

高中物理教学辅导

下

山东教育出版社

高中物理教学辅导

下 册

牟大全 编

山东教育出版社

一九八五年·济南

高中物理教学辅导

下 册

蔡次全 编

山东教育出版社出版

(济南经九路胜利大街)

山东省新华书店发行 山东人民印刷厂印刷

◆

787×1092毫米32开本 13印张 275千字

1985年8月第1版 1985年8月第1次印刷

印数1—7,200

书号 7275·287 定价 1.80 元

前 言

为了帮助高中物理教师更好地掌握教材，提高教学质量，特编写了这本书。

本书根据中学物理教学大纲的要求，以高中物理教材为依据，分上、下两册编写。本书对教材所涉及的有关重点、难点问题，做了较详细地分析和说明。对一些物理概念、定律和定理的教学提出了一些建议，阐明了一些重要课题的解题出发点和落脚点，以便启发学生在学习中，有一条明晰的思路。考虑到培养学生能力和发展学生智力的需要，本书还编选了具有一定难度的例题和参考题，以便教师们选用。

由于水平所限，对书中的缺点和错误，望广大读者批评指正。

一九八四年八月

目 录

一、电场	(1)
(一)教材分析	(1)
(二)教学建议	(2)
1. 电场强度	(2)
2. 电势的概念	(11)
3. 正负号在电场中的应用	(20)
4. 如何分析带电粒子在电场中的运动	(22)
5. 电容问题	(34)
6. 对静电学三个问题的分析	(47)
(三)参考题	(50)
(四)参考资料	(56)
1. 电场强度的计算	(56)
2. 高斯定理及其应用	(61)
3. 电势的概念	(65)
4. 密立根油滴实验	(71)
二、稳恒电流	(74)
(一)教材分析	(74)
(二)教学建议	(75)
1. 改画电路	(75)
2. 闭合电路的欧姆定律	(79)
3. 电路计算	(83)

4. 欧姆定律的应用	(97)
5. 惠斯通电桥	(108)
(三) 参考题	(114)
(四) 参考资料	(129)
1. 欧姆定律和焦耳-楞次定律的 微分形式	(129)
2. 基尔霍夫定律	(130)
三、磁场	(135)
(一) 教材分析	(135)
(二) 教学建议	(136)
1. 磁感应强度	(136)
2. 洛伦兹力	(140)
3. 电流表的工作原理	(161)
(三) 参考题	(163)
(四) 参考资料	(173)
1. 毕奥-萨伐尔定律	(173)
2. 磁场的高斯定理	(176)
3. 磁场的安培环路定理	(176)
4. 霍尔效应	(179)
5. 安培定律	(180)
四、电磁感应	(182)
(一) 教材分析	(182)
(二) 教学建议	(183)
1. 磁通量	(183)
2. 楞次定律	(185)
3. 电磁感应定律	(190)

4. 自感现象	(208)
(三) 参考题	(212)
(四) 参考资料	(227)
1. 动生电动势和感生电动势	(227)
2. 互感与自感	(231)
五、交流电	(235)
(一) 教材分析	(235)
(二) 教学建议	(236)
1. 交流电及表征它的物理量	(236)
2. 关于电阻、电感、电容对交流电的作用	(243)
3. 变压器	(247)
4. 两个问题	(255)
(三) 参考题	(257)
(四) 参考资料	(262)
1. 纯电阻、纯电容、纯电感电路	(262)
2. R-L-C 串联电路	(264)
3. 交流电的瞬时功率和平均功率	(267)
4. 交流电的有效值	(270)
六、电磁振荡和电磁波	(272)
(一) 教材分析	(272)
(二) 教学建议	(273)
1. 电磁场和电磁波	(273)
2. 电磁波的发射与接收	(276)
(三) 参考题	(280)
(四) 参考资料	(281)
1. 位移电流	(281)

2. 麦克斯韦方程组	(283)
3. 电磁场的物质性	(287)
4. 电磁波理论	(296)
七、电子技术基础	(300)
(一) 教材分析	(300)
(二) 教学建议	(301)
1. PN结	(301)
2. 二极管整流电路	(303)
3. 晶体三极管	(308)
4. 如何演示三极管工作点的调整方法	(311)
5. 直放式收音机	(313)
(三) 参考题	(315)
(四) 参考资料	(318)
八、光的本性	(320)
(一) 教材分析	(320)
(二) 教学建议	(321)
1. 光的干涉现象	(321)
2. 光电效应	(326)
3. 光的波粒二象性	(331)
(三) 参考题	(332)
(四) 参考资料	(338)
1. 光的偏振 马吕斯定律	(338)
2. 浅谈物质波	(341)
3. 薛定格方程的应用	(345)
九、原子结构	(347)
(一) 教材分析	(347)

(二) 教学建议	(348)
1. 原子核式结构的发现	(348)
2. 原子的定态和能级	(350)
(三) 参考题	(356)
(四) 参考资料	(358)
1. 量子数和量子化条件	(358)
2. 泡利不相容原理	(360)
3. 能量最小原理	(361)
十、原子核	(362)
(一) 教材分析	(362)
(二) 教学建议	(363)
1. 怎样建立核反应方程式	(363)
2. 原子能	(366)
(三) 参考题	(373)
(四) 参考资料	(378)
1. 核力	(378)
2. 核反应的特性	(379)
十一、实验	(382)
(一) 气垫导轨实验	(382)
(二) 研究弹性碰撞实验的几个问题	(386)
(三) 电流表改装为伏特表实验的问题	(388)
(四) 运用示波器演示调幅和检波	(390)
(五) 威尔逊云雾室实验要领	(392)
十二、典型教案	(395)
课题 1 示波管	(395)

课题 2	感生电流的方向 楞次定律	(398)
课题 3	运用楞次定律判断感生电流方向	(401)
课题 4	晶体三极管	(404)

一、电 场

(一) 教材分析

电场一章所涉及的一些基本概念、基本规律，在整个电磁学中居于重要的地位，因此，这一章既是学生学好电磁学的关键，又是讲授电磁学的最困难的课题之一。

本章教材，首先介绍了库仑定律，并在此基础上，为讲述静电场的特性，引入了电场强度和电势这两个重要概念，以便从不同的角度去揭示电场力和电场能的性质。教材在进一步探讨电场中某点电场强度 E 和该点的电势 U 之间的关系的过程中，把学生带入知识的深处。在学生基本掌握电场强度和电势的概念之后，教材转入分析带电粒子在电场中的运动状况，并以此为基本出发点，讲述了广泛应用于生产实际的加速场和偏转场的问题。本章最后还讲述了电场中的导体和绝缘体以及电容器和电容器的联接。剖析上述内容的各自特点和它们之间的内在联系，不难看出，教材从中学生的实际出发，这样安排教学内容是合理的，是符合认识规律的。

电场强度矢量 E 揭示了电场力的性质，而标量电势 U 揭示了电场能的性质，经验证明，只有使学生掌握了这两个概念及其运算，才能真正理解电场，所以，电场强度和电势的概念是本章教学的重点。

电场一章的教学之所以困难，是因为电场一章提到的概

念多，问题抽象，静电演示实验难做，与旧知识联系紧密，处理问题的数学过程比较复杂，物理量的单位新颖，物理量既有矢量又有标量，在计算过程中有正号、负号之分，因而使学生在解题时难以找到出发点。这就要求我们在教学过程中，要注意启发学生统观教材，把握重点内容，辨析容易混淆的问题，用一种新的思想去学习电磁学知识。

(二) 教学建议

1. 电场强度

为了揭示电荷之间相互作用的实质，教材提出电场强度的概念。电场强度反映了电场对电荷力的作用特性，是本章教学的重点。因此，在教学过程中，我们应注意自然地引出电场强度的概念，深入地分析它的内涵和外延，并通过一些典型例题的讲解，进一步突出电场强度是一矢量这一重要内容。

(1) 电场强度概念的引入

为了引入电场强度的概念，我们可以先做如下的演示实验：

把小磁针放在条形磁铁周围，可见到小磁针受到磁场力作用的现象。由于学生在初中已初步学习过有关磁场的知识，所以讲述时要引导学生回顾磁铁周围有磁力存在的空间有磁场存在，条形磁铁与小磁针的相互作用，是通过磁场来实现的。此时，要通过启发学生类比于磁场来说明电场的存在，并指出电场存在的标志是对处在其中的电荷有力的作用和电场力能移动电荷做功。

为了进一步研究电场力的性质，向电场中引进试验电荷

q_0 。现将 q_0 置于点电荷 Q 的电场中，如图 1·1 所示。根据库仑定律，得

$$F_A = k \frac{Qq_0}{r_A^2},$$

$$F_B = k \frac{Qq_0}{r_B^2},$$

$$F_C = k \frac{Qq_0}{r_C^2}.$$

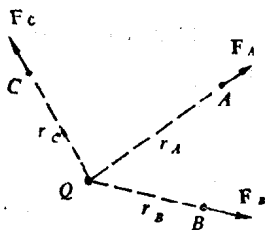


图 1·1

显然，试验电荷 q_0 在A、B、C各点所受的电场力各不相同，可以得到表 I—1 中的关系。

表 I—1

试验电荷 的电量 电场 力的大小	q_0	$2q_0$	$3q_0$		nq_0
在 A 点	F_A	$2F_A$	$3F_A$		nF_A
在 B 点	F_B	$2F_B$	$3F_B$		nF_B
在 C 点	F_C	$2F_C$	$3F_C$		nF_C

引导学生研究比值 $\frac{\text{试验电荷所受电场力的大小}}{\text{试验电荷所带的电量}}$ 知，

在A点，比值为 $\frac{F_A}{q_0}$ ，是恒量；

在B点，比值为 $\frac{F_B}{q_0}$ ，是另一恒量；

在C点, 比值为 $\frac{F_C}{q_0}$, 也是一恒量。

即放入电场中任意一点的试验电荷所受的电场力跟它所带电量之比总是一个恒量。从而引出电场强度的概念。

这里应当说明, 我们之所以放试验电荷于电场中, 只是为了把电场的这种力的性质显示出来, 以便进行研究。

(2) 讲清电场强度E的含义

① 电场强度矢量的定义式 $E = \frac{F}{q}$ 表明, 电场中某点的电场强度E是矢量, 它的方向与正电荷在该点所受到的电场力的方向相同。

② 电场中某点有一个E, 且仅有一个E。如前所述, 电场强度E的大小与试验电荷无关,

$$E_A = \frac{F_A}{q} = \frac{2F_A}{2q} = \frac{3F_A}{3q} = \dots\dots = \frac{nF_A}{nq},$$

即电场中某点E的大小只有一个。当然, 正电荷放在该点所受作用力的方向也只有一个。

从另一角度讲, 既然该点在电场中, 那么, 放入该点的电荷必受到电场力的作用, 所以, 电场中某点总有一个电场强度E。

③ 电场中各点的电场强度E不全一样。除匀强电场外, 电场中各点的电场强度E的大小不全一样, 分别为 $E_A = \frac{F_A}{q}$,

$E_B = \frac{F_B}{q}$, $E_C = \frac{F_C}{q}$ 。由图 1·1 可见, 电场强度 E_A 、 E_B 、

E_C 的方向各不相同, 这说明电场中不同点具有不同的力的

性质。

④电场中某点的电场强度 E 当然与电场中的某一位置(或某一点)相对应,离开电场所处空间的确切位置,谈电场强度是没有意义的。

⑤说明电场强度和电场力的区别与联系.在教学过程中,我们可以列出下面的表,让学生进一步认识电场强度和电场力的区别与联系。

表 1—2

	电 场 强 度	电 场 力
区别 1	反映电场的力的性质	仅指电荷在电场中所受的力
区别 2	它的大小只决定于电场本身,与试验电荷无关	它的大小由放在电场中的电荷和电场共同决定
区别 3	它的方向也仅由电场自身决定。只是与正电荷在该点所受电场力方向相同	正电荷受力方向与场强方向相同,负电荷受力方向与场强方向相反
联系	$F = q \cdot E$	

(3) 计算电场强度 E 的要领

我们在讲授电场强度的概念之后,不妨提出计算电场强度 E 的要领,使学生做题时有所遵循。

①解决有关电场强度 E 的计算问题时,必须注意到 E 是矢量。

②在充分考虑到 E 是矢量的前提下,计算电场中某点 E 的步骤如下:

根据题意作出简图；

选取所研究点，并用有向线段表示该点电场强度 E 的大小和方向；

如果若干分场强在这点均有贡献，我们则用有向线段分别表示出这些分场强，运用平行四边形法则求出这些分场强的矢量和。

对于运用库仑定律计算点电荷在点电荷的电场中某点受力的问题，也可按上面的思路去做。

例1 在空气中有两个质量都是 $\frac{\sqrt{3}}{10}$ 克的带电小球，所带

的电量分别是 $q_1 = \frac{1}{2}q$ 、 $q_2 = 2q$ ，两小球各用长为1米的丝线挂于同一点上，因静电斥力作用两者分开，当处于平衡时，丝线间的夹角为 60° 。设球的大小与它们的距离相比甚小，问

- ①每个小球所受的库仑力各是多少？
- ②每个小球带的电量各是多少？
- ③在悬点处的电场强度为多大？（ $g = 10 \text{ 米/秒}^2$ ）

解：根据库仑定律知，带电小球 q_1 与 q_2 之间的静电斥力大小相等，方向相反，小球的受力情况如图 1·2 所示。

①由图 1·2 可以看出，每个小球所受库仑力的大小为

$$F_{\text{电}} = mgtg30^\circ$$

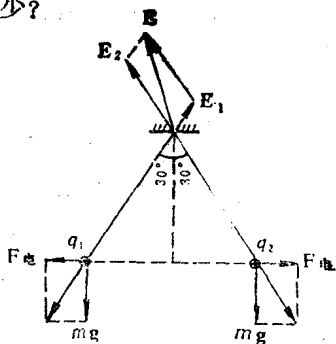


图 1·2

$$= \frac{\sqrt{3}}{10} \times 10^{-3} \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$= 10^{-3} \text{ (牛顿)}.$$

②根据库仑定律, 有

$$F_{\text{电}} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$= k \frac{\frac{q}{2} \cdot 2q}{l^2}.$$

所以

$$q = \sqrt{\frac{F_{\text{电}} \cdot l^2}{k}}$$

$$= \frac{1}{3} \times 10^{-6} \text{ 库仑}.$$

解得

$$q_1 = \frac{1}{6} \times 10^{-6} \text{ 库仑},$$

$$q_2 = \frac{2}{3} \times 10^{-6} \text{ 库仑}.$$

③对于悬点, 两个点电荷的电场都有贡献, q_1 产生的电场强度的大小为

$$E_1 = k \frac{q_1}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{\frac{1}{6} \times 10^{-6}}{1^2}$$

$$= 1.5 \times 10^3 \text{ (牛顿/库仑)}.$$