

全国中小学教师继续教育

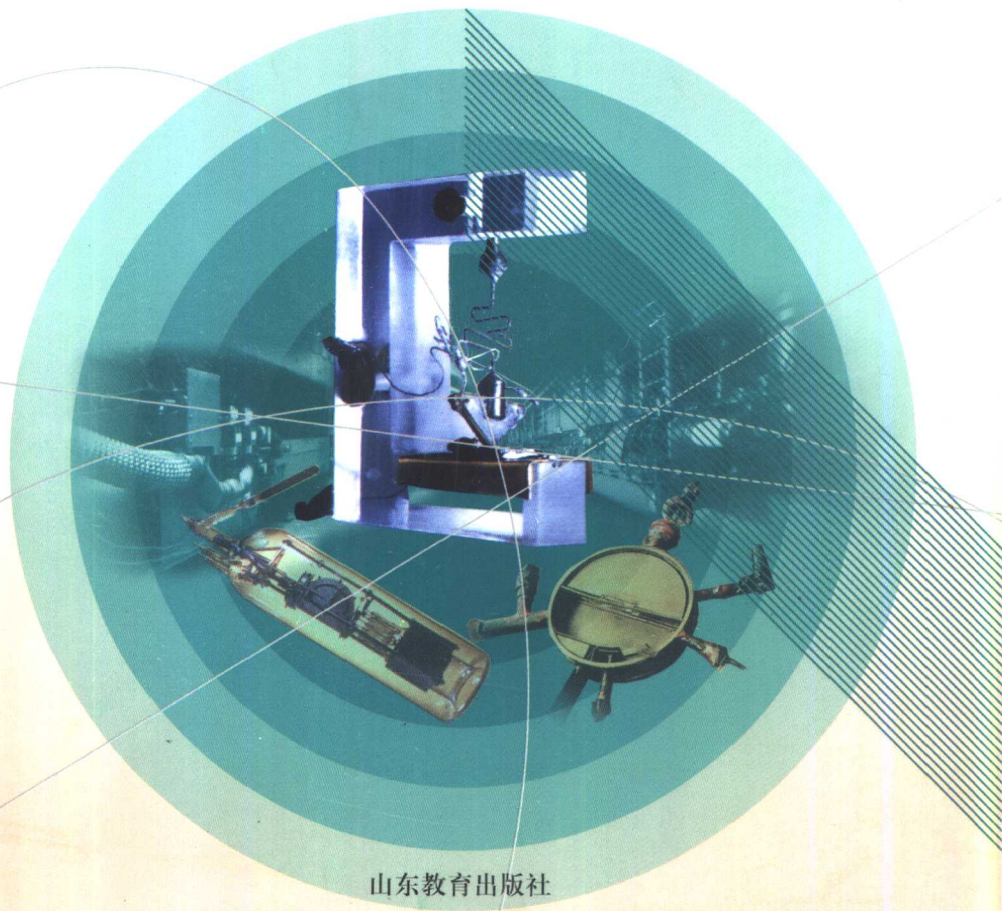
教材

近代物理 著名实验简介

JIAOCAI

• 郭奕玲 沈慧君 编著

教育部师范教育司组织评审



山东教育出版社



全国中小学教师继续教育教材

近代物理著名实验简介

郭奕玲 沈慧君 编著

山东教育出版社

2001年·济南

全国中小学教师继续教育教材

近代物理著名实验简介

郭奕玲 沈慧君 编著

出 版 者: 山东教育出版社

(济南市纬一路 321 号 邮编: 250001)

电 话: (0531)2023919 **传真:** (0531)2050104

网 址: <http://www.sjs.com.cn>

发 行 者: 山东教育出版社

印 刷: 山东新华印刷厂

版 次: 2001 年 6 月第 1 版

2001 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1—3000

规 格: 850mm × 1168mm 32 开本

印 张: 9.125 印张

字 数: 202 千字

书 号: ISBN 7-5328-3352-6/G·3021

定 价: 10.30 元

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

图书在版编目(CIP)数据

近代物理著名实验简介 / 郭奕玲, 沈慧君编著. — 济南: 山东教育出版社, 2001

ISBN 7-5328-3352-6

I. 近... II. ①郭...②沈... III. 物理学 - 实验 - 中小学 - 师资培训 - 教材 IV. 04-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 14564 号

内容简介

本书选取近代物理学发展中起过重要作用的若干著名实验,介绍其历史背景、设计思想、实验方法、进行情况及其在近代物理学发展中的作用,并适当介绍了有关物理学家的生平事迹和治学经验,以帮助读者提高对近代物理实验的认识、增进读者对近代物理学的理解.作为中学物理教师继续教育教材,本书提供许多平时难有机会学到的历史知识和实验知识,其中涉及到许多有关科学方法和科学精神的启示.这对于中学物理教学一定会有所裨益.

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“中小学教师继续教育工程”,提高教师素质,是全面推进素质教育的根本保证。

开展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,编写一批继续教育教材。在教材编写方面,我司采取了以下几种做法:

(1)组织专家对全国各省(区、市)推荐的中小学教师继续教育教材进行评审,筛选出了 200 余种可供教师学习使用的优秀教材和学习参考书;

(2)组织专门的编写队伍,编写了 61 种教材,包括中小学思想政治、教育法规、教育理论、教育技术等公共必修课教材;小学语文、数学,中学英语、物理、化学、生物,小学社会、自然等学科专业课教材。上述教材,已经在 1999 年底以《全国中小学教师继续教育 1999 年推荐用书目录》(教师司[1999]60 号)的形式向全国推荐。

(3)向全国 40 余家出版社进行招标,组织有关专家对出版社投标的教材编写大纲进行认真的评审和筛选,初步确定了 200 余种中小学教师继续教育教材,这批教材,目前正在编写过

程中,将于2001年上半年陆续出版。我们将陆续向全国教师进修院校、教师培训基地和中小学教师推荐,供开设中小学教师继续教育相关课程时选用。

在选择、设计和编写中小学教师继续教育教材过程中,我们遵循了以下原则:

1. 从教师可持续发展和终身学习的战略高度,在课程体系中,加强了反映现代教育思想、现代科学技术发展和应用的课程。

2. 将教育理论和教师教育实践经验密切结合,用现代教育理论和方法、优秀课堂教学范例,从理论和实践两个方面,总结教学经验,帮助教师提高实施素质教育的能力和水平。

3. 强调教材内容的科学性、先进性、针对性和实效性,并兼顾几方面的高度统一。从教师的实际需要出发,提高培训质量。

4. 注意反映基础教育课程改革的新思想和新要求,以使教师尽快适应改革的需要。

中小学教师继续教育教材建设是一项系统工程,尚处在起步阶段,缺乏足够的经验,肯定存在许多问题。各地在使用教材的过程中,有什么问题和建议,请及时告诉我们,以便改进工作,不断加强和完善中小学教师继续教育教材体系建设。

教育部师范教育司

二〇〇〇年十一月一日

目 录

第一章 实验在近代物理发展中的作用	1
§ 1.1 什么是科学实验?	1
§ 1.2 为什么要进行科学实验? 在物理学的发展中实验起了什么作用?	2
1. 发现新事实,探索新规律	2
2. 检验理论	3
3. 测定常量	5
4. 推广应用,开拓新领域	6
§ 1.3 从 100 年的诺贝尔物理学奖看物理实验	7
1. 20 世纪第一个 25 年	7
2. 20 世纪第二个 25 年	8
3. 20 世纪第三个 25 年	9
4. 20 世纪最后一个 25 年	10
第二章 近代物理著名实验	13
§ 2.1 X 射线的发现	13
1. 伦琴发现 X 射线的经过	13
2. 伦琴发现 X 射线的偶然性和必然性	15
3. X 射线发现后的反响	18
§ 2.2 放射性和镭的发现	19
1. 放射性的发现	20

2. 发现放射性的偶然性和必然性	22
3. 居里夫妇发现镭	25
4. 放射性的发现和研究打开了核物理学的大门	29
§ 2.3 电子荷质比实验	30
1. 阴极射线引起的争论	30
2. 电子是原子的组成部分	35
§ 2.4 基本电荷的测定	36
§ 2.5 氢光谱实验	42
1. 早期的光谱学	42
2. 巴耳末和氢光谱规律的发现	45
3. 里德伯的普遍公式和里兹的组合原理	46
4. 光谱规律和玻尔原子理论的关系	48
§ 2.6 塞曼效应的发现	49
1. 塞曼的研究动机	50
2. 洛伦兹的理论解释	51
3. 反常塞曼效应	53
4. 塞曼效应的研究对近代物理学发展的影响	54
§ 2.7 原子核的发现	55
1. α 射线的散射	55
2. 反常的 α 射线散射	58
3. 卢瑟福证明原子有核	60
§ 2.8 X射线衍射的发现	65
1. 发现X射线衍射的经过	66
2. 为什么是在慕尼黑?	70
3. 为什么是劳厄?	72
§ 2.9 X射线晶体分析方法	74

1. 布拉格父子的贡献	74
2. X射线分析方法的发展	78
3. X射线分析方法对化学、生物学、生理学及医学的作用	79
§ 2.10 X射线标识谱的研究	80
1. 巴克拉发现X射线标识谱	80
2. 莫塞莱研究射线标识谱	81
3. 曼尼·西格班的X射线谱学	83
§ 2.11 光电效应实验	84
1. H. 赫兹发现光电效应	85
2. 光电效应的本质	87
3. 密立根的光电效应实验	89
§ 2.12 夫兰克—赫兹实验	93
1. 夫兰克和 G. 赫兹的初步研究	93
2. 进一步实验	94
§ 2.13 康普顿效应	97
1. 康普顿效应的发现	97
2. 发现康普顿效应的初步反应	103
3. 康普顿效应发现之后的新进展	104
4. 吴有训的工作	106
§ 2.14 电子衍射实验	109
1. 戴维森的低速电子散射实验	110
2. G.P. 汤姆生的高速电子散射实验	114
3. 实验必须有理论指导	117
§ 2.15 晶体管实验	118
1. 半导体的研究源远流长	119
2. 贝尔实验室的集体攻关	120

3. 发明晶体管的经过	121
4. 贝尔实验室的经验	126
§ 2.16 分子速度分布律的发现和验证	127
1. 麦克斯韦统计思想的由来	128
2. 速度分布律的间接验证	129
3. 分子束方法的起源	130
4. 斯特恩的分子速度分布实验	131
5. 速度选择器的发展和运用	132
6. 新方法不断提出	138
7. 米勒—库什的精确测定	139
§ 2.17 斯特恩—盖拉赫实验	141
1. 斯特恩的设计思想	142
2. 实验经过	143
3. 斯特恩—盖拉赫实验对近代物理学的影响	145
§ 2.18 核磁矩和电子磁矩的测量	146
1. 斯特恩的核磁矩实验	147
2. 拉比和他的分子束磁共振法	147
3. 库什的电子磁矩实验	150
§ 2.19 核磁共振实验	152
1. 历史溯源	152
2. 珀塞尔小组的共振吸收实验	153
3. 布洛赫的核感应实验	155
§ 2.20 氦的液化和超导电性的发现	158
1. 莱顿大学的目标——向绝对零度进军	159
2. 昂纳斯发现超导电性的实验	162
3. 莱顿低温实验室的经验	164

§ 2.21 中子的发现	165
1. 卢瑟福的理论预言	166
2. 查德威克的执著追求	167
3. 玻特和小居里夫妇的误判	168
4. 查德威克发现中子	170
5. 查德威克发现中子的启示	172
§ 2.22 重核裂变的发现	173
1. 中子作用的发现	174
2. 超铀元素之谜	177
3. 重核裂变的实验验证	180
4. 实现了链式反应	183
5. 铀核的三分裂	185
§ 2.23 正电子的发现	188
1. C.D. 安德森的工作	188
2. 簇射现象的发现	189
§ 2.24 附加辐射的发现	190
1. 赵忠尧的 γ 射线吸收实验	190
2. 赵忠尧发现附加散射辐射	193
3. 历史的考证	196
§ 2.25 加速器的发展	200
1. 高压加速器的发明	200
2. 回旋加速器的发明	201
3. 同步回旋加速器的发展	205
§ 2.26 穆斯堡尔效应	208
1. 多次尝试	208
2. 穆斯堡尔的设计思想	210

§ 2.27 迈克耳孙 莫雷实验	214
1. 迈克耳孙 莫雷实验的由来	215
2. 1887 年的迈克耳孙 莫雷实验	219
3. 再接再厉 严谨求实	221
4. 不朽的实验 伟大的实验家	224
§ 2.28 质量与速度的关系	228
1. 经典电磁质量概念	228
2. 考夫曼实验	229
3. 爱因斯坦和洛伦兹的质量速度公式	231
4. 布雷勒实验	232
5. 精确的验证	234
§ 2.29 厄缶实验	236
1. 惯性质量与引力质量	236
2. 早期的实验证据	237
3. 厄缶实验	239
4. 厄缶实验的意义	240
5. 后来的厄缶质量等价实验	242
§ 2.30 广义相对论的实验验证	245
1. 水星近日点进动	246
2. 光线在引力场中的弯曲	247
3. 光谱线引力红移	251
4. 雷达回波延迟	255
5. 引力波	256
6. 脉冲双星的观测	257
第三章 结束语	258
§ 3.1 物理学是以实验为本的科学	258

1. 在讲课中要讲清理论的基础是实验	260
2. 通过实例反复阐明,理论和实验的相互作用是推动物理学发展的动力	262
3. 有目的地选择几个著名实验,介绍其设计思想、实验结果和历史沿革,借以增强对实验的认识	262
4. 在讴歌理论家的功绩的同时,不要忘记也对实验家的事迹做些说明	264
5. 在实验课的教学中,也有很多机会可以利用物理学史进行教育	264
§ 3.2 物理学与技术的关系	267
§ 3.3 物理学是高科技的源泉	269

第一章 实验在近代物理发展中的作用

§ 1.1 什么是科学实验？

物理学是以实验为本的科学。在物理学的发展中,科学实验起了重要作用。什么叫实验?实验是人们根据研究的目的,运用科学仪器,人为地控制、创造或纯化某种自然过程,使之按预期的进程发展,同时在尽可能减少干扰的情况下进行观测(定性的或定量的),以探求该自然过程变化规律的一种科学活动。

实验和观察都是搜集事实的科学实践,但两者有所不同。前者要求人们发挥主观能动作用,控制条件,改变客观状态和进程,使自然现象的变化更有利于得出规律性的认识;而后者却只是被动地等待自然界按其本来的进程发展,人们仅仅对现象进行记录和研究。可见,实验和观察是不同层次的认识手段,起着不同的作用,两者不可偏废。

科学实验和生产劳动也有根本区别。两者都有改造世界的任务,但目的并不相同。前者是在科学理论指导下的探索性活动,离不开理论思维和分析判断;后者以直接变革自然,增加物质财富为目的,并不要求科学成果。实验工作中有劳动成分,但它与生产物质财富的劳动有本质的不同。

§ 1.2 为什么要进行科学实验？在物理学的发展中实验起了什么作用？

在物理学的发展中,从经典物理学到近代物理学,著名的物理实验不胜枚举,从事实验工作的物理学家何止成千上万.他们置身于艰苦的实验研究之中,为推动物理学的发展努力奋斗.他们的目标是什么?对物理学的发展起了什么样的推动作用?他们的工作有何价值?纵观物理学的发展史,特别是近代物理学的发展史可以概括成如下几个方面.

1. 发现新事实,探索新规律

伽利略的单摆实验和斜面实验为研究力学规律提供了重要依据;库仑通过滑板实验提出摩擦定律;胡克的弹性实验、玻意耳的空气压缩实验、波雷里的表面张力实验为物性学(研究物质状态的一门学科)提供了新事实和新规律.

在电学方面可以举出更多的事例.库仑定律的验证、欧姆定律的建立、奥斯特发现电流的磁效应、伽伐尼和伏打发现动物电和化学电源、法拉第发现电解定律和电磁感应现象,无一不是通过大量实验得出的.

光的干涉、衍射、偏振及双折射等现象也都是首先在实验中发现的,这些实验说明了光的波动性;从色散的研究到光谱学的发展,实验更是基本的认识途径,正是这一系列研究把人们带进了原子领域.

19世纪末,经典物理学发展到了相当完善的地步,人们纷纷认为物理学已经到顶了,以后只是把常数测得再准些,向小数

点后面推进而已。然而,正是实验的新发现打破了沉闷的空气,揭示了经典物理学的严重不足。世纪之交的三大发现:X射线、放射性和电子,开拓了新的领域,把物理学推进到一个新阶段。

物理学有许多分支,汇合起来组成物理学的主干,每个分支在其发展之初,都有大量的实验为之奠基,各分支在其发展的各个阶段大多有新的实验补充新的事实,从而使各分支更加充实,更加全面。这一切说明了:实验,只有实验,才是物理学的基础。

2. 检验理论

毋庸置疑,理论是物理学的主体。理性认识源于感性认识,但高于感性认识,更具有普遍性,只有靠理性认识才能达到事物内部的规律性。然而,理论是否正确,又必须经受实践检验。实验是人们检验理论的重要手段。例如,麦克斯韦以一组简洁的数学方程将电磁场理论概括得十分优美对称,但当年却难以令人信服。直到20多年后他预言的电磁波被赫兹的实验证实,他的学说才成为举世公认的电磁理论基础。

1905年,爱因斯坦用光电子假说总结了光的微粒说和波动说之间长期的争论,能很好地解释勒纳的光电效应实验结果,但是直到1916年,当密立根以极其严密的实验全面地证实了爱因斯坦的光电方程之后,光的粒子性才为人们所接受。

同样,德布罗意的物质波假说也是在实验发现电子衍射之后才得到肯定。

从诺贝尔物理学奖的颁发可以看到人们对实验检验的评价,如表1-1所示。