

中等专业学校工科各专业通用

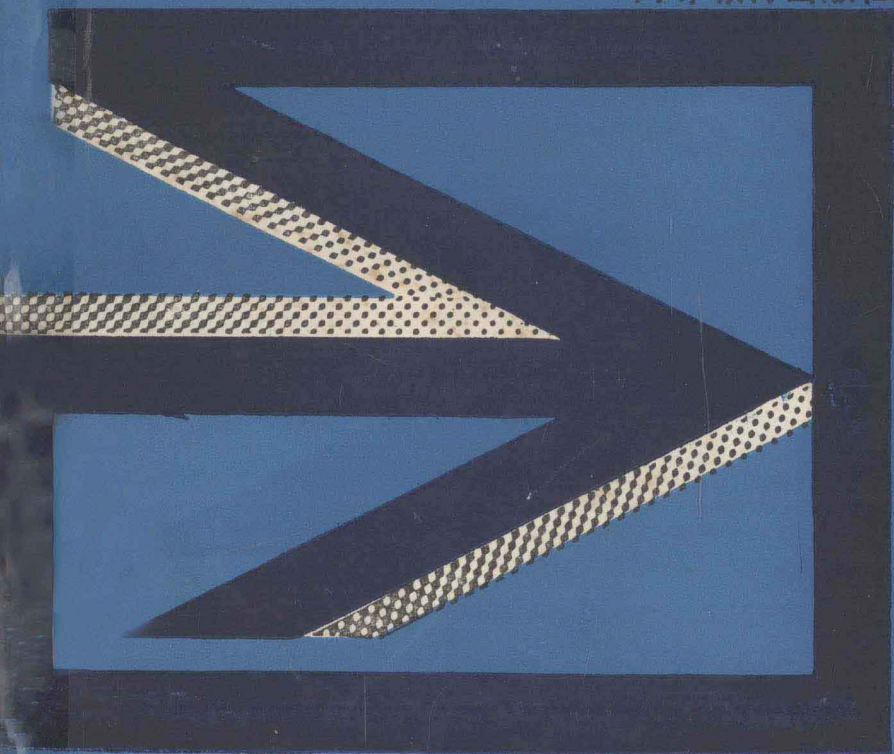
物理教学参考书

(第三版)

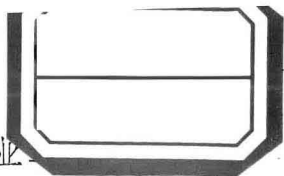
下册

陕西省中专物理教材编写组

高等教育出版社



中等专业学校工科各专业



物理教学参考书

(第三版)

下册

陕西省中专物理教材编写组

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是与陕西省中专物理教材编写组编写的《物理》下册(第三版)配套的教学参考书。全书包括电磁学、光学和原子核物理基础知识三大部分,每章都包括“教学要求”、“教材分析”、“教法建议”、“实验”和“参考资料”五部分,内容与教材紧密配合。书中对教材中的重点、难点和关键都进行了详尽的分析和研究,是中等专业学校工科各专业师生讲授和学习《物理》的一本很有用的参考书,也可供广大中学及技工学校教师参考。

责任编辑 张思挚

(京)112号

中等专业学校工科各专业通用

物理教学参考书

(第三版)

下 册

陕西省中专物理教材编写组

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

崇明红卫印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 5.75 字数 116,000

1980年12月第1版

1990年9月第3版 1993年2月第4次印刷

印数 9,020—11,337

ISBN 7-04-003160-4/O·977

定价 1.90元

目 录

第三篇 电磁学	251
第八章 静电场	253
第九章 稳恒电流	283
第十章 磁场	306
等十一章 电磁感应	327
第十二章 电磁振荡和电磁波	351
第四篇 光学	365
第十三章 几何光学	366
第十四章 物理光学基础知识	388
第五篇 原子核物理基础知识	407
附录一 法定计量单位(II)	421
附录二 中专物理(下册)常用物理常数	422
附录三 中专物理(下册)习题答案	423

第三篇 电 磁 学

电磁学是研究电磁现象的规律及应用的一门学科。电磁现象是一种非常普遍的自然现象,从日常生活、工农业生产到现代科学技术,无不与电磁现象有密切关系。电能最容易转变成其他形式的能,又能进行远距离输送,便于遥控和自动控制,在国民经济各个部门中起着重要作用。当代无线电通讯、电子计算机、电子显微镜和粒子加速器等都是应用电磁学理论发展起来的,因而学习电磁学,掌握其基本规律,有着重要的意义。电磁学同力学一样,是中专物理教材中的重要内容。

静电场一章是电磁学的理论基础。这部分教材以库仑定律为基础,论述了电场的概念,并根据电场的力和能的特点,引入了电场强度和电势两个重要概念,用以表征电场的性质。稳恒电流一章主要阐述直流电路的基本规律及应用,是电磁学的重点之一。这部分教材是在电场知识的基础上,引入电流、电压和电阻等描述电路性质的物理量,并从产生稳恒电流的条件出发,引入电动势的概念,又从能量角度推导出全电路欧姆定律。磁场一章研究了电流的磁场,引入描述磁场性质的物理量——磁感应强度,并研究了磁场对电流和运动电荷的作用规律,初步揭示了电与磁的联系。电磁感应一章阐述了电磁感应的基本规律,进一步揭示了电与磁的内在联系。这

两章也是重点内容。电磁振荡和电磁波一章定性地介绍了麦克斯韦电磁场理论的要点，揭示了电场与磁场的关系及统一性，并介绍了电磁波的发射和接收的初步知识。

电磁学中的一些概念比较抽象，学生又缺乏感性知识，不易理解，如电场强度、电势、电动势和磁感应强度等。为使學生较好地掌握基本概念，教学中应加强演示实验，丰富学生的感性知识，并重视对学生科学思维能力的培养，使学生较好地掌握概念。

电磁学中的概念和基本规律多，综合计算要求高。如电势、电动势、电流的功、功率、全电路欧姆定律、楞次定律、法拉第电磁感应定律和电磁振荡等。为使學生更好地掌握这些概念和规律，教学中应注意复习初中力学中的有关知识，并注意从能量转换和守恒的角度帮助学生理解和掌握。

电磁学中演示实验和学生实验多。在演示实验中，应注意引导学生有目的地观察物理过程，培养他们通过观察、分析找出规律的能力。通过学生实验，应使學生加深理解有关的概念和规律，培养学生实验的基本技能、严谨的科学态度和爱护仪器的好习惯。

第八章 静 电 场

一、教 学 要 求

1. 掌握电荷守恒定律、库仑定律，会熟练计算在同一直线上不超过三个点电荷的电荷之间的静电力。

2. 理解电场、电力线的概念，掌握电场强度的概念，会计算点电荷的场强。

3. 掌握电势、电势差的概念，掌握用电势差计算电场力做功和反抗电场力做功的方法，会运用匀强电场中场强和电势差的关系计算有关习题。

4. 掌握带电粒子在匀强电场中的运动规律，能计算加速和偏转方面的习题，理解导体处于静电平衡时的特点。

5. 理解电容的概念，会计算平行板电容器的电容。

二、教 材 分 析

(一) 概述

由静止的电荷产生的电场叫静电场。这一章讲述的主要内容是库仑定律以及电场强度、电势、电容等重要概念。这些知识是电磁学的基础，为以后各章的学习作好了准备。本章是电磁学的重点章之一。

本章首先复习初中学过的两种电荷及同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引等知识；接着阐述了电荷守恒定律和点

电荷间相互作用的规律——库仑定律,并引出了电场的概念;继而着重研究了电场的力的性质(引入电场强度)和电场的能的性质(引入电势);然后运用这些知识论述了带电粒子在电场中的运动和静电场中的导体;最后讨论了导体本身的性质之一——电容.

本章教学内容的特点是:需要建立的基本概念多,而且比较抽象;综合运用知识的能力要求较高.教师在教学中要充分发挥演示实验的作用,尽可能使学生获得形象、感性的认识;同时应有意识地把有关力学知识的复习安排到适当的内容中去,并运用类比的方法,使学生在旧知识的基础上学习新知识,建立新概念.

(二) 重点、难点及关键

重点

库仑定律,电场强度,电势,电势差,电容器的电容.

难点

电场强度,电势.

关键

1. 要充分运用形象化的教学手段,做好演示实验,为讲述抽象概念打好基础.

2. 要复习好有关的力学知识,充分运用类比的方法帮助学生理解和想象.

(三) 单元划分及具体要求

第一单元 库仑定律 (§ 8-1, § 8-2)

1. 两种电荷 了解自然界只存在正、负两种电荷,同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引. 了解基本电荷的概念.

2. 电量 了解电量的概念和它的国际制单位库仑.
3. 掌握电荷守恒定律,能用它解释有关的电现象.
4. 点电荷 了解“点电荷”是一个理想的物理模型. 了解真实电荷在什么条件下可看作“点电荷”.

5. 库仑定律

- (1) 了解库仑定律是从实验总结出来的.
- (2) 熟悉库仑定律的内容及其数学表达式.
- (3) 了解库仑定律的适用条件.
- (4) 会运用库仑定律计算点电荷间的相互作用力. 了解在基本粒子(电子、质子)相互作用的领域里,库仑力远大于万有引力.

第二单元 电场及电场强度 (§ 8-3)

1. 电场 了解电荷周围存在电场,电场是一种特殊形式的物质.

2. 电场强度

(1) 掌握电场强度的定义和定义式 $E = \frac{F}{q}$, 了解它的国际制单位,并能运用定义式进行有关的计算.

(2) 了解电场强度是矢量,了解它的方向是如何规定的.

(3) 了解电场强度矢量的合成.

(4) 掌握点电荷场强的决定式 $E = k \frac{Q}{r^2}$, 并能运用此式进行有关的计算.

(5) 明确 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 两式中各量的物理意义及各自的适用范围.

3. 电力线

(1) 了解电力线的定义.

(2) 了解如何用电力线来表示电场的强弱和方向; 了解电力线始于正电荷而终于负电荷.

(3) 能根据电力线的分布判定电场中各点电场的强弱和方向.

(4) 了解一个点电荷、两个靠近点电荷(同种或异种)的电场及匀强电场的电力线分布.

4. 匀强电场

(1) 了解什么是匀强电场.

(2) 了解两块互相靠近且带等量异种电荷的平行板之间的电场是匀强电场.

第三单元 电势能、电势和电势差 (§ 8-4, § 8-5)

1. 电势能

(1) 理解什么是电势能.

(2) 理解在电场中移动电荷时, 电场力作正功电势能减少, 电场力作负功电势能增加, 电场力作的功等于电势能的变化量.

(3) 了解电势能是标量, 它的大小是相对的.

2. 电势

(1) 掌握电势的定义和定义式 $V = \frac{E_P}{q}$ 及其国际制单位伏特.

(2) 了解电势是标量, 它的大小是相对的; 了解电势正、负的含义(比零电势高为正, 比零电势低为负).

(3) 能根据电场中电力线的方向比较各点电势的高低.

3. 电势差

(1) 掌握电势差的定义及其表达式 $U = \frac{W}{q}$.

(2) 能运用电势差计算在电场中电场力移动电荷所做的正功和负功.

4. 等势面

(1) 了解什么是等势面, 了解一个点电荷形成的电场和匀强电场的等势面的特点.

(2) 了解在等势面上移动电荷时不做功.

(3) 了解等势面一定与电力线垂直.

5. 电势差和电场强度的关系

(1) 了解匀强电场中, 电势差和场强的关系, 能运用公式

$U = E \cdot d$ 或 $E = \frac{U}{d}$ 进行有关的计算.

(2) 能说明场强的两个单位牛顿/库仑和伏特/米是相等的.

第四单元 带电粒子在电场中的运动 (§ 8-6, § 8-7)

1. 带电粒子在电场中的加速和偏转

(1) 能应用电场力做功和有关的力学知识综合解决带电粒子在匀强电场中的加速问题.

(2) 能应用场强的定义式、匀强电场中电势差和场强的关系式以及有关的力学知识, 综合解决带电粒子垂直于场强方向进入匀强电场中时的偏转问题.

2. 静电场中导体的特性

(1) 了解静电感应现象.

(2) 理解什么是静电平衡状态, 理解静电平衡时导体内部的场强为零.

(3) 了解什么是静电屏蔽.

第五单元 电容器及其电容 (§ 8-8)

1. 了解什么是电容器.

2. 电容

(1) 掌握电容器电容的定义及定义式 $C = \frac{Q}{U}$; 了解电容

的国际制单位法拉. 了解法拉、微法和皮法的换算关系.

(2) 理解电容是描述电容器容纳电荷本领大小的物理量. 它的大小由电容器本身的因素决定, 与电容器两板间的电压及所带的电量无关.

(3) 能应用电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 进行有关的计算.

3. 平行板电容器

(1) 了解平行板电容器的电容跟哪些因素有关, 有什么关系.

(2) 能应用平行板电容器的决定式 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 进行有关的计算.

三、教法建议

第一单元

1. 两种电荷

着重说明基本电荷的概念。

2. 电荷守恒定律

其内容是：一个系统如果与外界没有电荷交换时，那么不管系统内部如何交换电荷，整个系统电荷的代数和保持不变。例如，原来呈电中性的两个物体，在摩擦起电时，一个物体带上多少数量的正电荷(失去电子)，另一个物体必定带上同样数量的负电荷(得到电子)，在电荷交换前后，系统电量的代数和保持不变。可见带电的微观过程是得失电子的过程。

3. 库仑定律

(1) 在讲课前可以先复习万有引力定律，因为万有引力定律公式与库仑定律公式在形式上很相似，记住万有引力定律公式有助于学生记住库仑定律公式。

(2) 库仑定律是由实验总结出来的。可以用绝缘性较好的通草或软木做的小球以丝线系住，放在带电体旁，定性地演示电荷间的作用力与它们的带电量、距离有关，使学生获得感性的认识。

(3) 向学生指出，根据精确的实验可以得到

$$F \propto q_1 \cdot q_2$$

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

$$F \propto \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$\text{故 } F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

(4) 应明确库仑定律只适用于“点电荷”。使学生明白点电荷的概念和力学中质点的概念一样，是一个理想的物理模型。当带电体的大小与带电体之间的距离相比可以略去不计时，带电体就可以看作“点电荷”，反之就不能看作“点电荷”。若带电体不能看作点电荷，就不能用库仑定律简单地进行计算。但应指出，对于均匀带电的两个球体之间的相互作用力，则可以认为全部电量集中在球心上，直接用库仑定律进行计算。

(5) 在应用库仑定律公式进行计算时，不应将电荷的正、负号代入公式，而只将电量的绝对值代入，计算出力的大小后，再用电荷间的作用力是相斥还是相吸，确定每个电荷的受力方向。在计算时，公式中各量要统一使用国际单位制的单位。

例题 如图 8-1，在真空中有三个点电荷，它们所带的电

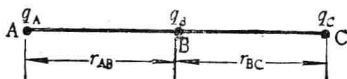


图 8-1

量分别是： $q_A = 3 \times 10^{-8}$ 库， $q_B = -3 \times 10^{-8}$ 库， $q_C = 3 \times 10^{-8}$ 库，它们间的距离 $r_{AB} = r_{BC} = 10$ 厘米。求 q_A 所受的作用力。

解 已知： $q_A = q_C = 3 \times 10^{-8}$ 库， $q_B = -3 \times 10^{-8}$ 库， $r_{AB} =$

$$r_{BC}=0.1 \text{ 米}, r_{AC}=0.2 \text{ 米}, k=9 \times 10^9 \frac{\text{牛} \cdot \text{米}^2}{\text{库}^2}.$$

求: q_A 所受的作用力.

分析: q_B 对 q_A 有一吸引力, 方向向右, q_C 对 q_A 有一排斥力, 方向向左. q_A 所受的作用力应是此两力的矢量和.

$$\begin{aligned} F_{BA} &= k \frac{q_B \cdot q_A}{r_{AB}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-8} \times 3 \times 10^{-8}}{(0.1)^2} \\ &= 8.1 \times 10^{-4} (\text{牛}) \quad \text{方向向右.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{CA} &= k \frac{q_C \cdot q_A}{r_{AC}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-8} \times 3 \times 10^{-8}}{(0.2)^2} \\ &= \frac{8.1}{4} \times 10^{-4} (\text{牛}) \quad \text{方向向左.} \end{aligned}$$

$$F_A = 8.1 \times 10^{-4} - \frac{8.1}{4} \times 10^{-4} \approx 6 \times 10^{-4} (\text{牛}) \quad \text{力的}$$

方向向右.

第 二 单 元

1. 电场

在讲述电场的性质时, 应强调指出物质有两种基本形式, 除了象分子、原子等实物形式外, 还有场的形式. 因为物体间的相互作用不是通过直接接触, 就是通过某种物质的作用而发生. 而带电体间存在相互作用, 说明带电体周围存在着一种物质, 这种特殊形式的物质叫电场. 电荷间的相互作用就是通过电场来传递的.

电场是客观存在的. 它对放入其中的电荷有作用力, 且

能对放入其中的电荷做功。人们就是从它对电荷的作用力和做功两个方面去研究它的。场的概念比较抽象，只要求学生初步理解，不宜多讲。

2. 电场强度

电场强度是用来定量地描述电场的力的性质的物理量。它仅由电场决定，而与检验电荷 q_0 无关。

(1) 场强概念的引入

首先要向学生说明检验电荷的意义。为了感知电场的存在和它的性质，需要用检验电荷去探测。检验电荷必须 ①体积小，可看作点电荷，才能探知电场中各点的情况；②带电量少，以致放入所研究的电场后，不影响原来的电场。

由库仑定律分析，同一检验电荷在电场中不同的位置，所受电场力的大小和方向都不同，这就有必要用一物理量来描述电场的力的特性，从而引入了电场强度的概念。

(2) 电场强度的定义

在给出电场强度的定义之前，教师应向学生着重说明两点：①检验电荷在电场中某点所受的电场力 $\mathbf{F}$ 与检验电荷的电量 q 之比 $\mathbf{F}/q$ ，在电场中的同一点，其大小和方向只决定于电场本身的性质，而与检验电荷 q 无关；②在电场中不同的点， $\mathbf{F}/q$ 的大小和方向一般是不同的。 $\mathbf{F}/q$ 的比值大，说明该点的电场强， $\mathbf{F}/q$ 的比值小，说明该点的电场弱。为了说明电

场中某点电场的强弱和方向，给出了电场强度的定义 $\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q}$ ，

场强 $\mathbf{E}$ 的方向由正电荷在该点受力的方向决定

$\mathbf{F}/q$ 可以用来量度电场的强弱，但不能说 $\mathbf{F}$ 或 q 决定了

电场的强弱，这一点学生是不易接受的。我们可以用类比的方法帮助学生理解。例如，在匀速直线运动中，物体在时间 t 内发生的位移 x ， x/t 是一个恒量，这个恒量与 t 无关，时间愈长，它的位移愈大，而 $x/t=v$ 反映了物体本身运动的快慢程度，它仅由物体本身的条件所决定。位移 x 和时间 t 可以用来量度 v ，但不能决定 v 。同理，我们用 $E=\frac{F}{q}$ 表示电场强度，但我们不能说 E 和 F 成正比，与 q 成反比。用 F 和 q 的大小不能决定这一点 E 的大小。因为对电场中的某一点来说， F 大了，一定是检验电荷 q 也相应地大了。

为了加深学生对电场强度概念的认识，可向学生提问以下几个问题。

① 有一个检验电荷 q ，处在一个电荷所产生的电场中的某点 N ，受到的电场力为 F 。问 N 点的场强是多大？当检验电荷变为 $\frac{q}{2}$ 或零时， N 点的场强怎样？（ $E=\frac{F}{q}$ ，不变）

② 在点电荷 Q 产生的电场中，以点电荷 Q 为球心，以任意长 r 为半径，作一个球面，在球面上各点的电场强度是否相同？（不同，因各点的场强方向不同）

③ 有一带电的平板，它所带的电量为 Q ，计算离这个带电平板为 r 远的点 M 的电场强度时，可否利用公式 $E=k\frac{Q}{r^2}$ ？
（不能，因为 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 只适用于点电荷产生的电场）

（3）电场强度和电场力的区别和联系

主要区别：① 电场强度是针对电场而言，反映电场的力