

822924

物理知识的 特征和规律

33

0043; 3

成都科学技术大学图书馆

基本藏书

辛培之 编著

科学出版社

822924

32

31
0043.3

11.14.23.23

物理知识的特征和规律

辛培之 编著

科学出版社

1987

内 容 简 介

本书主要结合初、高中物理课本对物理学基础知识的特征和规律进行了全面讨论,从对教材的具体分析入手,展开教学法研究。

本书主要为中学物理教师而作,也可供高等师范院校物理系(科)学生阅读和自学读者参考。

物理知识的特征和规律

辛培之 编著

责任编辑 姜淑华

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1987 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1987 年 8 月第一次印刷 印张: 12 3/4

印数: 0001—9,100 字数: 285,000

统一书号: 13031·3616

本社书号: 4884·13—3

定价: 2.40 元

前 言

世间一切事物都是有规律的，学习物理知识也有规律可循。物理学描述的是客观世界的物理规律，而研究和表述这些物理规律的方式方法也有共同之处，这就使得物理知识具有某些特征和规律。物理教师进行教学工作时，应注意引导学生掌握物理知识的特征和规律，这样，学习时就能缩短理解知识的过程，收到事半功倍之效。

本书第一编对物理基础理论知识的特征和规律进行一般性的讨论，第二编结合中学物理教学大纲和课本内容，将前面的一般性讨论具体化，使读者能切实理解和掌握，从而提高物理教学质量。

培养学生的能力问题现在受到重视，在诸多能力中，运用“由特殊到一般”，“由一般到特殊”的辩证唯物主义方法去认识和研究问题的能力是很重要的。这种能力的培养对学生未来的发展有深远的影响，也有助于培养辩证唯物主义世界观。本书提倡的教学法，对此有促进作用。

本书第一编的内容曾摘要发表过，这次出版更具体地结合了教学大纲和课本，同时在一些重要问题上有所补充。

第二编的内容是比较概括的，主要侧重两点，一是理解知识，在理解过程中发展思维能力，二是掌握规律。

本书主要供中学物理教师参考，也可供高等师范院校物理系(科)学生阅读。编写时我们还注意到使自学读者也能使用本书，以期直接奏效。

编写本书时，参考了现行教学大纲和教科书，力图协调一

7A. 17/10

• • •

致,但并不局限于此。这既考虑到本书的读者对象,也注意到教学大纲和教材的不时变动。

我们正在开展“有序启动式教学法教改实验”,现已有四十个地区、市县建试验点,约二百所中学试验,分布在二十个省、自治区、直辖市,并且试验点有进一步扩大的趋势。本书是“有序启动式教学法教改实验”的指导书之一。

编写过程中,承一些同志提出许多有益的意见,赵光石同志提供部分资料并参与书稿整理工作,谨此致谢。

本书在若干问题上提出了一些见解,限于作者水平,错误或不当之处在所难免,敬希批评指正。

作者

绪 论

当前,我国中学物理教学法界的教师和研究人员都在为提高中学物理教学质量而努力工作,近年来已取得了很大的成绩。邓小平同志提出“教育要面向现代化、面向世界、面向未来”,因而结合我国的中学教学实际,积极进行教学改革乃是当务之急。要彻底改变只顾眼前局部利益片面追求升学率的错误做法。

中学物理教学法研究涉及的面很广,用现代化教学手段改革传统教学已历史地处于教学法研究的重要地位,必须加速进行。多数中学目前应搞好实验教学研究、基础理论知识教学和习题教学研究。这三者有密切联系且不可分割,它们相辅相成,需同时协调配合进行,方能奏效。它们间的关系也是有层次的:实验教学是基础,在加强实验教学的基础上加强基础理论知识教学,并辅之以适当的解题训练。

实验教学研究和习题教学研究另行专门阐述,本书仅讨论基础理论知识教学研究。

掌握规律是人们研究事物的重要方法。物理教学要培养学生的自学能力,就必须引导他们掌握物理知识的特征和规律,而掌握规律必须建立在对基础知识理解的基础上。

按物质运动的形式分类,物理学可分为力学、热学和分子物理学、电磁学、光学、原子物理等学科。其中不论哪一部分又都包含如下内容:物理实验、物理概念、物理规律、物理习题、科学和生产技术的物理原理。物理概念和物理规律构成中学物理基础理论知识。为了便于讨论中学物理基础理论知识的

特征和规律，我们把它展开为如下五项：物理概念（物理量）、物理定律（定理）、物理公式、比例常数和物理常数、物理单位。原理一词的用法，各书不尽相同，表示客观规律的原理，可并入定律；定则也同此。

这五项内容之间虽互有交叉，但每项内容都各有自己显著的特征和规律。分开来谈，能对每项内容的特征和规律获得较全面的理解。例如，物理量、物理定律和定理虽然都有自己的公式，但要概括物理公式的特征和规律（如公式变形问题），还是把它作为一项知识内容来谈，可以讲得全面些。又如，比例常数一般是在定律公式中出现的，但它又与单位问题有关，必须单独来谈才能讲得条理清楚，不致混杂。再如，单位是隶属于物理量的，但单位制问题，导出单位的定义方程式，则远非物理量所能囊括，有必要专门就单位问题进行阐述。

这五项知识内容的每一项，都有自己特有的含义，按照依物质运动形式分类的体系讲授物理知识时，应该有意地将五项内容各自的特征渗透到有关的具体内容中去，力求达到一定的质量要求。

关于物理概念（指基本概念）应搞清楚：1. 此概念反映哪种客体（物质、物体、物理过程、物理事实、物理现象）的什么性质或特征；2. 定义是什么，为什么这样定义；3. 为要全面理解和掌握此概念还需要搞清哪些问题。

关于物理量应搞清楚：1. （与物理概念的要求1相同）；2. 定义及定义公式是怎样的，为什么这样定义，怎样叙述此定义公式的物理意义；3. 矢量还是标量，若为矢量，方向是怎样规定的；4. 单位是什么，怎样规定的；5. 决定这个物理量大小的条件是什么，如有公式，此公式与定义公式的区别和联系如何。当然，并非每个物理量都要弄清这五个问题，但多数

应如此。

关于物理定律和定理应搞清楚: 1. 反映什么规律; 2. 定律(定理)公式的物理意义是什么, 怎样理解各物理量间的变化依赖关系; 3. 应用时应注意哪些问题; 4. 应用时都有哪些类型。

关于物理公式应搞清楚: 1. 公式的类型; 2. 公式的物理意义; 3. 应用时应注意哪些问题; 4. 能有哪些变形和物理量的等效变换, 变形和变换后公式意义的分析。

关于比例常数和物理常数应搞清楚: 1. 比例常数的意义; 2. 比例常数的值由什么决定, 各公式显现和不显现比例常数的原因; 3. 物理常数的含义, 能识别物理常数。

关于物理单位应搞清楚: 1. 单位的意义, 物理单位和物理量的联系和区别; 2. 单位制的概念, 导出单位的定义方程式的意义, 规定导出单位的方法和规律; 3. 每一个导出单位为什么要那样规定。

有了明确的知识质量要求, 教师就可以及时掌握学生的知识质量情况, 存在问题能够及时解决, 避免到考试时才发现问题, 由于问题成堆或为时太晚而不能彻底解决, 影响教学质量。

本书第二编内容是将第一编的一般性讨论具体化, 具体化的内容当然互不相同, 但具体化的方式却是相同的。对于自学读者来说, 这样做就显得更有必要。

结合物理知识特征和规律的讨论, 我们也谈到教学方法, 只侧重谈如何引导学生理解和掌握这些特征和规律, 并未涉及具体的教学手段和方法, 这应由教师来选择和创造。但是, 我们认为, 第一, 根据我国的技术条件, 目前宜多采用幻灯、投影机、教学电影等电化教学手段; 第二, 变注入式为启发式, 教学以学生为主体, 坚决改变单纯教师讲学生听的教学方式, 引

导学生动手、动脑、动口,参与讨论,活跃思维,鼓励自学,而掌握规律则为自学奠定了基础;第三,理论联系实际是我国物理教学的优良传统,也是提高物理教学质量的重要方面,应继续发扬光大;第四,物理教学要以实验为基础,充分发挥每个实验在教学法方面的作用。

目 录

绪论	ix
----	----

第一编 物理知识特征和规律的一般性讨论

第一章 物理概念 物理量	1
§ 1.1 概念	1
§ 1.2 物理概念	3
§ 1.3 物理量	5
§ 1.4 教学法问题	17
第二章 物理定律 定理	35
§ 2.1 物理定律	35
§ 2.2 物理定理	41
§ 2.3 教学法问题	42
第三章 物理公式	54
§ 3.1 物理公式的类型及其意义	54
§ 3.2 物理公式的变形	58
§ 3.3 物理公式中物理量的等效变换	61
§ 3.4 教学法问题	62
第四章 比例常数和物理常数	67
§ 4.1 比例常数的意义	67
§ 4.2 比例常数的数值	68
§ 4.3 教学法问题	73
§ 4.4 物理常数	75
第五章 物理单位	78
§ 5.1 单位的意义	79
§ 5.2 单位制的一般概念	80

§ 5.3	量纲的概念	88
§ 5.4	国际单位制	90
§ 5.5	教学法问题	105

第二编 物理知识特征和规律的具体分析

第六章	初中物理内容简析	109
§ 6.1	时间	109
§ 6.2	长度	110
§ 6.3	质量	111
§ 6.4	密度	111
§ 6.5	压强	120
§ 6.6	帕斯卡定律	126
§ 6.7	阿基米德定律	127
§ 6.8	简单机械	134
§ 6.9	热量	140
第七章	力 物体的平衡	155
§ 7.1	力	155
§ 7.2	牛顿第三定律	167
§ 7.3	物体受力情况分析	167
§ 7.4	力的合成与分解	173
§ 7.5	物体的平衡	181
第八章	直线运动	189
§ 8.1	质点 位移与路程	189
§ 8.2	匀速直线运动 速度	191
§ 8.3	变速直线运动	194
§ 8.4	匀变速运动的规律	200
第九章	运动定律	221
§ 9.1	牛顿第一定律	221
§ 9.2	牛顿第二定律	221
第十章	圆周运动 万有引力	226
§ 10.1	匀速圆周运动	226

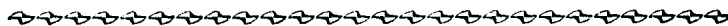
§ 10.2	万有引力定律·····	233
第十一章	机械能·····	237
§ 11.1	功·····	237
§ 11.2	功率·····	239
§ 11.3	动能 动能定理·····	240
§ 11.4	势能·····	243
§ 11.5	机械能守恒定律·····	247
§ 11.6	功和能·····	247
第十二章	动量·····	249
§ 12.1	冲量和动量·····	249
§ 12.2	动量定理·····	252
§ 12.3	动量守恒定律·····	256
第十三章	机械振动和机械波·····	259
§ 13.1	振幅 频率 周期·····	259
§ 13.2	简谐振动·····	261
§ 13.3	单摆·····	270
§ 13.4	机械波·····	271
§ 13.5	波的干涉·····	277
§ 13.6	波的衍射·····	277
第十四章	气态方程·····	279
§ 14.1	气体的状态参量·····	279
§ 14.2	玻意耳-马略特定律·····	280
§ 14.3	盖·吕萨克定律·····	281
§ 14.4	查理定律·····	283
§ 14.5	理想气体的状态方程·····	285
第十五章	内能 能的转换和守恒定律·····	288
§ 15.1	内能·····	288
§ 15.2	热力学第一定律 能的转换和守恒定律·····	288
第十六章	电场·····	291
§ 16.1	库仑定律 介电常数·····	291
§ 16.2	电场强度·····	295

§ 16.3	电势	296
§ 16.4	电容器的电容	307
§ 16.5	同一定律、定理表达式不同的原因分析	312
第十七章	稳恒电流	314
§ 17.1	电流强度	314
§ 17.2	欧姆定律	314
§ 17.3	电功和电功率	318
§ 17.4	串联电路	322
§ 17.5	并联电路	324
§ 17.6	闭合电路的欧姆定律	326
第十八章	磁场	330
§ 18.1	磁感应强度	330
§ 18.2	磁通量	333
§ 18.3	磁场对电流的作用力	335
§ 18.4	磁场对运动电荷的作用力	336
第十九章	电磁感应	338
§ 19.1	楞次定律	338
§ 19.2	法拉第电磁感应定律	339
§ 19.3	自感	343
第二十章	交流电	348
§ 20.1	交流电的规律及其描述	348
§ 20.2	电感电路	356
§ 20.3	电容电路	358
§ 20.4	交流电的功率	359
§ 20.5	变压器的工作原理	363
第二十一章	电磁振荡和电磁波电子技术基础	365
第二十二章	光的反射和折射	366
§ 22.1	光的反射定律	366
§ 22.2	光的折射规律	367
第二十三章	球面镜成像	375
§ 23.1	凹镜成像的规律	375

§ 23.2 凸镜成像的规律.....	376
第二十四章 透镜成像	377
§ 24.1 凸透镜成像的规律.....	377
§ 24.2 凹透镜成像的规律.....	380
§ 24.3 光学仪器原理.....	381
第二十五章 光的本性	384
§ 25.1 光的色散.....	384
§ 25.2 光的干涉.....	384
§ 25.3 光电效应.....	386
§ 25.4 物质波.....	387
第二十六章 原子物理	389

第 一 编

物理知识特征和规律的一般性讨论



第一章 物理概念 物理量

物理概念不仅本身是基础知识的重要组成部分，而且也是构成物理定律、物理公式和其他物理理论知识的基础。如果概念不清就不可能真正掌握基础理论知识，更谈不上运用理论知识去解决实际问题。因此，讲授和学习物理知识首先要搞清物理概念。我们了解到，许多有经验的物理教师都是把讲清物理概念当作首要的课题，因而教学取得成功，教学质量较高。为此教师自己首先要把有关物理概念的问题弄得一清二楚。

为了要说明什么是物理概念，什么是物理量，怎样理解和运用它们，就得先从一般的概念谈起。

§ 1.1 概 念

什么是概念？逻辑学认为概念是思维形式的一种，是人们进行正确思维必不可少的基本要素；概念的性质，即它是理性认识，反映了客观事物的本质属性（构成这一事物的根本特征，这一事物所以区别于他种事物的根本标志），又是马克思主义哲学给予肯定的。

人生活在社会里就要参与社会实践活动，接触到各种事

物,它们必然在人的头脑中引起反映,并且在我们离开那些具体事物以后,通过回忆和想象,这些反映仍然能在我们头脑中浮现出来。是感性认识阶段。

感性认识是认识的初级阶段,人们这时看到的大多是事物的某些片面、表面现象和事物间的外部联系。感性认识一般地不能全面认识事物,不能深刻地反映事物的本质。

在感性认识的基础上,运用逻辑思维方法,即比较、分析与综合、抽象与概括的方法,把事物本质的、主流的、共同的东西概括起来就形成概念。这里,比较的方法可以区分这一事物和另一事物的相同点和不同点。分析是在头脑里把对象的各个部分(或属性)分别地加以观察研究,而综合则是在分析的基础上,把对象各个部分的状况联系起来,加以统一,从而得到关于整个事物的知识。抽象是从事物许多属性中抽出本质属性,而概括则是把个别事物的本质属性推及为同类一般事物的共同本质属性。

形成概念,我们也就从根本上认识了事物,认识过程从感性认识阶段跃进到理性认识阶段。“这已不是事物的各个片面的外部的联系,而是事物的本质的、全体的、内部的联系了。”

可见,概念是在实践中形成的,是客观事物的本质在人们思想中的反映,是一种理性认识。

概念所反映的事物的本质属性,可以通过给概念下定义的方法来表明,并且用文字或者语言把它标志出来,借以交流和传播。这时概念就成为一种知识。中学物理教学中讲授概念,就是讲授前人通过实践经过思维而总结出来的知识。当然,在讲授概念知识的过程中,如果可能,引导学生适当重复前人的认识过程,将十分有助于学生对概念知识的理解和掌握。

概念的定义都尽可能简短，简短到不会妨碍定义应有的完整。定义都是准确清楚的。定义把对象(环绕着我们的现实界的那些事物、现象)的最主要之点加以概括，使我们在一两句简短的话里，掌握该对象具有一定限度的基本知识，从而较容易地认识其根本特征，区分对象与对象之间的不同。但是，定义仅局限于反映最主要的东西，它远不能把对象的全部知识包括无遗。事实上，每一对象有许多特征，要想在定义里指出对象所有的特征是不可能的。定义只能包含一些划清这一概念与其它概念的界限的重要特征。由此可见，在我们掌握和运用概念过程中，定义固然有重要的作用，但把它的作用过分夸大，则是不恰当的。恩格斯说：“在科学上，一切定义都只有微小的价值。”(《反杜林论》人民出版社 1970 年版 80 页)

§ 1.2 物 理 概 念

一般的概念所反映的对象可以是社会的、生产的、政治的客体和现象，也可以是有生命的、无生命的客体和现象。其中反映自然界客体和物理现象本质状况的概念，叫做物理概念。因此，前面讲的什么是概念，概念是怎样形成的，怎样认识和运用概念的定义诸问题，也适用于物理概念。例如，物理概念也是在实践中形成的，不过，这种实践还包括在实验室里，在特定的条件下使一些物理现象重演，也就是说还有物理实验这种实践，而且对物理概念的形成来说，这是主要的实践，我们从“物理学是以实验为基础的科学”这句话里就可以体会到这一点。

例如，我们在实践中观察到：人在地上走，汽车在马路上行驶，船在水中前进，飞机在空中航行，工厂中的各种机床在动作；在实验室里，木块沿斜面滑下，动滑轮在空间上下移动。