

全国中小学教师继续教育

专业必修课教材

中学物理与现代科技

我们周围的 物理学

教育部师范教育司组织编写

上海科技教育出版社



·中学物理与现代科技·

我们周围的物理学

教育部师范教育司组织编写

上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

我们周围的物理学/陈家森分册主编. —上海:上海科技教育出版社,2000.2(2001.4重印)

(中学物理与现代科技/袁运开主编)

ISBN 7-5428-2146-6

I .20… II .①陈… III .物理学-教材 IV .04-1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 36324 号

责任编辑 王福康

装帧设计 桑吉芳

·中学物理与现代科技·

我们周围的物理学

教育部师范教育司组织编写

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路 393 号 邮政编码 200235)

各地新华书店经销 常熟市印刷八厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 9.5 字数 255 000

2000 年 2 月第 1 版 2001 年 4 月第 2 次印刷

印数 5 001-10 100

ISBN 7-5428-2146-6/O·250

定价:14.00 元

前 言

全面推进素质教育,是当前我国现代化建设的一项紧迫任务,是我国教育事业的一场深刻变革,是教育思想和人才培养模式的重大进步。实施面向 21 世纪中小学教师继续教育工程,提高教师的素质,是全面推进素质教育的根本措施。

实施中小学教师继续教育,课程教材建设是关键。当务之急是设计一系列适合中小学各学科教师继续教育急需的示范性课程,编写一批基础性教材。

我司根据教育部《中小学教师继续教育课程教材建设方案》的统一规划,参考《中小学教师继续教育课程开发指南》,以中学物理教师继续教育课程教材建设引路,在调查研究和总结经验的基础上,首先设计急需的示范性课程,编制课程标准,经专家审定后,作为编写教材的依据。我们在设计示范性课程及课程标准时,遵循了以下原则:

- (1) 从教师可持续发展和终生学习的战略高度,在课程体系中,加强反映现代科学技术的发展和应用的课程,加强中学物理专题研究的课程。
- (2) 把教育理论和教师教育实践经验的总结与教育实践活动的改进密切结合。用现代教育观念和理论方法,优秀课堂教学范例,从理论和实践的结合上,总结教学经验,提高教师教学能力,推动教育改革,落实素质教育。
- (3) 适应教师培训模式改革的需要,有利于

培养教师的创造精神和主观能动性。(4) 注意有效,即实效性。有限,即适量性。有别,即层次性。有序,即科学合理的系统性。兼顾整体性与个体性,科学性、先进性与针对性相统一,灵活性与统一性相结合。

根据专家审定的中学物理教师继续教育示范性课程和课程标准,编写9种基础性教材:《初中物理专题分析》、《高中物理专题分析》、《初中物理教学设计》、《高中物理教学设计》、《中学物理与现代科技》、《物理学发展中的创新思维选例》、《中学物理实验教学与自制教具》、《中学教师物理教育研究方法》、《中学活动课指导》。这些教材从今年秋季开始陆续出版。中小学教师继续教育语文、数学,中学教师继续教育英语、化学、生物,小学教师继续教育自然、社会等7个学科2~3种急需的示范性课程以及课程标准的设计已经启动,相应的教材将于明年底出版。同时我们还从全国推荐的中小学教师继续教育教材中,组织专家评审筛选一批优秀教材和教学参考书。上述这些教材和新编的基础性教材将向全国教师进修院校、教师培训基地、中小学教师推荐,供开设中小学教师继续教育相关课程时选用。根据继续教育的需要,我们还将继续设计开发新的课程和教材。

中小学教师继续教育教材建设是一项系统的工程,尚处在起步阶段,缺乏足够的经验,肯定存在许多问题。各地在使用教材过程中有什么问题和建议,请及时告诉我们,以便改进工作,把课程教材建设提高到一个新水平。

师范教育司

1999年6月24日

物理学是进步社会的 重要组成部分

——代序

作为《中学物理与现代科技》一套四册教材的开场白,下面想谈三点,供我们中学物理教育同行们参考。

一、物理学发展与现代科技

以 19 世纪末、20 世纪初 X 射线、放射性与电子的发现为先导,以相对论与量子力学这两个物理理论的创立为标志,物理学由经典走向现代,发生了革命性的变更,步入了一个崭新的发展阶段。特别是第二次世界大战以来的半个多世纪中,许多分支学科像雨后春笋般地纷纷问世,如原子物理、原子核物理、量子统计、量子场论、凝聚态物理、等离子体物理等等;而原来的各分支学科又都有了自己新的前沿,例如在光学领域就出现了量子光学、非线性光学、激光光谱学等。所有这些分支学科可以说都是在相对论与量子力学的指导与影响下发展起来的。另一方面,随着整个自然科学技术的发展,物理学与其他学科之间的相互渗透,又形成了一系列边缘、交叉学科,它们都不断地取得长足的发展,诸如化学物理、生物物理、大气物理、海洋物理、地球物理、天体物理,等等。像天体物理所揭示的宇宙结构、演化与粒子物理之间的密切关系,天体结构、演化与原子核物理之间的密切关系,就十分明显地反映出这一相互渗透的过程。数学对物理学的发展,当然是起了重要作用的,可是物理学尤其是现代物理学也有有力地促进了现代数学的发展,像杨—米尔斯规范场和杨—巴克斯特方程,就已成为 20 世纪 80 年代以来一系列数学研究的出发点,其

影响遍及微分几何、偏微分方程、低维拓扑、辫结理论、量子群等重大数学分支学科。现在物理学的一些基本概念、理论、实验手段与精密测试方法,已成为其他许多学科的重要组成部分,这对于天文学、化学、生物学、地学、医学、农学可以讲是无一例外的,例如作为现代化学重要理论基础的量子化学就是应用量子力学的原理与方法来研究分子的微观结构的。物理学的一些概念,像场、熵等,甚至也为社会科学所引用,至于物理学为马克思主义哲学对自然科学和技术的理论成果进行的概括和总结不断地提供着丰富的思想材料,这早已是大家所确认的事实。

物理学的发展,还为技术进步不断开辟出新的方向,导致了一系列现代高新技术的产生。信息技术、新材料技术、新光源技术、新能源技术、空间技术、分子工程技术、遗传工程技术等等的形成与发展就都在不同程度上与现代物理学息息相关。例如信息技术,一般作为通信、计算机和控制技术的统称,它所使用的材料最重要的是半导体材料。当今,作为半导体材料之一的砷化镓,由于具有频率响应快、耐热性能好的特性,已成为制造高速集成电路和高速计算机的关键材料,同时,由于它还具有电光效应的特性,可以做成激光光源,又成为实现光纤通信的关键材料,而半导体材料的研究首先是以半导体物理学为基础的。以集成电路为例,它的研制要靠微电子技术,其重要方面——平面工艺,不论光刻,还是扩散、氧化,哪一个环节也离不开物理学的应用。

当然,反过来技术的发展与促进生产力提高的要求,也有力地推动了物理学研究的发展。科学技术化与技术科学化已成为一个内在的演化过程,现代物理学与一系列高新技术的关系已密不可分,科学发现与技术应用之间的时间差已大为缩短,有的用不了几年,有的只要几个月。在一定程度上,科学正在变成技术,越是高新技术,包含的科学知识就越密集,物理学与上述一系列技术之间的关系,正是这样。另一方面,与现代自然科学各门学科相互交叉、渗透的综合化、

整体化趋势相联系,现代各种技术正融合成一系列的新技术。重大尖端技术、高新技术都普遍具有多个领域的技术相互融合的性质,像信息技术就是半导体物理、化学、微电子技术、自动控制技术、激光技术等各门自然科学技术相互渗透、融合的产物。这种情况,更对我们广大物理教师及时扩大知识面、更新知识结构,提出了极为迫切的现实要求。

二、物理学对人类社会的影响与作用

今天,物理学的发展和由它带动的一批学科的兴起,以及相应新的实验技术与精密的观测工具的产生,使人们对自然的认识范围在微观与宏观世界都得到了扩大。人们的洞察力已经从大于 10^{-8} 厘米的原子集团深入到小于 10^{-17} 厘米的基本粒子内部,人们的视野已经从直径 10^{10} 千米的银河系扩展到 10^{23} 千米的大尺度总星系。粒子物理学、现代宇宙学、凝聚态物理学、量子化学、现代化学、分子生物学以及系统科学的兴起,使人们从微观结构、宏观天体、生命世界和物质的各种不同状态等侧面,更深入地揭示了自然界的奥秘,展现出它的本质与规律。

当我们回顾半个世纪多以来科技发展的历程时,可以看到科学技术从 1945 年以来,几乎每 10 年就经历一次伟大的革命,迄今已经有 5 轮了:1945~1955 是第一个 10 年,它以原子能的释放与利用为标志,人类从此开始了核能利用的新时代;1955~1965 第二个 10 年,以人造卫星的发射成功为标志,人类开始摆脱地球引力,踏上了向外层空间进军的新征途;1965~1975 第三个 10 年,以 DNA 重组实验的成功为标志,人类跨进了可控制遗传与生命过程的新阶段;1975~1985 第四个 10 年,以微处理机大量生产与广泛应用为标志,掀开了扩大人脑功能的新篇章;从 1985 年到现在,以软件开发与大规模产业化和网络开通为标志,人类社会进入了信息革命时代的新纪元。当前,信息技术作为新技术革命的龙头与主流,仍处于蓬勃发展态势

之中。与此同时,以克隆羊成功为标志,分子生物学进入直接为人类服务的新阶段;而核聚变反应研究的发展,则为人类解决即将来临的能源危机开拓了新的途径;纳米技术的拓展,为 21 世纪无数新产品、新工艺的开发展现出光明的前景;宇宙空间技术与海洋技术的深入推进,预示着在 21 世纪人类将进入宇宙工艺学和宇宙工厂的新时代,为人类的生产、经济活动领域和利用自然范围的拓展,描绘了无限美好的前景;地球科学与环境科学的发展,又为解决资源、环境、生态和自然灾害问题,实现人类社会的可持续发展,带来了希望的曙光。而所有这些,有的是以物理学为基础得到发展的,有的则这样或那样地在不同程度、不同侧面得到物理学理论与实验的支持与帮助。

综上所述,我们可以清楚地看到,一方面,物理学的发展,包括与科学发现一并产生的科学精神、科学思想与科学方法,已为人类认识自然,改变人的认识能力,创造现代精神文明发挥了重要作用;另一方面,它又为人类利用和改造自然,协调人类与自然的关系,使之服务于人类,创造了十分有利的条件。目前,它正以空前的规模与速度应用于生产、生活与管理,使社会物质生产、经济状况、社会生活与实际工作的各个领域都面貌焕然一新,以致对人们的思维方式、思想意识乃至价值观念都产生了并还将产生重大影响。

当然,物理学的发展像一把双刃剑,它带给人类的也不全是光明,一方面为创造人类的幸福提供了空前未有的无限的能力,另一方面,也使人类掌握了可以毁灭地球上一切生命的能力。因此,为了让人类能把物理学进步的成果都用来致力于和平与发展,在促进现代物理学与相关技术发展的时候,不仅要使科学与技术紧密地结合起来,解决当前的重大科学技术问题,而且还要与人文社会科学结合起来,解决当今和平与发展的迫切课题。为了反对霸权主义与强权政治,我们不仅要“科教兴国”,还要“科技卫国”。

1999 年 3 月于美国亚特兰大市召开的第 23 届国际纯粹物理与应用物理联合会(IUPAP)代表大会通过的决议五“物理学对社会的

重要性”指出：“物理学——研究物质、能量和它们的相互作用的学科——是一项国际事业，它对人类未来的进步起着关键的作用。对物理教育的支持和研究，在所有国家都是重要的，这是因为：

1. 物理学是一项激动人心的智力探险活动，它鼓舞着年轻人，并扩展着我们关于大自然知识的疆界。

2. 物理学发展着未来技术进步所需要的基本知识，而技术进步将持续驱动着世界经济发动机的运转。

3. 物理学有助于技术的基本建设，它为科学进步和发明的利用，提供所需要的训练有素的人才。

4. 物理学在培养化学家、工程师、计算机科学家，以及其他物理科学和生物医学科学工作者的教育中，是一个重要组成部分。

5. 物理学扩展和提高我们对其他学科的理解，诸如地球科学、农业科学、化学、生物学、环境科学以及天文学和宇宙学——这些学科对世界上所有民族都是至关重要的。

6. 物理学提供发展应用于医学的新设备和新技术所需的基本知识，如计算机层析术(CT)、磁共振成像、正电子发射层析术、超声波成像和激光手术等，改善了我们的生活质量。

综上所述，鉴于以上各项理由，物理学是教育体制和每个进步社会的一个重要组成部分。”

该项决议并为此向所有政府发出了促进与支持物理学发展的多项建议和呼吁。

无疑，认真领会其内涵，并与前述历史事实联系起来思考，对于我们比较全面地来认识物理学和物理教育的重要性，增强在中学物理教学中做好培养教育工作，为提高广大年轻一代的科学素质而努力的历史责任感，是会有帮助的。

三、本套教材的编写缘起、宗旨与特点

最近中共中央与国务院召开了第三次全国教育工作会议，发布

了《关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》，指出“实施素质教育，要以提高国民素质为根本宗旨，以培养学生的创新精神和实践能力为重点”，并且还明确指出：“建设高质量的教师队伍，是全面推进素质教育的基本保证。”教师“要不断提高思想政治素质和业务素质”，“要有宽广厚实的业务知识和终身学习的自觉性”，要“开展以培训全体教师为目标、骨干教师为重点的继续教育，使中小学教师的整体素质明显提高”。作为师范大学的教师，为基础教育服务是我们的天职，在新的形势与任务面前，应该响应党中央与国务院的号召，为广大中学物理教师适应面向 21 世纪时代特征，经济社会发展、科技进步和教育改革的要求，提高业务水平与扩大知识面，增强教育、教学能力，做一点有益的实事。正是基于此，我们华东师范大学等单位的一批科学教育工作者积极组织起来，承担了《中学物理与现代科技》这套教材的编写任务。

根据教育部师范司《中小学教师继续教育教材建设方案》及《中小学教师继续教育课程指南》所确定的基本原则，我们这套教材，作为中学物理教师继续教育本体性课程知识拓宽与应用类教材之一，其宗旨是提高中学物理教师的业务素质和教育教学能力，并着眼于教师个性发展的需要，为教师教学水平的提高提供有利的空间条件，俾适应以创新精神和实践能力为重点的素质教育。

它的编写特点，概括起来讲，就是力求把中学物理教师的实际需要与现代科技发展对物理学的要求结合起来。具体地讲，有下列六个方面的特点：

一是以中学物理的教学内容为起点，为中学物理教师打开现代科技前沿的窗口，更新与拓宽他们的知识面。

二是通过介绍物理学在现代社会生活中的一些应用，培养中学物理教师运用物理知识解释各种高科技日用产品，破译物理知识与社会发展之间相互关系的能力。

三是在写法上力求脉络清楚，观点明确，深入浅出；注意科学思

想、科学方法与科学知识的有机结合;着力突出物理图象,避免过多的数学推导和公式。

四是在选材上力求把作为一名高素质中学物理教师在大学物理专业本科学习基础上尚需充实又必备的知识和日常教学中可能需要的内容包括其中,但以精选为原则,不求全面。

五是为了体现编写意图,把相对论与量子力学作为整套教材的大背景,在 20 世纪物理学部分用比较多的篇幅,给予了深入浅出的概述。

六是为便于教师阅读与进一步自学,各分册每章都在章前列有摘要,章末置有小结,并推荐一批参考读物。

本套教材共分四册,第一分册为《20 世纪物理学概观》,第二分册为《物理学与高新技术》,第三分册为《我们周围的物理学》,第四分册为《物理学与现代家庭生活》。全套教材由袁运开教授担任主编,由徐在新教授、宣桂鑫教授、陈家森教授和张锡年教授分别担任上列各分册主编。参加本套教材编写的除一位研究员来自中国科学院上海技术物理研究所、一位教授来自上海师范大学以外,其他 14 位同志都是华东师范大学物理、电子科技、地理、环境科学、河口海岸、自然科学史等系、所的正、副教授。张瑞琨教授、褚君浩研究员、翁默颖教授对本套教材进行了仔细的审阅,并提出了好多宝贵意见;上海科技教育出版社的王福康、朱惠霖两位编辑室主任为这套教材的出版,作出了精心的策划与安排,也提出了一些使全书臻于完善的意见。在此一并表示感谢。

袁运开

于华东师范大学

1999 年 6 月

目 录

编者的话	1
第一章 计算机中的物理学	4
§ 1.1 计算机的发展历程和展望	4
1. 计算机开创信息时代	4
2. 计算机的硬件和软件	7
3. 计算机的“家谱”	8
4. 智能化计算机的发展	9
§ 1.2 微电子学的辉煌	11
1. “点石成金”的半导体	11
2. pn 结——晶体管的核心	15
3. MOS 晶体管	21
4. 半导体集成电路	26
§ 1.3 先进的半导体工艺技术	34
1. 半导体平面工艺图解	34
2. 集成电路制造中的几个关键技术	37
§ 1.4 计算机中的“头脑”	39
1. 半导体存贮器	40
2. CPU——计算机中的“头脑”	43
§ 1.5 计算机的发展与现代物理学	45

1. 计算机的物理限制	45
2. 光子计算机和超导计算机	46
第二章 汽车中的物理学	52
§ 2.1 卡诺定理和汽车发动机的热效率	52
1. 卡诺定理揭示了提高热机效率的方向	52
2. 从蒸汽机到内燃机	53
3. 内燃机的增压系统及提高效率的物理机制	56
4. 燃气轮机发动机	56
§ 2.2 汽车中的电控设备	57
1. 电控汽油喷射装置(EFI)的物理原理	58
2. 数字式电子点火系统	64
3. 汽车电控防抱死制动装置(ABS)	67
4. GPS 在汽车上的应用	71
5. 内燃机管理器和汽车计算机	73
§ 2.3 几种新型传感器在汽车中的应用	76
1. λ 传感器	76
2. 汽车防爆传感器	77
3. 空气流量传感器	80
4. 霍耳传感器	81
§ 2.4 汽车的安全防护和新车型设计	84
1. 碰撞力学	84
2. 安全气囊的性能要求	87
3. 高速公路上汽车行驶的安全距离	91
4. 空气动力学和汽车新车型	94
第三章 居室中的物理学	98
§ 3.1 生活空间的要素——空气、光线、温度	

和电磁场概述	98
1. 城市规划和小区建设中的环境要素	98
2. 城市热岛效应及治理	105
3. 输电线周围的电磁场	110
§ 3.2 居室中的通风、保暖、采光的物理学问题	114
1. 居室中的通风对流	114
2. 高层建筑对环境小气候的影响	118
3. 新型覆膜光学玻璃在建筑节能中的应用	121
4. 光源的光谱特性和显色性	125
§ 3.3 室内音质设计	129
1. 人耳的听觉特性	129
2. 室内音质设计的物理评价标准	130
3. 室内的防噪隔音	133
4. 室内音响布置及效果	139
第四章 音乐中的物理学	142
§ 4.1 音乐和物理学	143
1. 艺术上和物理声学意义上的音乐	143
2. 音乐声的组成	144
3. 音乐与高科技的结合——计算机音乐	146
§ 4.2 音乐声的主观量及物理学含义	147
1. 音乐声的客观量和主观量	147
2. 音乐声的波动特性	147
3. 音乐声的客观量	149
4. 音乐声的主观量	154
§ 4.3 乐器物理学	165
1. 按发音机制对乐器分类	165
2. 乐器的结构及主要声学参数	169

3. 钢琴和提琴等弦乐器中的物理学问题	172
4. 管乐器中的发声机制	177
§ 4.4 电声音乐中的物理学问题	179
1. 声音的记录和再现	179
2. 立体声和双耳效应	184
3. 电声音响的高保真度和降噪的物理学机制	187
4. 电子音乐合成器和计算机音乐演奏系统(MIDI)	189
5. 调频广播与播放音乐的接收效果	190
第五章 体育、保健中的物理学	195
§ 5.1 运动生物力学	195
1. 肌肉力学	195
2. 田径运动中的力学原理	200
3. 球类运动与空气动力学	203
4. 游泳与流体力学	206
5. 体操运动中的“旋”	207
§ 5.2 光电技术与体育竞赛	209
1. 摄影和电影	209
2. 电视摄像	211
3. 光电控制	211
§ 5.3 保健与保健设备	213
1. 保健与运动	213
2. 保健设备中的物理学问题	214
第六章 医学诊断和治疗中的物理学	217
§ 6.1 生物电磁效应与医学	217
1. 生物电磁效应及在临床医学中的应用	218
2. 心电现象及人工心脏起搏	220

3. 核磁共振及成象技术	224
4. 射频与微波	230
§ 6.2 超声与医学	231
1. 超声波的特点及产生方法	231
2. 超声和医学诊断	231
§ 6.3 光与医学	235
1. 红外、紫外与激光	235
2. 激光在医学应用中的实例——激光刀	237
§ 6.4 放射性与医学	238
1. 放射现象与剂量	238
2. 射线辐射对机体的作用机制	239
3. 放射诊断和治疗举例—— γ 刀	240
第七章 农业中的物理学	243
§ 7.1 植物育种与栽培	243
1. 育种与栽培	243
2. 物理技术与良种选育	246
3. 物理学在作物栽培中的应用	250
§ 7.2 水产养殖	254
1. 电磁场与水产养殖	254
2. 现代化水产养殖环境中的自动控制	257
§ 7.3 桑蚕卵孵化	258
1. 桑蚕卵人工孵化	258
2. 电晕放电技术与桑蚕卵人工孵化	259
§ 7.4 食品保质	261
1. 食品保质的关键	261
2. 食品保质手段	262
3. 食品电磁保质	263