

特级教师指导学习

仲哲明 主编



特级教师指导学习 · 物理

王杏村

中国科学技术大学出版社

特级教师指导学习

主编 仲 哲 明

物 理

· 王杏村 ·

中 国 科 学 技 术 大 学 出 版 社

内 容 简 介

《特级教师指导学习》(丛书)全套9种,按学科分为:政治、语文、英语、数学、物理、化学、生物、历史、地理。

丛书根据目前高中学生学习的实际情况和各科教学的自身特点,参照新调整(1990年秋季开始使用)的全日制高中各科教学大纲的要求,分学科对课本中的重点、难点和学生学习中普遍存在的障碍,按学习过程中的学习、复习、解题、考试等不同环节进行学习方法和思维方法的训练与指导。结合知识点和具体事例进行分析、引导和训练,有的放矢,循循善诱,具有较强的针对性和启发性,不仅对学生具有重要的指导意义,对教师指导学生,也有很好的示范作用。

读者对象:高中生、中学教师、参加成人高考人员、自学者。

特级教师指导学习

物 理

王杏村

*

中国科学技术大学出版社出版

(安徽省合肥市金寨路96号,邮政编码:230026)

安徽省出版总社激光照排服务部照排

北京1202印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所,各地新华书店经售

*

开本:787×1092/32 印张:5.125 字数:114千

1990年11月第1版 1990年11月第1次印刷

印数:1—21000册

ISBN 7-312-00176-9/G·28 定价:2.00元

序

学习是一个复杂的认知过程。影响学习效果的因素是多方面的,例如学习的动机、目的,兴趣爱好,学习基础,意志品质,情绪状态,身体状况,环境条件等等,而最经常、最普遍的因素是学习方法和思维方法。许多中学生在 学习过程中常常遇到“不得其门而入”的困惑。不正确的方法,耗费了他们大量的精力和时间。对学生进行正确的思维方法的训练和学习方法的指导,不仅可以提高学习效率,减轻学习负担,而且可以激发学生的学习动机,调动学生的主动性和积极性,增强学习能力,从而使各科教学达到“教是为了不教”的目标。

从培养社会主义新人的角度说,科学的思维方法和学习方法的培养训练更具有重要的意义。庄子说:“吾生也有涯,而知也无涯”。人生是有限的,在学校学习的时间更是短暂的,而人类文化科学技术知识的发展与积累却浩如烟海,无边无垠。面对这种有限与无限的矛盾,我们必须认真思考一个问题:教师究竟该怎么教学生,是致力于灌输各种书本知识呢,还是在传授知识的同时,重视学生思维方法和学习方法的培养训练。正确的选择应该是后者。企图在学校有限的教学时间里把各学科的全部知识都塞给学生,这既不可能也不应该。知识的习得和积累是终身的事业,活到老学到老。学校教育是为 学生德、智、体全面发展,为日

后学习、工作、生活奠定基础的阶段。学校只能教给学生一些最基本的知识(概念、原理、规律等)和技能。学生进入社会以后将会遇到大量复杂的实际问题要他们去独立解决,有许多新的领域要他们去学习、思考、探索。为了能比较顺利地完成任务,他们在学校时就应该有所准备,受到相应的培养和训练。学校在教学过程中,要注意引导学生养成良好的学习习惯,帮助他们掌握独立获取知识和独立思考问题、解决问题的科学方法和能力,培养开拓创造的精神。这些是长期起作用的东西,一旦学到手,终生受益。所以教师的职责决不仅仅是传授知识,更重要的是通过传授知识和技能教给学生怎样做人的道理和一套科学的学习方法和思维方法。

近几年中小学校以教学思想、教学内容、教学方法为对象的教学改革出现了好形势。许多教研部门和学校开始重视学生思维方法和学习方法的研究与训练,并取得了不少实绩。但仍有不少地方囿于片面追求升学率的压力,采取了一些错误的做法,例如教学围着考试转,崇尚死记硬背,大搞题海战术,大量编印、推荐甚至强制学生购买、阅读各种对付考试的资料。目前形形色色的复习资料、考试指南、题解、试题集、习题册充斥市肆校园。这些读物的编印,既多且滥,成了赚钞的手段。流弊所及,中小學生陷入其中,不能自拔。实际效果适得其反。凡此种种不仅严重违背教育规律,而且徒增学生负担,妨碍青少年健康成长。因此,进一步端正教育思想,遵循教育教学规律,对广大中小學生进行思维方法、学习方法的训练与指导,使其走出各种“资料”、“题海”的误区,乃是当前我国中小学教育的急务之一。

要指导学生正确地学习,进行思维方法的训练,教师需要有一定的理论修养和实践经验。这一点正是广大青年教师,尤其是

在中小城镇、农村和边远地区工作的教师所缺乏的。给他们提供一些帮助和示范,也是我国师资队伍建设的要务之一。

正是出于上述目的,我们约请部分特级教师试着编写了《特级教师指导学习》这套丛书。

特级教师是我国中小学教师队伍的精华。他们在数十年的教学生涯中,各自积累了丰富的、行之有效的教学经验。这是值得我们珍视的财富。这些经验由于近年来中小学读物导向上的失误,未能受到应有的重视和推广。今天,总结他们的经验,加以宣传推广,无论对学生还是教师,尤其显得必要。

《特级教师指导学习》丛书根据目前高中学生学习的实际情况和各学科的自身特点,参照新调整的全日制高中各科教学大纲的要求,分学科对课本中的重点、难点和学生学习中普遍存在的障碍,按学习过程的不同环节进行学习方法和思维方法的训练和指导。写法上努力避免坐而论道式的空洞说教。尽量结合知识点和具体事例进行分析引导,力争做到有的放矢,循循善诱,具有较强的针对性和启发性。语言力求通俗流畅。由于是名师启迪,写作体例和风格不求统一,给作者留有充分发挥的余地。希望这套丛书能够对广大中学生和中学老师有所帮助,有所启示,受到他们的欢迎。

如何科学地对学生进行思维方法的训练和学习方法的指导,这是一个十分重要但难度很大的科研课题,要靠广大教育科研人员和中小学教育工作者的共同努力,决非十几个人、一两套丛书所能完成。但这套书的出版毕竟是迈出了一步,尽管是尝试性的一步。愿通过这种尝试和总结,同广大中小学教育工作者一起,经过若干年的努力,逐步建立起中小学各个学科的教法和学法的理论体系。那时我们的学生就可以在正确理论的指导下,愉

快地、生动活泼地、创造性地完成自己的学习任务，茁壮地走上成才之路了。是所望也。

由于是尝试，又缺乏经验，书中不妥之处在所难免，盼请广大读者不吝批评指教。

仲哲明

1990年7月20日

目 次

序	仲哲明(I)
第一章 如何正确理解物理概念	(1)
一、理解物理概念的基本方法	(2)
(一)从物理概念的定义或定义式来理解	(3)
(二)从各个物理量之间的关系来理解	(8)
(三)从区别容易混淆的问题来理解	(10)
二、中学物理中重、难点概念的分析	(12)
(一)力学概念的分析	(12)
(二)热学概念的分析	(33)
(三)电磁学概念的分析	(42)
第二章 怎样做好物理实验	(82)
一、基本物理量的测量	(83)
(一)测量和实验误差	(83)
(二)基本仪器介绍及使用	(85)
二、怎样在实验中理解物理概念和规律	(93)
(一)从演示实验中学习概念的定义和规律的导出	(93)
(二)从验证性实验中加深对概念和规律的理解	(95)
(三)从探索性实验中去“引入”概念和“发现”规律	(99)
第三章 物理解题指导	(103)
一、物理解题一般方法分析	(104)
(一)形成解题思路的基本方法	(104)
(二)物理解题的思维过程的分析	(108)
二、部分重、难点知识解题方法分析	(121)

(一)物体受力分析方法	(121)
(二)矢量的和、差计算	(130)
(三)电路结构分析方法	(138)
第四章 物理复习方法	(142)
一、重点知识要形成结构	(143)
二、基础知识点要形成系统	(145)
三、复习中要注意提出问题和抓住问题	(147)
四、做复习题时要注意结构合理和掌握典型	(151)

第一章 如何正确理解物理概念

我们都知道正确理解物理概念是学好物理的关键。同学们在分析物理现象或处理物理问题时,常常出现错误的判断或者束手无策,究其原因,其重要的一条是没有正确理解物理概念。物理概念既然如此重要,那么,什么叫物理概念? 中学物理涉及的概念有哪些类型?如果我们对此有一个基本了解,对于我们正确理解概念是有益的。物理概念是人类对客观物理世界的一种本质认识,是人类对物理世界从感性认识过渡到理性认识的桥梁。有了物理概念,才有可能进行物理判断和物理推理,因此在观察实验和物理现象的基础上,通过思维的加工建立和形成物理概念及规律,然后运用概念和规律去分析和解决物理问题,这是学习物理的基本途径。同学们在学习物理时,注意在建立和形成物理概念的过程中,提高自己的各种能力(特别是思维、分析、知识迁移等能力),是学好物理的关键。中学物理涉及的概念约四百余个,大致可以分为以下四类:

第一类是反映物质属性的。如:运动、惯性、质量、能量、电、磁、波粒二象性等,这类概念的特点是:其含义深刻,富有哲理性,很难从其表面定义上获得深入理解。只有随着知识学习的积累和发展才能由浅入深,由表及里地加深对概念的理解。

第二类是反映物质及其运动性质的。如:速度、加速度、密度、功率、比热、电场强度、电势、电动势、磁感应强度、电阻、电容、电感等。这类概念的共同特点是:用两个或几个物理量的比

值来表示它们的定义。

第三类是反映物质间相互作用关系的。如：力、力矩、压强、冲量、功、热量等。这些概念的特点是：与物质间相互作用密切相关，对于单个物质是毫无意义的。

第四类是一些描述物理现象的名称。如：匀速直线运动、圆周运动、形变、超重（失重）、溶解、液化、反射、折射、干涉、静电感应、电磁感应、放射性、核反应、质量亏损等。这类概念的特点是：就其概念本身而言，并不难理解，难理解的是这些物理现象产生原因、条件及规律。

我们对物理概念的含义以及类型有了一个基本了解后，下面我们将结合物理知识来研究正确理解物理概念的基本方法。

一、理解物理概念的基本方法

一个物理思维清晰的人，就是说他对物理概念理解得正确和比较深刻。所谓物理思维能力，简单说来就是正确运用物理概念进行判断、推理、分析、综合的能力。可见，要提高自己的物理思维能力，就要在理解物理概念上下大功夫。不少同学感到物理概念不好掌握，的确，物理概念由于它的概括性、严密性和抽象性很强，学习起来有一定的难度。因此，我们要在学习物理过程中不断研究和总结如何理解概念的方法。一个物理概念呈现在你面前，你怎样理解它呢？如果只是从表述这样概念的名称上进行顾名思义的理解，不但很肤浅，往往产生错误的理解。关键是要抓住这个概念的内涵，也就是它的物理意义是什么。下面我们从几个方面来说明正确理解物理概念的一些基本方法。

(一)从物理概念的定义或定义式来理解

我们在前面将物理概念分为四个类型,如果进一步概括,物理概念又可分为二种来研究。一种是定性反映客观事物本质属性的概念,如质点、机械运动、简谐振动、干涉等;一种是定量反映客观事物本质属性的概念,如速度、加速度、电场强度等,这种概念又常常叫做物理量。不管是定性概念还是定量概念,我们都必须正确理解它的定义,因为定义是对概念内涵的明确规定。对物理量来说,其定义可以用数学方法表达,其定义的表达式又叫做定义式。一个物理概念的定义或定义式是怎样在分析物理现象或物理实验基础上形成和建立的?怎样通过物理概念的定义或定义式来把握物理概念的哪几个方面?这是正确理解物理概念的基本方法之一。

例如,什么叫质点?质点就是具有一定的质量而没有大小和形状的物体。这就是质点的定义。一个没有大小和形状的物体,那就是一个几何点,所以质点的定义简单地说,就是一个具有质量的几何点。实际物体都是有大小和形状的。为什么我们不考虑物体的大小和形状呢?这是因为物体的大小和形状与所研究的问题或者无关或者关系很小。例如,地球相对于太阳,既有公转运动,又有自转运动。如果我们仅仅是研究地球绕太阳的公转运动,则地球的大小和形状完全可以忽略不计。这是因为地球到太阳的距离约为地球直径的一万多倍。也就是说在研究地球的公转运动时,把地球视为一个质点。由此可见一个物体是否可以当作质点对待,应根据问题的性质而定。同时也可以看出质点是在一定条件下的一种抽象化、理想化的物体。这种理想化的研究对象,通常叫做理想模型。利用理想模型来研究问题是物理学经

常采用的一种研究方法。而理想模型的选择不是任意的,它必须如实地反映出所研究现象中起主要作用的那些性质。物理学中的理想模型除了质点外,还有刚体、理想流体、理想气体、点电荷等。由上述分析可以看出:质点的定义是保留物体的质量忽略物体大小和形状的条件下建立的。因此一个物体能否被视为质点,关键是要确定在所研究的问题中,其大小和形状能否忽略不计,抓住了这一点就抓住了质点概念的内涵。由质点概念进一步引出了理想模型的意义,这对今后学习理想模型也奠定了基础。

再如,功是物理学中一个重要物理量。我们通过功的定义式的建立,以及如何从功的定义式出发理解功的概念作如下的分析。

功的概念是从大量机械的工作总结概括出来的。我们发现尽管各种机械的构造和用途不同,但它们工作时具有两点共同性:第一,任何一种机械在工作时,必须对工作对象施以力的作用;第二,还必须使工作对象沿力的方向移动。可见,力和沿力的方向上的位移是机械工作不可缺少的两个因素。从而总结概括出:当物体在力的作用下,沿力的方向移动了一段位移时,我们就说力对物体做了机械功,简称为功。事实说明了功的大小是由力 F 的大小和物体沿力方向的位移 S 来决定的,即

$$W = F \cdot S$$

上式只说明了力和物体运动方向一致这种最简单的情况。物体运动的方向可以和力的方向不一致。这时,把力 F 分解为两个分力 F_1 和 F_2 。分力 F_2 跟位移的方向垂直,故不做功; F_1 跟位移的方向一致,做功则可表示为

$$W = F_1 \cdot S \quad F_1 = F \cdot \cos\theta$$

所以,在一般情况下,力 F 对物体做功为

$$W = F \cdot S \cdot \cos\theta$$

这就是计算功的一般公式,也是功的定义式。

以上分析了在恒力 F 作用的条件下,功的定义式是如何建立的,我们要深入理解功这个概念的各个方面,就可以抓住这个定义式来进行分析。

1. 零功、正功和负功的意义。从功的定义式可知。当 $\theta = 90^\circ$ 时,即力的方向跟物体运动方向垂直时,由于 $\cos 90^\circ = 0$,所以 $W = 0$,说明力对物体不做功,即力对物体做零功。当 $0 \leq \theta < 90^\circ$ 时, $1 \geq \cos\theta > 0$,则 $W > 0$,说明力对物体做了正功。当 $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$, $-1 \leq \cos\theta < 0$,则 $W < 0$,说明力对物体做了负功。可见功有正负之分,但这个正、负并不表示方向,功是只有大小,没有方向的量,是一个标量。所谓外力对物体做负功,是表示外界物体不但没有对所研究的物体做功,所研究的物体反而对外界做功。因此,外力对物体做负功,有时也说物体克服外力做功。

2. 谈到功的时候必须明确是哪个力对所研究的物体做功。由于力是物体间的互相作用,所以也可以说是哪个物体对所研究的物体做功。如果物体受到几个力作用时,这几个力做的总功如何计算呢?由功的定义式可知,每个力中只有和位移方向共线的分力才对物体做功。如果每个力使物体发生的位移相同,则可将各力在与位移方向上共线的分力的合力求出后再乘以位移就得到其总功。与位移方向共线的分力的合力等于各分力的代数和。可见用求各力对物体做功的代数和,即求得各力对物体做的总功。由此,进一步证明功是一个标量。总功也叫做合功,常用 $\sum W$ 表示。

3. 在研究力对物体做功时,必须分析位移。在分析位移时,必须明确是谁的位移。如果研究对象是一个质点,则位移(S)就

是质点的位移。力对质点做的功等于力乘以质点在力方向上的位移。如果研究对象是一个在作平动的刚体,则由于刚体上的任何质点的运动情况完全相同,任何一个质点的运动都可以代表整个刚体的运动。因此,说位移是某一个质点的位移,或是刚体的位移,都是可以的。如果研究对象如图 1.1 所示的弹簧 AB ,用力 F 拉 B 端时,弹簧上各部分的位移是不同的。 B 点的位移最大, A 点的位移为零。计算 F 力做功取哪点的位移呢?很明显应当取受力点的位移。因此,关于功的定义,确切地说应当是:力对物体做功等于力乘以受力点在力的方向上的位移。

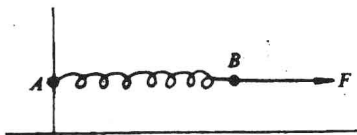


图 1.1

4. 还必须明确位移的大小与参照物的选择有关。因此,功的大小也与参照物的选择有关。通常规定,如果不明确说明谁作为参照物,那就是相对地球而言的。

如图 1.1 所示的弹簧 AB ,当它在外力 F 的作用下发生形变,则 A 点受到墙的作用力 F_1 ,其方向向左,以地为参照物时, A 点位移为零,故 F_1 对 A 不做功。如果以一个匀速向右作直线运动的汽车做为参照物,则 A 端相对汽车的位移就不为零了。这时 F_1 对 A 端做的功就不为零。

5. 必须明确 $W = F \cdot S \cdot \cos\theta$ 这个功的定义或只适用于力为恒力,位移为物体作直线运动的位移这种情况。就是说功的这个定义式是在这种情况下建立起来的。

这个恒力功的定义式能否用来计算,如图 1.2 所示的情况呢?即一个大小不变的力 F ,推动一个物体(质点)沿半径为 R 的圆轨道移动,从 P 点出发又回到 P 点。不少开始学习功的同学,往往认为力的大小始终为 F ,物体从 P 点出发又回到 P 点,位

移是零,所以力对物体做功为零。这显然是错误的,这是不分析条件变化而死套公式的结果。因为 F 的方向在不断变化而不再是恒力了,而且运动的轨迹又是曲线,所以这是属于变力做功问题。应该说不管变力功还是恒力功,功的概念的内涵必须是一致的。这里关键是采取正确的方法,如何将“变”转化为“不变”,将“曲”转化为“直”。如果我们采取无限分割的办法,将曲线无限分割为无限多的小段组成,则每一小段的位移就可视为直线运动的位移,每一小段位移里的力就可以视为恒力。这样每一小段位移里力做的功,就可以用恒力功的定义式来计算,然后将每小段里所做的功相加起来,就是所求的变力功。这种无限分割再相加的方法,将是我们处理变量问题的重要方法。

图 1.2 所示的问题中,力 F 对物体做的功可以根据上述方法计算,将整个圆周分割成许多的小段 $\Delta L_1, \Delta L_2, \Delta L_3, \dots$, 于是力 F , 对物体做的功 $W = F \cdot \Delta L_1 + F \cdot \Delta L_2 + \dots = F \cdot \sum \Delta L = F \cdot 2\pi R$ 。

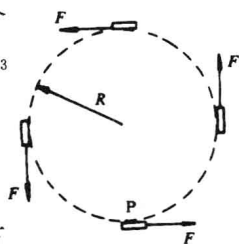


图 1.2

以上我们抓住了功的定义式,从五个方面对功的概念作了分析,使我们对功的概念就有了比较全面而正确的理解。

总之,抓住了物理概念的定义或定义式,我们就能抓住物理概念的本质,就能比较正确地理解概念。因此,从物理概念的定义或定义式的分析中来理解概念是一个学好物理的最基本的方法。

(二)从各个物理量之间的关系来理解

我们知道物理概念的量化形成了物理量,而各个有关联的物理量之间的定量关系就形成物理定律、物理定理或原理。从物理量的定义式出发可以正确理解物理概念;如果进一步从概念之间关联上来理解概念,就可以使理解深化。

例如,我们通过对功的定义式 $W = F \cdot S \cdot \cos\theta$ 的分析,理解了零功、正功和负功的意义,正确了解了定义式中的力(F)和位移(S)的意义,并进一步了解了几个力同时作用物体时的总功计算方法,以及如何处理变力功的问题。应该说这几个方面的知识,使我们对功的概念的丰富内涵有了较为全面的理解。细细思考起来,这几方面的知识,只是解决了什么叫功,以及如何计算功的数值的方法。还不能使我们深刻理解功的物理意义是什么,只有研究了功与有关概念的互相关系,才能揭示出功的深刻的物理意义。功表示物体在做机械运动中,即在一段位移(空间)里,不断有力的作用,所以功是描述力对空间积累作用的物理量,力不断地对物体作用,物体就不断地改变其运动状态。所以,力对物体做功,使物体运动状态改变,如果力不对物体做功或几个力对物体做的总功为零,物体的运动状态就不改变,由此可见,功是物体运动状态改变的一种量度。既然力对物体做功的效果,是改变物体的运动状态,那么,必然存在着描述物体运动状态的物理量,而且该量的改变是由力对物体做的功来决定的。下面我们来讨论这个物理量。

如图 1.3 所示,设质量为 m 的物体,在恒力 F 的作用下,在光滑水平桌面上移动了一段距离 S 后,速度由 v_1 增大到 v_2 。物