

宋善炎  
编著

# 物理教学论

◆湖南师范大学出版社



# 物理教学论

宋善炎

编著

物理教学论

宋善炎 著

物理教学论

物理教学论

物理教学论

宋善炎 著

湖南师范大学出版社

湖南师范大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

物理教学论 / 宋善炎编著. — 长沙: 湖南师范大学出版社, 2002.6

ISBN 7—81081—191—6/G·135

I. 物... II. 宋... III. 物理课—教学研究—中学  
IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 042575 号

## 物理教学论

宋善炎 编著

责任编辑: 鸿 男

湖南师范大学出版社出版发行

(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店经销 核工业中南 230 所印刷厂印刷

850×1168 32 开 8 印张 194 千字

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1—3200 册

ISBN7—81081—191—6/G·135

定价: 12.00 元

## 前 言

目前,国内外学者在物理教学论研究方面已取得了很多研究成果,这对促进物理教学论这一学科的建立和发展具有重大意义。

本书是以物理学、教育学、心理学的基本概念和理论为依据,运用系统论、信息论、控制论的基本观点,结合本人 19 年的物理教学实践经验编著而成,目的在于试图分析解决物理教育教学过程中的一些问题。本书涉及的主要内容包括物理教学任务、教学内容、教学过程和教学方法,以及学生的物理学习和教师的物理教学。写作中,本人力求渗透这样一些理念:课堂必须是学生自主思考,自身去发现、接纳物理事物的道理与本质的愉快的场所,必须是训练思考能力与探究能力的场所,必须是养成良好品格的场所;秉持一种尊重学生的教学方式是很重要的,使学生在学的过程中获得成就感是教师的责任;发现和尊重学生的个性差异,当学生学习同一课题时,学习活动愈是自主,对课题的解读就愈反映了学生的个性,物理教师应该成功地洞察这种个性差异,使之成为学生进一步学习的原动力。

本书可作师范院校学生的教材,也可作中学物理教师的教学参考书用。

在编写过程中,参考了很多已经出版的物理教学法、物理教

育学等专著,吸收或引用了一些研究成果,除已在附录中说明的参考文献外,有些尚未收录。在此,谨对这些专著的作者们表示衷心的感谢。本书能够顺利出版与湖南师范大学出版社的领导和工作人员的大力支持密不可分,在此对他们表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中的缺点错误在所难免,敬请同行专家们批评指正。

宋善炎于岳麓山  
2002年5月

**目 录**

<b>第一章 物理教学论概述</b> .....	(1)
第一节 物理学和物理教育的社会作用 .....	(1)
第二节 教学计划与物理教学大纲 .....	(7)
第三节 物理教学任务 .....	(15)
第四节 我国物理教育概况 .....	(23)
<b>第二章 物理教学内容</b> .....	(34)
第一节 物理教学内容概述 .....	(34)
第二节 中学物理教材 .....	(36)
第三节 中学物理的知识结构 .....	(47)
第四节 中学物理教学内容的确定 .....	(51)
<b>第三章 物理教学过程</b> .....	(54)
第一节 物理教学过程的特点 .....	(54)
第二节 物理有效课堂交往的策略 .....	(64)
第三节 物理教学过程学习动力的培养 .....	(72)
<b>第四章 物理教学方法</b> .....	(85)
第一节 物理教学方法概述 .....	(85)
第二节 常用的教学方法及其基本要求 .....	(89)
第三节 教学方法的选择与运用 .....	(105)

---

<b>第五章 物理概念、规律、实验、习题的教学</b> .....	(112)
第一节 物理概念的教学 .....	(112)
第二节 物理规律的教学 .....	(126)
第三节 物理实验的教学 .....	(149)
第四节 物理习题的教学 .....	(164)
<b>第六章 学生的物理学习</b> .....	(177)
第一节 物理教师对学生学习物理的指导 .....	(177)
第二节 学生学习物理的方法 .....	(184)
第三节 学生学习物理时存在的问题 .....	(191)
<b>第七章 物理教师</b> .....	(200)
第一节 物理教师的职责和教学能力 .....	(200)
第二节 物理教师的备课 .....	(209)
第三节 物理课堂教学的评价 .....	(225)
第四节 物理教学研究 .....	(239)

# 第一章

## 物理教学论概述

物理学是研究自然界最基本、最普遍的物质运动规律及其相互联系的科学。物理学的发展对于人类的社会文明具有巨大的历史推动力。物理教师肩负着继承和发扬人类文明的神圣使命,承担着为祖国培养四化建设人才的光荣职责。因此,做一名物理教师是崇高的、光荣的、值得骄傲的。

### 第一节 物理学和物理教育的社会作用

#### 一、物理教育与人类社会的关系

原始社会时期,文字的出现表现了文化教育的起源,如中国甲骨文中关于“力”字的写法,表示远古人用树枝翻地或搏斗的用力状态。这种文化教育代表了当时人类社会的生产力水平,对原始社会的发展起到了一定的作用。

中国古代的四大发明:指南针、火药、印刷术、造纸术,对社



会发展亦起到了巨大的推动作用。17世纪牛顿力学的出现,大大推动了欧洲资本主义的社会工业革命,出现了大工厂、大型机械装备,大工业的迅猛发展,为资本主义的发展奠定了坚实的基础;18世纪热力学的发展,推动了各种热机的不断研制,先后出现了火车、轮船、汽车、飞机,使资本主义社会向前大大迈进了一步;19世纪电磁学理论的完善,使人类社会步入了电气化的时代;20世纪是科学技术空前高速发展的世纪,人类社会在科技进步上经历了一个又一个划时代的变革。20世纪之初,在动力和信息交流方面,人类社会就全面进入了“电气化时代”,这是19世纪安培、法拉第、麦克斯韦等一批物理学家和爱迪生等发明家努力的结果。随着上个世纪之交放射性的发现及近半个世纪原子物理、核物理的研究,在20世纪40年代物理使人类掌握了核能的奥秘,把人类社会带进了“原子时代”。今天,核技术的应用远不止于为社会提供长久可靠的能源,放射性与核磁共振在医学上的诊断与治疗作用,已为人所共知。这些成果与卢瑟福、玻尔、爱因斯坦、居里夫人和她的女婿及女儿约里奥-居里夫妇、海森伯、费米、哈恩等一大串熠熠生辉的名字是分不开的。到了20世纪50~60年代,物理学家又发明了激光,它的理论基础是爱因斯坦1916年提出的光的受激发射过程。今天激光技术已广泛用于尖端科学研究、工业、农业、医学、通信、计算、军事和日常生活,成为几十亿甚至上百亿美元的巨大产业。

20世纪科学技术给人类社会带来最大的冲击,莫过于以现代计算机为基础发展起来的信息技术,“信息时代”的到来被誉为“第二次产业革命”。的确,计算机给人类社会带来如此广泛而深刻的变化,是二三十年前任何有远见的科学家都不可预见到的。现代计算机的硬件核心是半导体集成电路,PN结是基础。半个多世纪前,巴丁、肖克莱、布赖顿等三位物理学家发明了晶体管,标志着信息时代的诞生。从物理学家的眼光看来,这

个婴儿在娘胎里至少孕育了 20 年。这就是说, 20 年代建立量子力学之后, 在物理学家发展了费米 - 狄拉克统计、能带论, 从此有了电子和空穴的概念。尔后, 用掺杂的办法产生了 N 型和 P 型的半导体, 这才为晶体管的发明打下基础。以上成果又是和一连串物理学界光辉的名字——薛定谔、海森伯、狄拉克、泡利、布洛赫、索末菲等联系在一起。自从 40 年代末晶体管问世以来, 60 年代制成了集成电路, 从 70 年代后期起, 发展成为大规模集成电路, 而后是超大规模集成电路, 集成度以每 10 年 1000 倍的速度增长。在有的人看来, 物理学对高技术的贡献属于过去, 今天, 我们发展高技术的关键在于新材料、新工艺, 但是, 微电子加工和分析手段本身, 如离子注入、激光退火、卢瑟福背散射谱、俄歇电子谱、X 射线发光光谱、二次发射离子谱, 以及高分辨的电子刻蚀、同步辐射光刻, 有哪一样不是从物理学各分支的实验室里移植到工业上去的! 20 世纪高科技发展的事实证明, 重大的创造来源于新的物理思想。物理学的发展之所以能对人类社会的发展起到如此巨大的推动作用, 除了它本身属于第一生产力的因素之外, 物理教育也起到了关键的作用。如果没有物理教育的过程, 物理科学和人类社会的发展就不可能有任何的关系。

从 17 世纪夸美纽斯提倡学校教育以来, 物理学的学校教育至今已有一百多年的历史了。人类社会的发展不能脱离物理教育, 同时物理教育的发展也不能脱离社会的发展。高等师范物理系的学生, 是未来的物理教师, 应该树立为祖国建设, 为祖国的物理教育事业贡献终生的崇高理想。因此, 必须全面深入地学习和掌握物理教育的理论和实践。

## 二、物理学和其他自然科学的关系

物理学和天文学由来已久的血缘关系, 是有目共睹的。当

今物理学的研究领域里有两个尖端,一个是高能或粒子物理,另一个是天体物理。前者在最小的尺度上探索物质更深层次的结构,后者在最大的尺度上追寻宇宙的起源和演化。但近几十年的进展表明,这两个极端竟奇妙地衔接在一起,成为一对密不可分的姊妹学科。

物理学和化学从来就是并肩前进的。自从伽利略、牛顿以来,物理学与天文学已经成为精密的理论科学,然而,长期以来,包括化学在内的其他自然科学却一直是经验性科学。1998年的诺贝尔化学奖颁给了 W. Kohn 和 J. A. Pople,以表彰他们在量子化学方面所做的开创性贡献。颁奖的公报说,量子化学将化学带入了一个新的时代,化学不再是纯实验科学了,而是研究分子的学科。此前,如果说物理化学还是物理学和化学在较唯象层次上的结合,则量子化学已深入到化学现象的微观机理。近年来,量子化学、激光化学、分子反应动力学、固体表面催化和功能材料等物理学与化学之间的交叉学科,取得了长足的进展,今后两学科之间的合作将更为兴旺发达。

物理学研究物质世界普遍而基本的规律,这些规律对有机界和无机界同样适用。物理学构成所有自然科学的理论基础,其中包括生物学在内。物理学和生物学相互渗透,前途是不可估量的。早在 20 世纪 40 年代,量子力学的创始人之一薛定谔在《生命是什么?》一书里预言:“生命的物质载体是非周期性晶体;这种非周期性晶体的结构,可以有无限可能的排列,不同样式的排列相当于遗传的微密码……”他所说的这种“非周期性晶体”,就是存在于细胞核染色体中的 DNA 分子。1953 年沃森(J. D. Watson, 年轻的细菌遗传学博士)和克里克(F. H. C. Crick, 一位二战前受过传统物理学训练的人,战后转为生物物理学研究生)共同发现 DNA 分子的双螺旋结构。核物理学家伽莫夫(G. Gamow, 大爆炸宇宙论的创始人)用信息论的方法推测, DNA 的遗

传密码中,每个“单词”都是用三个“字母组成的”。这些推测相继得到实验证实,20世纪60年代三联密码逐一被破译。薛定谔在《生命是什么?》一书中还有另一段名言:“生命之所以能存在,就在于从环境中不断得到‘负熵’。”他还说:“有机体是依赖负熵为生的。”这就是生命的热力学基础。20世纪60年代比利时科学家普里高津(I. Prigogine)的耗散结构理论,证实了薛定谔的预言。当前生命科学中分子生物学、离子生物学、遗传信息学、蛋白质结构等新兴学科的研究正方兴未艾。人们说21世纪是生命科学的世纪,一位物理学家则说,21世纪是物理科学全面介入生命科学的世纪。

1997年诺贝尔经济学奖授予的项目,是一个对全球金融产生巨大影响的期权定价模型——Black-Schoes公式。公式的主要创建人F.S.Black的学历背景如下:1959年毕业于哈佛大学物理系,1964年获该校应用数学系博士,1971年任芝加哥大学经济系教授。从Black教授的学历背景可以看出,他是一个有着数学和物理知识背景,并把数理知识应用于经济研究的学者,数学和物理的结合使他在经济学上获得了巨大的成功。可惜他于1995年去世,未能享受诺贝尔奖的殊荣。其实,当前出身数理的人跻身于经济学界的大有人在。

翻阅一下现在物理学的许多重要期刊,或看看许多国际物理学术会议的日程,就会发现,诸如蛋白质折叠、免疫网络、化学键断裂、水土流失、交通堵塞等,大量本不属于物理学内容的标题,赫然入目。人们不禁要问:“什么是物理学?”的确,今天再从研究对象来回答这个问题已很困难。我们的看法是,不管什么问题,当物理学家用物理学的方法去研究它时,就把它变成了物理问题。物理学是一门理论和实验高度结合的精确科学。物理学中有一套最全面最有效的科学方法。我们说,在对学生的科学素质教育中,物理课有着无可替代的重要作用,根据就在于此。

### 三、物理学的学科特点

物理学的学科特点可以从以下五方面来分析:

(1)物理学是一门实验科学,它的根基在实验,一切理论都要以实验作为惟一的检验者。

(2)物理学是一门严密的理论科学,它以物理概念为基石,以物理学定律为主干,建立了经典物理学与现代物理学及其各分支的严密逻辑体系。

(3)物理学是一门定量的精密科学,从物理概念转变为物理量开始,它利用种种数学表述手段为理论与实践(实验)开辟了道路,使物理学的结论可随时加以严格检验。

(4)物理学是一门研究物质运动形式最一般规律和应用十分广泛的基础科学,它是其他自然科学和各种工程技术、国民经济各生产部门特别是现代新技术革命的基础。

(5)物理学从它的早期萌芽到近现代发展,都以它丰富的方法论、世界观等充满哲理的物理思想影响着人们的思想、观点和方法,影响着社会思想和社会生活,因此物理学曾被称为“自然哲学”、“科学方法论的典范”、“辩证唯物主义哲学的科学基础”、“现代科学哲学的支柱”等等。因此,物理学是一门带有方法论性质的科学。

物理学与其他自然科学不同之处在于,不是只具备以上某一个或几个特点,而是同时完备地具有以上五个特点,或者说,以上五个特点不是孤立而是有机地存在物理学之中。这正是物理学作为一门成熟的、精确的基础自然科学的标志。换句话说,物理学的学科结构要有实验基础、逻辑体系、数学表述、思想方法,应用价值等五种基本成分。

我们来进一步分析这五种基本成分的关系。值得注意的是:物理学还具有一个十分重要的本质特征:这就是物理学的任

何知识,诸如现象、事实、概念、物理量、定律、理论等等,必然都会涉及到以下三个基本因素:实验、物理思想(或逻辑、方法)和数学(定量表述或数学公式)。即使是描述一个简单的物理事实(例如传热),都涉及实验测试手段、物理观点(热质说还是热运动论)和数学公式、数据或曲线,这就是任何物理学内容无不具有实验基础、物理学的逻辑思维和数学表述这三种要素的原因。这里实验事实是基础,物理学的概念系统(基本定律与原理)是主干,数学则起着表述形式与推理工具的作用。事实上,始源于伽利略、奠基于牛顿的物理学乃至整个自然科学,正是由于找到了实验、逻辑思维和数学的正确结合途径,才得以发展成为今天推动人类社会前进的伟大生产力,具有了重要的理论与实际应用价值。可见,要使物理学的学科结构能够包含上述这样丰富、广阔的内容,特别要反映出物理学知识上述的特点和本质特征,反映出基本事实、基本概念、原理和基本方法之间的具体相互关系,单纯的理论知识逻辑结构模式是难以胜任的。

从教学的需要来看,单纯的知识传授已不能满足今天培养德才兼备的现代化建设人才与劳动后备人才、提高全民族素质的要求,物理学的学科结构要发挥其教育功能,尤其应该注意实验基础、物理逻辑思维、数学、方法论和实际应用这五个方面的基本训练,并注意给能力培养和发展非智力因素提供可能,这也是单纯的知识逻辑结构图示难以奏效的。

## 第二节 教学计划与物理教学大纲

教学计划与教学大纲课程标准是课程编制过程中的指导性文件。

## 一、教学计划

教学计划是对学校课程设置有关问题的具体制定,是根据国家教育方针和学校教育任务由国家教育主管部门制定的,是学校教育的指导文件,也是编写各科教学大纲和教材的主要依据。

教学计划的内容包括:规定中等学校应设置的教学科目及各部门教学科目设置的顺序,并规定了各门学科教学的总时数,每一学年的授课时数以及每周时数。教学计划还规定了学年阶段划分,各学期的教学周数,学生参加课外实验、生产劳动的时间以及假期,目的在于保证学校建立正常的教学工作秩序。

## 二、教学大纲(或课程标准)

教学大纲是根据教学计划制订的,对教学计划规定设置的课程起指导性作用。它以纲要的形式,规定各学科教学的目的、任务、知识内容、技能训练的范围、深广度,以及教学手段和教学方法的具体要求。教学大纲是教师和学生学习的重要依据,是编写教材的根据,也是评价教师教学水平和学生学习质量的惟一标准。

我国中学物理教学大纲的制订有一个逐步完善和发展的过程。根据不同社会阶段的不同要求并经过不断地进行实践研究,从而对中学物理教学大纲进行改进。

解放后不久,教育部就着手制订了中学教学计划和教学大纲。1952年12月颁发了我国第一个《中学物理教学大纲(草案)》。1953年7月,为了适应我国第一个五年经济计划的要求,对中学教学计划进行了修订,同时对物理教学大纲也进行了修订,当时规定物理课程的总课时为486课时,其中初中二年级90课时,第一学期每周3学时,第二学期每周2课时;初中三年级72学时,每周2学时;高中一年级108学时,每周3课时;高中二

年级为 72 课时,每周 2 课时;高中三年级 144 课时,每周 4 课时。这个大纲比较重视观察实验和研究问题的正确态度和方法,注意基础知识的教学和理论联系实际,培养学生的辩证唯物主义观点、爱国主义和国际主义思想。这个大纲对当时全国全日制中学物理教学走上正轨起到了积极的作用。

1956 年 8 月,根据我国物理教学的实际情况,结合当时苏联的物理教学大纲,教育部对 1952 年的大纲进行了修订和补充,颁布了新的中学物理教学大纲(修订草案),物理课程的总课时为 510 课时,其中初中二年级为 85 课时,初中三年级 68 课时,高中一年级为 102 课时,高中二年级 102 课时,高中三年级 153 课时。这个大纲强调了物理教学应与生产技术教育紧密结合,注意发展学生的思维能力。

1963 年 5 月,教育部颁布了《全日制中学物理教学大纲(草案)》。它总结了我国解放后十几年特别是 1958 年以来物理教学改革的正反面经验和教训,强调培养学生的实验技能和计算技能,使学生获得关于力学、分子物理学和热学、电学、光学、原子物理学的基础知识,了解这些知识的实际应用,培养学生的辩证唯物主义观点。总课时为 684 课时,其中初中二年级 105 课时,初中三年级 99 课时,初中每周 3 课时;高中一、二、三年级分别为 140 课时、175 课时、165 课时,高中每周 4 课时。

“文革”期间,全国教育工作处于混乱状态。1978 年教育部颁布了《全日制十年制学校中学物理教学大纲(试行草案)》,并在 1980 年又作了修订。物理课程总共为 492 课时,其中初中二、三年级各 96 课时,高中一、二年级各为 150 课时,大纲中规定的中学物理教学的目的任务是:掌握物理基础知识,了解这些知识的实际应用;培养学生的实验能力、思维能力和运用数学知识解决物理问题的能力;培养学生的辩证唯物主义观点。物理知识内容加强了深度,注意了知识的逻辑结构。



1981年4月教育部发出通知,规定中学学制为6年。并下发《全日制六年制重点中学教学计划(试行草案)》和五年制教学计划修改意见,自此全国中学逐步从五年制向六年制过渡。

1982年教育部颁发了《高中物理教学纲要(草案)》,实行了较高和基本两种教学要求,相应产生了高中物理课本的甲种本和乙种本,以适应程度不同的学校的教学需要。1985年又发布了《调整初中物理教学要求的意见》,根据多数学生可接受的程度,突出教学内容的重点,保护学生学好基础知识、掌握基本技能,更好地培养分析问题和解决问题的能力,培养学生学习兴趣并删去了教材中某些偏难、繁琐、次要的内容和习题,降低某些偏难、偏深内容的教学要求。

国家教委成立后,首先根据“适当降低教学要求,减轻学生负担,教学要明确、具体”的原则,重新修订了中学教学大纲,于1986年12月重新颁布了《全日制中学物理教学大纲》,作为1990年实施义务教育之前的一个过渡性的物理教学大纲。然后根据义务教育法规定九年制义务教育的教学计划和教学大纲,于1986年发布了《义务教育全日制小学初级教学计划(试行草案)》,并于1988年初步审查通过《九年制义务教育全日制中学物理教学大纲》。1990年对义务教育的教学大纲和教材开始进行实验。同年对普通高中教学计划进行了调整,在高中一年级和二年级开设物理必修课,每周3课时,在高中三年级开设物理选修课,每周4~6课时。并在同年6月颁布了《全日制中学物理教学大纲(修订本)》。

通过对义务教育大纲和教材的教学试验,在科学性、可行性方面进行了论证。在此基础上,于1991年11月公布了教学计划修改稿,同时修订教学大纲。1992年8月,国家教委发出了通知,印发了《九年义务教育全日制初级中学物理教学大纲》,并决定1993年秋季起在全国试行。