高度的变化而变化。在解决物理问题时,注意常量与变量的转化,往往能使我们找到一条简捷的解决问题的途径。

5. 无限与有限的转化。物理学中存在着有限与无限,他们之间可以相互转化。因此,在解决物理问题时,应当深入细致地分析问题,注意寻找无限与有限之间的联系,并创造条件促成它们之间的转化。

6. 以美启真。物理学中具有对称、和谐、简洁、多样统一等形式美。在解决物理问题时,用美的思想去寻找求解思路,利用物理事物的对称性、统一性,促使求解过程的简洁性和有效性,追求求解结果的和谐性和正确性,以求美的形式达到求真的目的,此即解决物理问题时以美启真的辩证关系。

7. 数形转化。表达物理规律最好的语言是数学。数与形是反映物理事物间关系的两种不同的数学形式。数学表达式具有概括、精确、简洁的特点,而图形则具有形象、生动、直观的特点,二者相互联系、相互补充、相互替代、相互转化。在解决物理问题时,视具体情况,将数学表达式和图形、图像相结合,注意它们之间的转化,寻找最佳的解决途径和表达方式,此即解决物理问题时数形转化的辩证关系。

注 本研究是全国教育科学“十五”规划重点课题“教育与发展”(课题号:ABA010012)、教育部人文社科重大课题“中小学生学习智能发展与促进的研究”(课题号:01JAZJDXLX001)和山西省归国留学课题“儿童青少年创造力的发展研究”的研究成果。

(责任编辑:韩梅)