

ZHONGXUE
WULI
JIAOXUE
YANJIU

● 南冲 著

中学物理教学研究

海潮出版社

号 1521 字登商(京)

中学物理教学研究

南 冲 著



北京·海潮出版社

元 00.05. 份 50

[55]徐玖平,《考试学》,成都科教大...

(京)新登字 127 号

内 容 简 介

全书从现代教育的功能出发,以我国丰富的物理教学实践为依托,结合作者对学生“心理发展、个性发展、思维发展、智能发展”的实验,重点探讨了“概念教学,规律教学,实验教学,习题教学,复习教学,教学评价,智力、能力及非智力因素的培养”等七个方面的问题。

中学物理教学研究

南 冲 著

☆

海潮出版社出版

(北京西三环中路 19 号)

江苏省新华书店发行

850×1168 毫米 32 开本 12.625 印张 280 千字

1993 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

2001 年 12 月第 2 次印刷

书号 ISBN7-80054-534-2/G·92

定价:20.00 元

目 录

第一章 概念教学研究	(1)
一、物理概念的分类问题	(2)
二、物理概念教学的三个阶段	(4)
三、物理概念教学的基本规律	(9)
四、物理概念教学中的几个问题	(27)
五、物理概念教学举例	(37)
第二章 规律教学研究	(54)
一、物理规律概述	(55)
二、物理规律的知识结构特点	(63)
三、物理规律的表达方式	(72)
四、物理规律教学的一般规律	(79)
五、物理规律的教法研究	(98)
第三章 实验教学研究	(103)
一、实验教学概述	(103)
二、物理演示实验	(111)
三、物理学生实验	(124)
四、物理实验教学的一般规律	(135)
第四章 习题教学研究	(145)
一、习题教学概述	(146)
二、物理习题教学的组织	(163)
三、物理习题教学的优化问题	(182)
第五章 复习教学研究	(191)

一、物理复习教学概述	(192)
二、物理复习教学的方法	(205)
三、怎样上好物理总复习课	(224)
第六章 教学评价研究	(242)
一、常用的教育统计知识	(242)
二、对物理教师的评价	(252)
三、一堂物理课的评价	(263)
第七章 智力、能力及非智力因素培养的研究	(269)
一、观察力的培养	(270)
二、注意力的培养	(279)
三、记忆力的培养	(287)
四、思维力的培养	(292)
五、想象力的培养	(299)
六、自学能力的培养	(303)
七、运用教学解决物理问题的能力的培养	(310)
八、创造能力的培养	(315)
九、非智力因素的培养	(322)
附录 1 动量教材分析和教法处理	(339)
附录 2 相对论讲座提纲	(350)
主要参考文献	(398)

第一章

概念教学研究

从哲学上讲,概念是人脑反映客观现实的高级形式。毛泽东同志在《实践论》中指出:“概念这种东西已经不是事物的现象,不是事物的各个片面,不是它们的外部联系,而是抓着了事物的本质,事物的全体,事物的内部联系了。”

在心理学上,把客观事物的本质特征在人脑中的反映叫做概念。概念是反映事物本质特征的一种基本的思维形式。

物理概念是客观事物的物理本质属性在人们头脑中的反映,是物理事实的抽象。它不仅是物理基础理论知识的一个重要组成部分,而且也是构成物理定律和物理公式的理论基础。概念不清就不可能真正掌握物理基础知识,当然更谈不上运用基础知识去解决实际问题了。

在物理教学实践中,学生普遍感到物理难学,流传着“数学难,化学繁,物理不用谈”之类的话。形成这一局面的根本原因,就在于物理概念没有掌握好。1979年李政道博士在北京讲学时,曾经反复强调:“学习中一定要把基本的概念搞清、记牢。”他说:“最重要的东西往往都是最简单的。”因此,在物理教学中,教师教好概念,学生学好概念,是搞好物理教学、大面积地提高物理教学质量的关键。

一、物理概念的分类问题

物理概念教学的研究,首先涉及到的是物理概念的分类问题。分类方法也有几种。这里就物理概念的作用、表达方式、难易程度和抽象程度等特点的不同,把物理概念分为下面四种类型。

(一)描述物体运动状态和物质形态的概念

在物理学中有不少概念是用来描述或区分物体的不同运动状态和物质形态的。如在运动学中描述物体不同运动状态的概念有直线运动、抛体运动、圆周运动、振动、波动、匀速运动和变速运动等。描述物质形态及其变化的概念有固体、液体、气体以及膨胀、收缩、熔化、凝固、汽化、液化、升华、凝华等。光学中光的反射、折射,光的干涉、衍射、偏振等也都属于这一类概念。

这类物理概念可以概括地描述物体不同运动形式和物质不同形态的一般特点,能够帮助学生认识物体的不同运动形式和物质的不同形态,并进而区分它们。这样便于进一步对物体运动的特点和规律以及物质形态变化的特点和规律进行分类研究。一般说来,这类物理概念都是用比较严格的定义来表达的。

(二)描述物体或物质的运动变化量的概念

物理学中有许多概念是为定量分析而产生的。例如速度、加速度、角速度、功率、势能、动能、动量、周期、频率、波长等,

还有热学中的比热、熔化热、汽化热等以及电学中的电流强度、电场强度、磁通量、磁感应强度、电势差、电容、电阻率等等。

这类概念的主要作用是帮助学生理解物质运动的定量关系，亦即物理量之间的数量关系。一般地说，这类概念除了可用文字表述外，还可以用相应的公式来表示。

(三)描述物体(或物质)的时空特性和本质属性的概念

在物理学中有一些最基本的概念，如时间、空间、运动、静止、力、能、热量、温度、电、电场、磁场、光等等。这些人类在长期的生产劳动和科学实验中高度概括和总结出来的概念，内涵极为丰富，但抽象难懂，致使学生在对它们的理解和掌握上比较困难。因此，对这些含义深刻的概念，只能是不同水平或不同程度的理解，要想给这些概念下一个完整而确切的定义很不容易，比如什么是电？什么是电场？什么是磁场？光是什么？等等。

(四)描述物理理想模型的概念

物理学和其他科学理论一样，都是科学的抽象。在科学抽象过程中，为了更好地抓住事物的本质，便于对物理现象的分析研究和深层次的理解，往往根据实验、观察的材料，把复杂、具体的事物用简单抽象的模型来代替。即突出主要矛盾，舍掉次要因素，使复杂问题简单化、抽象问题具体化。物理学上有不少理想模型，与此相应地就有一些比较抽象的概念。如质点、电荷、合力、分力、弹性碰撞、理想气体、电场线、磁感线、等势面、夸克、层子等等。这类概念中，有些是通过定量分析的理

想化设想得来的，它们实际上并不存在，如弹性碰撞和理想气体。有些是根据物理现象的实际效果人为地想象出来的，如质点、合力、分力、电场线、磁感线、等势面、层子等等。它们只是根据物理现象的实际效果加以想象或形象性的描绘，而概念本身所描述的情况在实际中是看不见摸不着的。

二、物理概念教学的三个阶段

物理概念教学，必须遵循逻辑学的形成概念的客观规律，先要让学生了解概念的内涵，再由概念的内涵到概念的外延，再发展到与之有关的其它概念的联系。一句话，就是说概念教学一般要经过“认识、完善、扩展”三个阶段。

(一)要了解物理概念的内涵

先说一下物理属性。

事物的物理性质与关系，叫做事物的物理属性。在物理属性中，有的是特有属性，有的是偶有属性。在特有的物理属性中，有的是本质属性，也就是有决定性的特有属性；而有的是固有属性，亦即派生出来的特有属性。

例如等势面的特有物理属性是：等势面上各点电势相等，在同一等势面上任何两点间移动电荷时电场力不做功，等势面跟电场线垂直，等等。这其中“各点电势相等”是本质属性，其它则是派生出来的属性，即固有属性。至于“不同的等势面形状不同、电势高低不同”则应为偶有属性了。

在物理学中，我们研究的事物总是有物理属性的，而属性又总是事物的属性。因此，物理概念在反映事物所特有的物理

属性的同时,也反映了具有这些特有物理属性的事物。所谓物理概念的内涵,就是物理概念所反映的事物的特有物理属性。所以,让学生掌握概念时,不论举例或演示,都要把研究对象所特有的物理属性,通过分析比较,反映到学生头脑中去,这样才可以使学生在清晰正确的观念的基础上形成科学概念。

为了居高临下,教师在钻研教材的过程中,要弄清某一概念如果是从揭示内涵下定义的,则到底揭示了它哪几条内涵?为什么这几条内涵就可划清此概念同其它关联概念的界限?

弄清了这一问题,就能抓住定义句中的关键字、词、词组,就容易分析出学生在表达概念的定义中易犯的毛病,就能使学生能用不同的语言正确叙述概念的定义,就能在举例中有目的地揭示该概念的其它内涵。

如“力”的定义“力是物体对物体的作用”,它揭示了力的两条内涵:

(1)力是物体间的相互作用;

(2)必须有两个物体才能谈得上相互作用。

然而力的内涵是多方面的,如力的作用效果、产生条件等,都是力的内涵。但后面这些内涵都是进一步说明“作用”的,所以定义中尽管不提,仍能划清力与其它有关概念的界限。这样一来,在教学中只要抓住“作用”这个关键词,根据学生的生活实际,充分举例就行了。举例分为物体直接接触时发生的作用和不直接接触时发生的作用两种,这就为讲力的三种基本形式——重力、弹力、摩擦力作了铺垫,并为以后弄清力的外延打下了基础。

还应指出:定义句中的“物体”是施力物体,“对物体”中的“物体”是受力物体。教者有意在举例中颠倒施力物体和受力

物体,可以从侧面使学生意识到“力是成对出现的”。这样,对于实际的力,学生便能用“谁给谁一个力”或“谁受一个力”两种方法来表述了。

再如“压力”的定义是:“垂直作用在物体表面上的力叫压力。”这句简明扼要的话,却揭示了压力的全部内涵:

- (1)是力;
- (2)是两物体直接接触时发生的;
- (3)作用点在物体表面上;
- (4)方向与物体表面垂直。

对“压力”这样的概念,除抓住四条内涵外,还应考虑在“垂直”后面添加“向下”行不行?为避免学生常把“重力”和“压力”混为一谈,应多举一些方向不向下的实例。

(二)要了解物理概念的外延

所谓物理概念的外延,是指物理概念的适用范围,或指具有相同特有物理属性的事物的全体,是概念的量。

例如“导体”这个概念,内涵是反映电导率高这一特有的物理属性,即“容易导电”。外延则是具有这一属性的事物,即一切容易导电的物体,如银、铜、汞、电解质的水溶液等等。又如“电流”这个概念,内涵是反映电荷的定向移动这一特有物理属性,外延则是电子的定向移动、各种正负离子的定向移动等。再如惯性概念的内涵是“保持匀速直线运动”或“保持静止状态”,外延是指“一切物体”。

在教学中,如果只使学生了解物理概念的内涵,则学生往往觉得过于原则和抽象。即使从字面上理解了,也总有不可捉摸之感。反之,若学生只了解物理概念的外延,记住了不少事

例,却又难以抓住实质。所以,当学生初步了解概念的内涵后,就必须引导学生了解它的外延。

如“速度”是表征物体运动快慢程度和方向的物理概念,也是一个物理量。就应由此引伸,使学生了解不论物体做何种形式的运动,也不论物体在运动过程中遇到何种情况,只要是想描述它在经过任一点或任一时刻的运动快慢程度和方向,就都得用“速度”这个概念。这样也就加深了对概念的理解。

在一定的条件下,确定的内涵对应于确定的外延。在它们相互制约的关系中,若概念 A 的内涵比概念 B 的内涵多,则 A 的外延就比 B 的外延少。

例如“变速运动”、“变速直线运动”、“匀变速直线运动”三个概念中,内涵后者比前者多,外延则是后者比前者少。就内涵而论,“变速运动”仅指速度变化,而怎样变化则没有限制;“变速直线运动”多了沿“直线”运动这一条,而速率怎样变化不加限制;“匀变速直线运动”又多了速率“匀变”这一条。就外延而论,“匀变速直线运动”的外延仅是“变速直线运动”外延中的一部分,而“变速直线运动”的外延也仅是“变速运动”外延中的一部分。

再如,“凸透镜”比“透镜”的内涵多“中间厚、边缘薄”,凸透镜的外延就是各式各样的凸透镜,“透镜”的外延就是各式各样的透镜,“凸透镜”的外延比“透镜”的外延少,“透镜”的外延等于“凸透镜”和“凹透镜”的外延之和。

在实践上,常采用增多概念的内涵来减少概念的外延的方法,如在“电动机”概念基础上增加内涵“用直流电源供电”,则外延就减少,从而得到新的概念“直流电动机”。这种方法,通常叫做概念限制法。

如用减少概念内涵来达到增多概念的外延,就叫概念扩大法。如“重力势能”是地面上物体与地球之间因重力相互作用以及由它们间的相对位置决定的能。若取消内涵中的“重力相互作用”这条限制,保留内涵“由各物体的相对位置决定”,使处延增多,从而得到新的概念“势能”。

(三)要了解概念与有关概念之间的联系

大家知道,联系的观点是认识事物、研究事物的一个基本观点。因此,使学生了解不同概念之间的联系,就能加深和扩展对所学概念的认识。

如“电场强度”的概念,就是从研究电场中的电荷在不同的位置受到的力不同,在同一位置,电量不同力也不同。但在同一位置,电荷所受力与所带电量之比,都是一定的。也就是说,电场强度是从它与电场力、电荷之间的联系中形成的。这样就不会使学生认为 $E = \frac{F}{q}$, 当 $q \rightarrow 0$ 时, $E \rightarrow \infty$ 了。所以,只有了解物理概念与有关物理概念之间的联系,才可以避免概念的真实意义被数学符号所淹没。

对物理概念建立量的观念,在物理学中显得特别重要。从事物理实验的研究时就得十分重视对物理量的测量。物理学的每一公式、定律都建立在精确测定各有关物理概念的物理量的严格数量依存关系上,都必须占有大量精确测量这些有关物理量的依存关系的实验记录。当然,长度、质量、时间这三个物理量应除外,因为它们是为人为规定的,没有量度公式。

在物理教学中,一定要按逻辑发展程序,从定性分析到定量分析,即从它的内涵、外延、再到有关概念的联系去导出量

度公式。要牢记切不可单纯地停留在量度公式所表现的数学形式上,一定要立足于量度公式或函数图像中向学生揭示它与有关物理概念的真实依存关系和物理过程。1978年杨振宁在上海作报告时,曾就麦克斯韦用数学表达法拉第的场的概念时说:“因为数学公式本身不见得有意思,必须了解它的精神。而法拉第就是要保护这种精神。”但他仍然高度赞扬了麦克斯韦由于引入数学导致发现位移电流与光——电磁的统一理论。他说:“虽然用太多的数学式子当然是危险的,不过不能因为这些,而认为数学公式没有用处,走向另一极端。”杨振宁的这些话,更使我们认识到讲物理概念的量度公式时,要深刻揭示这一物理概念与有关物理概念之间的具体依存关系和深刻含义。

三、物理概念教学的基本规律

中学物理教学的任务,不仅要使学生掌握教学大纲所规定的物理知识和物理能力,而且要促使学生发展思维。

从系统论的结构观点以及心理学关于认知结构的思想出发,可以认为物理科学是一个由其元素为概念、规律、方法所组成的知识结构系统。皮亚杰认为,认识的发生是经过认知结构中的旧的图式转化为新的图式。“图式”(Scheme)指能够再现和概括的“运算”活动,是皮亚杰认知结构的元素。通过人的活动,人脑中不断建立新的图式和调整原有的图式,认识表现为许多图式的协同活动。随着图式的发展和系统化,便形成了由图式串联起来的认知结构。

由此可以认为,物理思维是一个以物理为内容的思维结

构系统,其元素是“物理信息块”。物理信息块是那些由物理知识按照独特的复杂的操作所形成的结构,其中还包含着意志、情感、气质、灵感等综合成分。物理信息块以至整个物理思维系统由于它的元素及组合方式而保持着独特的活动规律。

物理教师在教学过程中,最重要的活动就是分析物理知识结构形成过程中的物理思维活动,并且指导和调节控制学生的思维活动与之同步,最后逐步实现学生物理思维系统的转化或发展。为了在教学中发展学生的物理思维,应贯彻“学生为主体”的教学思想,让学生自己探索物理和思维的发展规律。在教学中要分析学生可能沿着什么思路发展自己的认识,有可能产生什么问题,等等。

(一)物理概念的引入——物理思维的启动

物理概念是物理科学的基石。物理概念教学,首先是认识概念引入的必要性,创设思维情境及对有关感性材料进行分析、抽象、概括。因此,在引入概念前,一定要使学生弄清为什么要提出这个概念?没有这个概念行不行?总之,要把教师的教学目的转化为学生的学习目的。

例如为什么要引入“加速度”这一概念?

从运动学角度看,如果知道物体的加速度,便可以知道物体速度和位置(位移)变化的规律,且用一定的公式表达出来。这样,当我们测得某一时刻的位置(位移)、速度后,便可计算出任意时刻的位置(位移)、速度来。可见,加速度是运动学中最主要的物理量。

从动力学角度来看,加速度跟力有直接的关系,是合外力的瞬时作用效果。如果测出合外力和物体质量,便可计算加速

度。而且知道了合外力的变化规律,也就知道了加速度的变化规律。动力学和运动学相联系,可以解决许多力学问题,而加速度就是联系二者的桥梁。

再如为什么要引入“动量”?

运动学中把“速度”作为描述物体运动状态的一种物理量。但速度只能描述物体运动的快慢和方向。在碰撞这一类问题中,人们所观察到的是碰撞前后物体的状态变化量,这种状态变化是由于碰撞时相互作用力持续一段时间的累积效果。如果把力和它的作用时间相乘,引出“冲量”概念。那么以相同的冲量加在质量不同的物体上产生的效果应该一样。在这里,“效果”是指所引起的物体机械运动状态的改变量。然而,如果仍用速度描述物体的机械运动状态,就会出现力的时间累积效果的差异——物体速度变化量并不相同。若改用“动量”(物体的质量和速度的乘积)来描述状态,则相同冲量总引起相同效果。所以,动力学中把“动量”当作物体机械运动的一种量度。

引入概念,要明确地提出所要研究的问题。因为人的思维活动总是为解决某一问题开始的。当人们面临着不了解的问题,而这些问题对于人们又是有意义的时候,人们便想了解它,产生了了解问题的愿望,与此同时,人们的思维活动也就开始了。

引入概念的常用方法有下面几种。

1. 联系学生的生活实际和生产实际的具体事例,即从观察到的物理现象引入

如介绍“离心现象”一节时,可提出这样的问题:一杂技演员用绳子拴住内有金鱼和水的玻璃缸,手抓住绳子使缸在竖

直平面内作圆周运动,为什么在最高点时水和鱼不从缸中落下?这时玻璃缸至少用多大的角速度时,才能完成上述表演?

讲共振时,可采用“鬼屋探秘”的报道(见1986年《羊城晚报》)来引入。该报称,一向平静的深圳市殡仪馆五层宿舍大楼近来常常无端出现莫名其妙的振动。有人说是地震,但附近居民却无感觉。也有人说他们做了对不起死人的事,现在该鬼神来报应了。听了此言,许多人都逃离该楼。后来经物理工作者的研究揭开了谜底:原来是附近一家新建工厂的机械振动引起的共振现象。风波才逐渐得以平息。这一例子有根有据,新鲜有趣,学生一下子兴奋起来,共振是怎么回事?为什么工厂能使得这一幢楼震动起来?

毫无疑问,这样引入概念,能强烈地吸引学生去追求答案,激发他们积极思维,学生感到亲切而自然。用这种方法常可以使一些平时对物理没有兴趣的学生,也抱着很大的热情参加对问题的讨论。

2. 通过演示实验引入

任何物理概念都是建筑在客观事实的基础上的。进行概念教学时,必须遵循“从生动的直观到抽象的思维”这一认识事物的规律,从引入概念开始,就要注意到这一点。

如引入“大气压”概念,可先做一个演示实验,将酒精浸湿棉花,点燃后放在广口玻璃瓶内,燃烧片刻,使瓶中气体稀薄,然后将一只熟鸡蛋(剥去外壳)置于较蛋稍小的瓶口,随后看见鸡蛋掉到瓶内,由此引入“大气压”概念。

又如力矩平衡概念的建立,可取一根一头粗一头细的小木棒,用一细绳系在棒上某点悬挂起来,使木棒恰好平衡。从悬点处锯断木棒,提问学生那端重一些?不少学生都不加思索