

中等专业学校工科各专业通用

物理教学参考书

● 下册 许楷 黄伟民 编



WULI JIAOXUE CANKAOSHU

高等教育出版社

中等专业学校工科各专业通用

物理教学参考书

下 册

许 楷 黄伟民 编

高等教育出版社

内 容 简 介

本书由全国中等专业学校物理课程组组织编写,与我社新近发行的工科类中专通用教材黄伟民等编《物理》(下册)、《物理演示实验》、《物理实验》配套使用。

本书章节与教材完全相同,每篇有概述,各章有教学要求、教材分析和教学建议、参考资料等,本书上册与教材上册配套。

本书可供全国工科中专师生使用,也可供其他中专或中学教师参考。

中等专业学校工科各专业通用

物理教学参考书

下 册

许 楷 黄伟民 编

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

青浦任电印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 6.125 字数 144,000

1989年8月第1版 1990年2月第2次印刷

印数 3,111—6,310

ISBN 7-04-002444-6/O·825

定价 1.70 元

下 册 目 录

第三篇 电 磁 学

本篇概述	1
第十章 静电场	6
一、教学要求	6
二、教材分析和教学建议	7
三、参考资料	27
第十一章 直流电	33
一、教学要求	33
二、教材分析和教学建议	34
三、参考资料	46
第十二章 电流的磁场	52
一、教学要求	52
二、教材分析和教学建议	53
三、参考资料	59
第十三章 电磁感应	64
一、教学要求	64
二、教材分析和教学建议	65
三、参考资料	76
第十四章 带电粒子在电场和磁场中的运动	81
一、教学要求	81
二、教材分析和教学建议	81
三、参考资料	92
第十五章 电磁振荡和电磁波	97

一、教学要求	97
二、教材分析和教学建议	97
三、参考资料	105

第四篇 光的基础知识

本篇概述	111
第十六章 几何光学	113
一、教学要求	113
二、教材分析和教学建议	113
三、参考资料	125
第十七章 光的本性	133
一、教学要求	133
二、教材分析和教学建议	133
三、参考资料	144

第五篇 原子和原子核基本知识

本篇概述	151
第十八章 原子和原子核基本知识	153
一、教学要求	153
二、教材分析和教学建议	154
三、参考资料	170
结束语	177
教材下册习题参考答案	180
参考书目	186

参考资料目录

第十章 电学发展简史	27
关于摩擦起电的顺序及电子转移的解释	30
库仑和库仑定律	31
关于电势差和电压的区别	31
地球的电场参数	32
第十一章 电路中形成和维持电流过程的分析	46
关于直流输电	47
超导物理学发展简史	48
伏打和伏打电池	50
第十二章 自由磁荷(磁单极子)	59
磁场强度	60
磁力线	60
安培	61
特斯拉	63
某些磁性物体的磁场	63
第十三章 两类基本电磁感应现象	76
感生电动势和动生电动势	76
楞次和楞次定律	77
法拉第的发现	78
亨利	79
韦伯	79
第十四章 阴极射线的发现	82
洛伦兹	82
加速器技术和原理的发展	83

馆耳效应·····	95
第十五章 罗兰的实验 ·····	105
麦克斯韦·····	107
赫兹·····	108
关于电磁振荡和电谐振的演示·····	109
第十六章 光学发展简史 ·····	125
光学纤维·····	127
光学仪器的三大本领·····	129
光速测量简史·····	131
第十七章 光的干涉的应用简介 ·····	141
光的衍射现象的应用·····	147
光的偏振发展简史及其应用·····	148
光电效应的利用·····	148
俄歇效应和光核效应·····	149
第十八章 原子光谱的发展和应用 ·····	170
核技术的应用·····	171
玻尔父子·····	172
原子核的几种结构模型·····	172
重核裂变的发现与原子能的利用·····	173
受控热核反应的途径·····	174

第三篇 电 磁 学

本篇概述

一、电磁学在中专物理中的地位

有人说过,力学无疑是物理学的原始基础,而电磁学可以说是物理学的擎天柱。这话对中专物理来说也是恰当的。因而大纲和教材都把这两部分并列为最主要的重点内容。其所以如此,一方面是因为电磁运动也是一种基本的物质运动形式,而且由于物质都是由含有电荷的微粒——分子、原子组成的,因此通过电磁学的学习,了解和掌握物质的电磁运动规律,对深入认识物质运动和研究物质的微观结构是非常重要的。

另一方面,电磁过程是自然界的基本过程,因此电磁学渗透到物理学的各个领域,在科学理论上具有重要意义。例如关于物质结构的理论,光的波动学说,以至近代物理中的量子力学、基本粒子理论等,都跟电磁学理论有着密切的关系。电磁学的规律也是应用学科的重要基础。由于电能转化方便,传送迅速便利,易于控制,在能源的开发与使用上起着重要作用。以电磁学为基础,已经发展成许多门独立的应用学科,如电工学、电子技术等。所以对于工科中专学生来说,电磁学的知识又是他们学习后续课程——专业基础课和专业课的必备知识。

二、电磁学教材的主要内容

本篇教材的内容共六章,第十章静电场和第十二章电流的磁

场自然是整个电磁学的理论基础。第十一章直流电和第十三章电磁感应则是本篇的教学重点。第十四章是带电粒子在电磁场中的运动。这样处理是根据大纲的精神，用意在于把带电粒子在电场中的运动和在磁场中的运动归结为一种情况，即质点在外力作用下的运动，有其方便之处，且可与力学中的运动学联系起来，让学生再一次得到系统复习的机会。第十五章电磁振荡和电磁波则是为学习光学和无线电科学作一些最基础的准备。

本篇内容，除电荷量子化而外，只讲经典电磁学。这不仅仅由于教学时限和中专学生的基础知识水平只允许这样，还因为经典电磁学的理论在许多应用范围，包括线圈、电容器、振荡电流以及无线电波和光波等方面，都是相当可靠的。就是在现代物理学中，经典电磁学的描述也是非常重要的。事实上，狭义相对论渊源于经典电磁学理论以及与之相关的许多实验。而狭义相对论也并不要求对经典电磁学作任何修正。已经证明，直到小于 10^{-10}cm 距离范围（即原子直径的 $1/100$ ），对电磁力作量子力学修正仍然是无关紧要的。在狭义相对论发表之前，麦克斯韦所提出的场方程组已被证明是完全符合相对论的。

三、教学中应注意的问题

1. 重视演示实验，从观察现象入手

电磁学部分，概念多而且抽象，学生的感性知识也比较少，单靠教材和教师的讲述，即使是非常完美的教材和非常高明的教师，也不易使学生很好地理解、掌握电磁学中的概念和规律。因此必须尽可能地在课堂内外做好演示实验，让学生从演示实验中看到或接近于看到电与磁的真实世界。必要时还可以让学生自己动手来做演示。让他们摸一摸、看一看那些十分灵敏精巧的电磁学仪表和十分精确的仪器，也有助于激发他们学习的兴趣。此外，让学

生从现象的观察开始,然后引导他们分析、比较、归纳,最后达到认识现象的本质。这对培养他们的抽象思维能力,帮助他们正确理解电磁学中的概念和规律是非常有意义的。教材注意到了这点,多数问题都是从观察现象、分析现象入手,并介绍一些行之有效的常见的演示方法。与教材配套发行的《中专物理演示实验》一书中在电磁学这一篇也提供了 30 个演示实验,教师可根据自己的情况选用。

2. 注意新旧知识之间的联系

电磁学内容既与前面学过的力学和热学有联系,也与后面将要学习的光学与原子物理学有联系。就本篇各章的内容来说,更是彼此紧密关联,教学中应注意前后呼应。在讲“静电场”时,有关“电势能”、“电势”等概念,如果不与力学中的机械能和功等概念联系起来讲,是不易使学生理解的。焦耳-楞次定律也需要与功能关系以及热运动等概念联系起来才能理解其物理意义。类似例子还可以举出很多。而学好电磁学又是学好光学和原子物理学的必要前提。

此外,还要注意与初中物理的衔接与联系,既要有重复,又要有拓展。教材在直流电、简单电路和电流的磁场等部分都作了必要的重复,同时也略有引深,并加强了电磁学的实际应用的介绍。

3. 掌握重点

电磁学内容纷繁,头绪较多。如何兼顾重点知识和一般知识,是教学中必须解决的问题。首先是要掌握住重点,然后再去处理好重点和一般的关系。就中专教材来说,因为已经依据大纲进行了精选,可以说电磁学前四章的内容都是重点。后两章“带电粒子在电磁场中的运动”和“电磁振荡”是电子技术和无线电技术的基础知识,也是必要的一般知识。不过,每一章的讲述仍应有所侧重,有的地方需要重点讲述,有的只需让学生有一般的了解和理解

即可,甚至可以让学生在课内外自己去阅读。因此,在教学中决不能把时间和精力平均使用。

4. 仍旧以功与能的关系统帅全篇

前面说过,静电场一章中的一些概念,只有联系功与能的概念才能讲清楚。事实上功、能的概念和功与能的关系仍旧贯穿着电磁学的全篇。讲述“电流做功”和“全电路欧姆定律”等内容时固不待言,就是对于“一段电路欧姆定律”的微观解释,也离不开功与能的概念。至于“电磁感应”、“电磁振荡”等章里的某些概念和规律,也都是能量转换与守恒定律在电磁过程中的表现。因此,在教学中,经常抓住这根主线,并不时地提醒学生是很有必要的。

5. 比喻要慎重

教学实践证明,比喻或类比的方法是一种可取的方法。比喻恰当,可以收到事半功倍的效果。在电磁学的教学中,由于概念抽象,教材和教师也都乐于用比喻的方法来帮助学生理解这些抽象的概念。比如,用水压来比喻电压;用重力做功和重力势能来比喻电场力做功和电势能;用水流比喻电流;用机械振动比喻电磁振荡等等。不可否认,使用比喻有利也有弊。譬如,用水压比喻电压就不是十分准确;用重力势能来比喻电势能,就容易使学生把电势的高低理解为象地势的高与低那样。当然,比喻的方法还是要用的,只是在应用比喻方法时,要向学生强调:我们所比喻的,只是在某种特殊的条件下,我们正在研究的物理过程跟某某过程有相似之处。至于是什么特殊条件,也当结合具体问题具体地讲清楚。

6. 注意方法,理顺单位

教学可以有这样那样的方法,但一言以蔽之,不外乎是发挥教师的主导作用和学生的主体作用。对于后者,关键还在于教师是否善于调动学生的学习积极性。如何调动?则无定则可言。教师应在充分了解教材和了解学生的基础上,考虑好每一个教学细节。

什么问题应该只引不发;什么问题应该只发不引。什么地方应该让学生看;什么地方应该让学生去想。什么问题应由教师解决;什么问题可交学生自己去解决。讲课之前,应该做到心中有数。电磁学内容除概念多外,定量的讨论也相对多一些,特别是单位比较复杂,有时还涉及到一些非SI制单位。在教学中仍应抓住SI制的MKSA基本单位为主导,虽不提量纲问题,但应交代清楚每一导出单位的来龙去脉。对某些导出单位还要从能量转换与守恒定律来进一步阐明其物理意义。这样可以使学生印象深,容易记,做到多而不乱。在平时的作业中,训练学生利用等号两端物理量的单位最终是否一致来判断等式是否成立,对帮助学生理顺单位也有好处。

7. 注意介绍一点电磁学发展史

结合电磁学的讲述,适当介绍一点电磁学发展史,不仅可以帮助学生更好地理解电磁过程和其它过程之间的密切联系,还可以培养学生的辩证唯物主义思想。从电磁学的发展史可以知道,电磁现象的发现虽然很早,但对电磁现象的研究却着手较晚,在研究的初始阶段进展也很缓慢。而电磁学获得实际应用则为时更晚,只在法拉第发现了电磁感应现象以后,才为现代电工学技术奠定了基础。但十九世纪后半叶以后,电磁学在理论研究和技术应用上得到飞跃发展,现在已对科学技术起着越来越大的推动作用。有人说现在是电的世界,实在是言不为过。

第十章 静 电 场

(讲课 12 学时, 实验 2 学时)

一、教学要求

1. 教学目的 进一步认识“物质”的概念,掌握电场的基本性质,以及有关物理量之间的关系,为学好电磁学打下基础。

2. 教学目标分类

类别	知 识 点 内 容	教 学 要 求			
		了解	理解	掌握	牢固掌握
基 本 知 识	●两种基本电荷。 ●点电荷的意义。 ●电场的概念。 ●电场强度。 ●电力线。 ●匀强电场。 ●电场力做功与电势能。 ●电势和电势差。 ●等势面和等势体。 ●匀强电场中场强与电势差的关系。 ●静电场中的导体。 ●静电感应和静电屏蔽。 ●电容器的电容。 ●平行板电容器的电容公式。 ●极化现象与介电常数。 ●静电的应用。	√ √	√ √ √ √	√ √ √	
基 本 理 论	●电荷守恒定律。 ●电荷的量子化。			√ √	

(续表)

类 别	知 识 点 内 容	教 学 要 求			
		了解	理解	掌握	达到程度
基本理论	①真空中的库仑定律。			√	
基本技能	●会计算在同一直线上不超过三个点电荷之间的静电力。				√
	●会计算点电荷的场强。			√	
	●会运用匀强电场中场强与电势差的关系。			√	
	●会利用电势差计算电场力做功或反抗电场力做功。			√	
	●会计算平板电容器的电容。			√	
	●会利用仪器测量电势差、描绘电场、以及研究其它静电现象。			√	

二、教材分析和教学建议

本章为整个电磁学的基础。其中“库仑力”、“电场”、“电力线”和“电势差”等概念,更是学生所必须掌握的。讲好这一章,则为学习整个电磁学铺平了道路。本章内容有些是重点但并不是难点,仍旧要讲透其物理意义;有的内容既是重点又是难点,在教学中自须特加注意。本章开头部分主要介绍两种电荷之间的作用力,初中物理里对这已有定性的描述。对物体带电的实质,也曾作了微观解释。教材在这里仍作了必要的重复。一方面是着眼于丰富学生的感性知识,更重要的是,电荷守恒定律和库仑定律是电磁现象中两个基本定律。不仅有必要重复强调,而且还要进一步的理解和运用。

关于电荷量子化的概念,虽然已经超出经典电磁学的范围,但在这里讲述一下,既是必要,也是可行的。学生已经有了关于原子结构和电子的初步知识,进而讲清电荷的量子化也不是十分困难的事。因为刚接触到静电力的计算,关于库仑定律,只讲应用于真

空中的数学表达式就可以了。

1. 教学中的重点和难点

重点:

- 基本电荷 电荷守恒定律
- 库仑定律
- 电场和场强的概念
- 电势和电势差的概念
- 电容器及其电容

难点:

- 电场的概念
- 电场强度的物理意义
- 电势能和电势的概念
- 电容的概念

2. 学习中可能出现的问题

● 对库仑定律和点电荷的场强公式常从数学角度分析, 因而认为距离 $r \rightarrow 0$ 时库仑力 $F \rightarrow \infty$ 或场强 $E \rightarrow \infty$ 的, 所以, 应从物理角度去理解。

● 对场强和库仑力两个概念混淆不清。

● 对 $E = \frac{F}{q}$ 的理解不正确, 认为 $E \propto \frac{1}{q}$ 。

● 容易以地势高低的概念来理解电势的高低。

● 容易把电势的高低和电势的正负混为一谈。

● 容易把场强方向、电场力方向、电力线方向混淆起来。

● 认为电荷在电场中就是顺着电力线运动。

● 对场强为零处电势不一定为零不理解。

● 根据 $C = \frac{Q}{U}$, 认为电容 C 跟电荷量 Q 成正比, 而跟电势差 U

成反比。

3. 课时分配

第一次课: §10-1, §10-2.

第二次课: §10-3.

第三次课: §10-4, §10-5.

第四次课: §10-6, §10-7.

第五次课: §10-8.

第六次课: §10-9.

第七次课: 学生实验十二 静电场的描绘

4. 具体分析

§ 10-1 摩擦起电

摩擦起电实际上是接触起电。用玻璃棒与丝绸作瞬间的接触, 玻璃棒上部分电子可能跑到丝绸上去, 从而使玻璃棒带正电荷而丝绸带负电荷。但是用丝绸去摩擦玻璃棒是为了使接触面更大, 是使玻璃棒带电的更有效方法。至于为什么用别的物体代替丝绸去摩擦玻璃棒就不能使电子转移? 为什么一定是玻璃棒上的电子跑到丝绸上去, 而不是丝绸上的电子跑到玻璃棒上去? 是否任何两种不同的物质互相摩擦都能带电? 等等一类问题, 我们只能向学生说明, 对其中的某些问题虽然也可以从理论上得到解释, 但总的说来, 到目前为止, 人们对摩擦起电的过程了解得很不透彻。摩擦起电是实验事实, 而不是从理论上推导的结论。也不必告诉学生现在已有人根据实验排列出静电的摩擦顺序。提出这个顺序来并不能解决学生的疑团, 也许还会引出其它的疑团来。

通过演示摩擦起电介绍静电现象, 还可以从日常生活中提出一些静电现象。除教材上已有的演示外, “演示实验 35” 也可供参考。最后应达到三个目的: 使学生明白静电现象与磁现象不同; 使

学生明白带电现象是电子的转移,而不是电荷的创生;使学生明白电荷只有两种,摩擦起电时,两种物体上各带等量异性的电荷,至于电荷正负的规定,完全是偶然的。

§ 10-2 电荷守恒与电荷的量子化

电荷守恒与电荷的量子化是电荷的两个重要性质。电荷守恒定律也是一个基本的守恒定律,它和在力学中学过的几个守恒定律是同样正确的。不仅在宏观过程中这个守恒定律是正确的,人们已经在原子的尺度上成功地检验了这个定律。对于这个定律,通常的叙述是:在任何封闭(或孤立)的系统中,电荷的代数和保持不变。在讲授时也要尽可能地演示,让学生从宏观现象中看到。教材在这里未提感应起电,可能是为了避免头绪过多,只从接触带电来讲述电荷守恒定律也许不是十分周密的,而且不讲感应起电也就少了一些演示,学生的感性认识也减少了一些,这个缺点可在以后讲到静电感应时再弥补。

量子化是学生第一次接触到的概念,字面上不太好理解。讲述这个概念时,只能在学生的原有知识基础上引导其推想。首先说明每一个电子都带着同等大小的电荷量,其次指出,迄今为止没有在实验中发现电荷量比电子的电荷量更小的带电粒子,换句话说,电子的电荷量是目前已知的自然界中最小的电荷量。既然任何带电体都是电子的富余或不足,则其所带的电荷量就只能是一个电子的电荷量的整数倍。通常用 e 代表一个电子的基元电荷量,所以任何带电体的电荷量就只能是 $e, 2e, 3e, \dots, ne$, 而不可能是任意的,这就是电荷量子化的概念。

§ 10-3 库仑定律

静止电荷之间有相互作用,这是电荷的另一基本属性;正是根