

中等专业学校试用教材

工科专业通用

13.3-16/262

# 物 理

下 册



人民教育出版社

# 目 录

## 第三篇 电 学

<b>第一章 静电场</b> .....	1
§ 1-1 电荷 电荷守恒定律.....	1
§ 1-2 库仑定律.....	3
§ 1-3 电场 电场强度 电力线.....	6
§ 1-4 静电场力所作的功 电势能.....	13
§ 1-5 电势 电势差.....	16
§ 1-6 匀强电场中电势差和场强的关系.....	21
§ 1-7 带电粒子在匀强电场中的运动 电子射线管.....	22
§ 1-8 静电场中的导体 等势体.....	26
§ 1-9 静电场中的电介质 介电常数.....	30
§ 1-10 电容器 电容.....	32
* § 1-11 静电在科学技术上的应用.....	38
本章小结.....	41
总复习题.....	45
<b>第二章 直流电</b> .....	47
§ 2-1 电流.....	47
§ 2-2 部分电路的欧姆定律.....	49
§ 2-3 串、并联电路的性质和作用.....	51
§ 2-4 电流的功和功率 焦耳-楞次定律.....	58
§ 2-5 电源及其电动势.....	62
§ 2-6 全电路的欧姆定律 电源的输出功率.....	64
§ 2-7 电池的串联和并联.....	69
§ 2-8 惠斯通电桥.....	72
§ 2-9 温差电现象及其应用.....	74
本章小结.....	77

总复习题	80
<b>第三章 磁场</b>	<b>85</b>
§ 3-1 基本磁现象 磁场	85
§ 3-2 磁感应强度 磁通量	93
§ 3-3 磁场对直线电流的作用力	99
§ 3-4 磁场对运动电荷的作用力	105
本章小结	111
总复习题	113
<b>第四章 电磁感应</b>	<b>115</b>
§ 4-1 电磁感应现象	115
§ 4-2 感生电动势 电磁感应定律	119
§ 4-3 电磁感应中的能量转换关系 楞次定律	124
§ 4-4 涡流	132
§ 4-5 互感 感应圈	135
§ 4-6 自感	136
本章小结	142
总复习题	143
<b>第五章 电磁振荡和电磁波</b>	<b>147</b>
§ 5-1 电磁振荡	147
§ 5-2 电磁场和电磁波	153
§ 5-3 电磁波的发射	159
§ 5-4 电磁波的接收 电谐振	163
§ 5-5 传真 电视 雷达	169
本章小结	174

## 第四篇 物理光学基础知识

§ 1 光的干涉	177
§ 2 光的衍射	181
§ 3 光的电磁本性	182
§ 4 光的色散	183

§ 5	红外线和紫外线	185
§ 6	伦琴射线	187
§ 7	电磁波谱	189
§ 8	光电效应	190
§ 9	光的量子性	195
§ 10	光的二象性 实物粒子的波动性	197
§ 11	原子光谱	199
§ 12	原子能级	202
§ 13	原子对能量的吸收和发射	204
§ 14	光谱分析	206
§ 15	激光	207
	本篇小结	214

## 第五篇 原子核物理基础知识

§ 1	天然放射性	217
§ 2	放射线的探测	219
§ 3	原子核的人工分裂	221
§ 4	中子的发现	223
§ 5	原子核的组成	224
§ 6	放射性同位素及其应用	226
§ 7	原子核的结合能	229
§ 8	重核裂变 链式反应	232
§ 9	轻核聚变	237
§ 10	基本粒子	240
	本篇小结	242
	总复习题	243

## 第三篇 电 学

电学是研究电磁现象和规律的一门科学，它是物理学的重要组成部分。

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的关系。此外因为电能传送方便，且易于转换为其他形式的能量，也便于人们远距离控制和自动控制，而有利于工农业生产实现自动化。

本篇包括电学和磁学两部分，主要研究电和磁的基本现象与规律。下面我们先讨论静电场。

### 第一章 静 电 场

#### § 1-1 电荷 电荷守恒定律

我们已经知道，自然界中存在两种性质不同的电荷，一种是正电荷，以“+”号表示，如质子（即氢原子核）所带的电荷；另一种是负电荷，以“-”号表示，如电子所带的电荷。电荷与电荷之间有相互作用力，同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

验电器就是根据电荷间的相互作用制成的一种检验物体是否带电的仪器。图 1-1(a) 中金属球  $C$  和金属杆  $D$  相连接，两片极薄的金属箔  $E_1$  和  $E_2$  装在金属杆  $D$  的下端，再用绝缘体  $B$  把金属杆固定在一支金属盒子里。当带电体和金属球  $C$  接触时，就

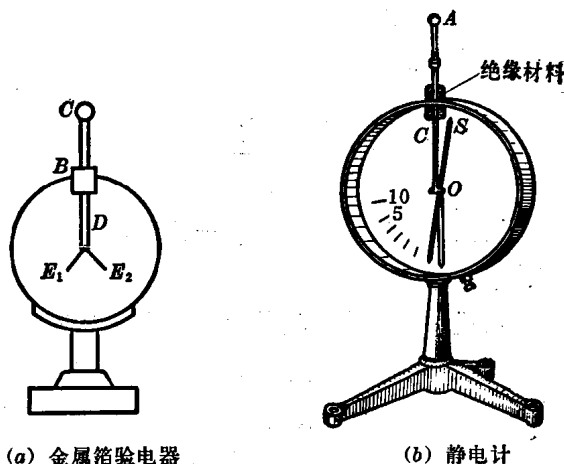


图 1-1

有一部分电荷传到两片金属箔上，它们因带同种电荷，互相排斥而张开，所带的电荷越多，张角就越大。为了便于比较张角的大小，也可以不用金箔，而在金属杆上安装一根可以偏转的金属指针，并附一弧形标度尺来量度指针偏转的角度，见图 1-1(b)，这样的仪器叫静电计。静电计更主要的是作为量度导体的电势和电势差的仪器(见 § 1-8)。

**电荷是量子化的** 物体所带电荷的量值叫**电量**。常用符号  $Q$  或  $q$  表示，在国际单位制(SI)中，电量的单位为库仑，中文代号为库，国际代号为 C。例如，质子带的电量为  $1.602 \times 10^{-19}$  库，电子带的电量为  $-1.602 \times 10^{-19}$  库等。在实验方面，至今未发现带电量比质子和电子的电量更小的粒子，我们称它为**基本电荷**，常用  $e$  来表示。任何带电体所带电量  $q$  总是基本电荷  $e$  的整数倍，即  $q = ne$ ，这里  $n$  是正整数，基本电荷  $e$  的值为  $1.6021892 \times 10^{-19} \approx 1.602 \times 10^{-19}$  库，对于正电荷  $e$  取“+”号，对负电荷则  $e$  取“-”号。这说明电量不能连续地变化，只能取基本

电荷的整数倍的值。电荷的这种只取分立的、不连续的量值的性质，叫做电荷的量子化。

**电荷守恒定律** 物质的电结构理论告诉我们，组成物质的原子是由带正电的原子核和带负电的核外电子组成的。正常状态下，在物体的每一个足够大的体积内都存在着等量的正电荷和负电荷，对外呈现为电中性（即不带电）。若由于摩擦、静电感应等物理过程使物体带电，则正负电荷总是同时出现，即一物体带的正电荷（它失去部分电子）必定和另一物体带的负电荷（它获得部分电子）数量相等。反之，带电的物体，当它获得等量异号的电荷时，又会呈现电中性，这过程我们称为中和。可见，在参与电荷交换的所有物体组成的一个孤立系统内，只要与外界没有电荷交换，无论进行怎样的物理过程，都无非是使物体的电荷重新分配，而它们电量的代数和总是保持不变。这个结论叫做电荷守恒定律。它是物理学的一条基本定律，无论在宏观过程，或是在原子、原子核和基本粒子的微观过程中都是正确的。

## §1-2 库仑定律

**点电荷** 我们已经知道，同种电荷相排斥，异种电荷相吸引。那么，电荷间这种相互作用力（又叫库仑力、静电力）的大小和哪些因素有关呢？一般说来，两个带电体间的相互作用既和它们所带电量有关，也和两个带电体的大小形状有关，还和它们周围的介质有关，情况比较复杂。下面我们讨论一种最简单但是最基本的情况，即两个点电荷在真空中的相互作用规律。

所谓点电荷，是带电体的理想模型，就象我们在力学中引入质点的模型那样。当带电体本身的线度比起它到其他带电体的距离为很小时，带电体本身的几何形状和电荷在其中的分布已

无关紧要,这时我们可以把它抽象成一个几何的点,叫点电荷。

**真空中的库仑定律** 1785年,法国物理学家库仑(1736~1806)根据实验总结出点电荷间相互作用的规律:在真空中,两个点电荷 $q_1$ 和 $q_2$ 之间的相互作用力的大小和 $q_1$ 、 $q_2$ 的乘积成正比,和它们之间的距离 $r$ 的平方成反比,作用力的方向在两个点电荷的连线上。这个规律叫做真空中的库仑定律,它的数学表示式为:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (1-1)$$

式中 $k$ 是比例系数,其值与式中各量的单位有关。在国际单位制中,电量的单位为库仑,距离的单位为米,力的单位为牛顿,所以 $k$ 的单位为牛·米<sup>2</sup>/库<sup>2</sup>,其值由实验得为 $9 \times 10^9$ 牛·米<sup>2</sup>/库<sup>2</sup>,这个数值相当于两个各带1库仑电量的点电荷相距1米时,它们之间的作用力。

上式中当 $q_1$ 和 $q_2$ 为同种电荷时, $F > 0$ ,表示 $q_1$ 和 $q_2$ 间是斥力;当 $q_1$ 和 $q_2$ 为异种电荷时, $F < 0$ ,表示 $q_1$ 和 $q_2$ 间是引力。公式(1-1)只适用于真空或空气中的点电荷的情况,如果两个带电体不能看作点电荷时,则必须把它们分成很多很小的带电体,以使这些小带电体可以被看作点电荷,应用库仑定律求出这些小带电体之间的作用力的合力来,便是两带电体之间的作用力。

**[例题1]** 两个点电荷在空气中的距离是10厘米,它们的电量分别是 $2 \times 10^{-8}$ 库和 $-3 \times 10^{-8}$ 库,问它们之间的相互作用力是多少?如果把它们之间的距离增加1倍,它们之间的相互作用力又是多少?

**解** 已知: $q_1 = 2 \times 10^{-8}$ 库, $q_2 = -3 \times 10^{-8}$ 库, $r = 10$ 厘米 $= 1 \times 10^{-1}$ 米, $r' = 2r$ ,由公式(1-1)得:

$$\begin{aligned} F &= k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-8} \times (-3 \times 10^{-8})}{(1 \times 10^{-1})^2} \\ &= -5.4 \times 10^{-4} \text{牛} \end{aligned}$$



计算结果中的负号表示两点电荷间的作用力为引力。

因  $F \propto \frac{1}{r^2}$ , 所以当  $r' = 2r$  时,

$$F' = \frac{F}{4} = -1.35 \times 10^{-4} \text{ 牛}$$

【例题2】已知氢原子核的质量是  $1.67 \times 10^{-27}$  千克, 电子的质量为  $9.1 \times 10^{-31}$  千克, 电子与原子核之间的距离约为  $5.3 \times 10^{-11}$  米, 求它们之间的相互作用力与万有引力, 并比较二者之大小。

解 由于电子与质子本身大小的数量级为  $10^{-11}$  米, 故可将电子与质子都看成点电荷。

已知:  $q_1 = e = 1.6 \times 10^{-19}$  库,  $q_2 = -e = -1.6 \times 10^{-19}$  库,  
 $r = 5.3 \times 10^{-11}$  米;

根据公式(1-1), 它们之间相互作用力的大小为

$$\begin{aligned} F_e &= k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})(1.6 \times 10^{-19})}{(5.3 \times 10^{-11})^2} \\ &= 8.2 \times 10^{-8} \text{ 牛} \end{aligned}$$

这里只涉及力的大小, 故  $q_2$  前的负号不必考虑。

由于  $m = 9.1 \times 10^{-31}$  千克,  $M = 1.67 \times 10^{-27}$  千克, 所以它们之间的万有引力大小为

$$\begin{aligned} f_m &= G \frac{mM}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{9.1 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}}{(5.3 \times 10^{-11})^2} \\ &= 3.6 \times 10^{-47} \text{ 牛} \end{aligned}$$

所以, 静电力与万有引力的比值为

$$\frac{F_e}{f_m} = \frac{8.2 \times 10^{-8}}{3.6 \times 10^{-47}} = 2.3 \times 10^{39}$$

即静电力要比万有引力大得多。所以, 在原子中作用在电子上的力主要是静电力, 而万有引力完全可以忽略不计。

## 习 题

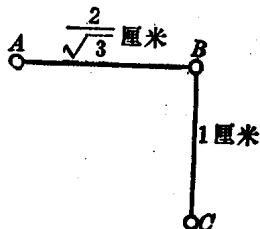
1. 电量为 1 库的电荷包含有多少个基本电荷?
2. 由法拉第电解定律知, 析出 1 摩尔的一价金属银, 所需的电量为 96500 库。试由此导出一个基本电荷的电量;

3. 有两个带着同种电荷的小球，一个带的电量是  $1 \times 10^{-10}$  库；另一个带的电量是  $5 \times 10^{-10}$  库，它们间的距离是 5 厘米，求电荷间的相互作用力是多少？

4. 在真空中，一个点电荷  $q$  受到另一个点电荷  $Q$  的吸引力为  $8.1 \times 10^{-3}$  牛， $q$  的电量是  $2.7 \times 10^{-9}$  库， $q$  与  $Q$  间的距离为 0.1 米，求  $Q$  的电量。

5. 在真空中有两个带有同种电荷的小球，一个小球所带电量是另一小球的 3 倍，在它们相距 5 厘米时，互相排斥力为  $3 \times 10^{-5}$  牛，在它们相距 10 厘米时，互相排斥力，又是多少？小球所带的电量各是多少？

6. 假设将三个带有等量同种电荷的小球放在如图所示位置，球  $C$  作用于  $B$  的电力是  $4 \times 10^{-6}$  牛，问：



题 6 图

(1)  $A$  作用于  $B$  的力是多少？

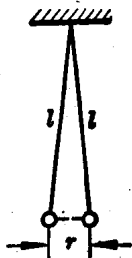
(2) 作用于  $B$  的合力是多少？

7. 有两个完全相同的金属小球，各带  $-9 \times 10^{-7}$  和  $5 \times 10^{-7}$  库电量，接触一下，再放在相距 10 厘米处，求它们的作用力。

8. 小球  $A$  和  $B$  各带正电荷  $q$ ，放在相距 10 厘米处，第三小球  $C$  带电  $2q$ 。当(1)  $C$  球带正电，(2)  $C$  球带负电时， $C$  球应放在何处才能使  $B$  球所受静电力平衡？

9. 边长为  $a$  的等边三角形  $ABC$  的  $A$ 、 $B$  两顶点，有两个电量大小相等的正、负点电荷  $+Q$  和  $-Q$ ，求顶点  $C$  上正点电荷  $q$  受的静电力。

\*10. 重力场中有两个质量各为  $10^{-4}$  千克的小球，分别系在长  $l$  均为 25 厘米的细线上(见附图)，使小球带等量的电量之后分开一距离  $r$  为  $5 \times 10^{-2}$  米，求小球所带的电量。



题 10 图

### §1-3 电场 电场强度 电力线

**电场** 在力学里讲过，两个物体间的相互作用，或者是直接接触，或者是通过其他物质而进行。真空中两个带电体在相隔

一定距离时可以发生作用,那么,这种作用是怎样进行的呢?大量的实验表明,电荷的周围存在着一种特殊形式的物质,叫做**电场**,电荷间的相互作用就是通过电场实现的。例如,甲乙两电荷间的相互作用,就是电荷甲通过它的电场对乙电荷发生作用,同时,电荷乙也通过它的电场对甲电荷发生作用。这种作用叫做**电场力**,或叫**电力**。只要有电荷存在,电荷周围就有电场。本章我们只讨论静止电荷产生的电场,这种电场叫做**静电场**。静电场有两个重要性质:其一,位于电场中的任何带电体,都要受到该处电场所施的**电力的作用**;其二,带电体在电场力的作用下移动时,电场力要对它作功,说明电场具有能量。因此,下面我们将**从力和能这两个方面**,分别引出描述电场性质的两个重要物理量——**电场强度和电势**。

**电场强度** 我们先来研究电荷在电场中受力的情况,从而引出电场强度的概念。

图 1-2 中正电荷  $Q$  为形成电场的场源电荷。为了研究它周围电场的强弱,我们引入一个检验电荷<sup>①</sup> $q_0$ ,先后把它放在  $Q$  形成的电场中  $a, b, c, \dots$  各点,根据库仑定律,检验电荷  $q_0$  受的**电场力为**

$$F = k \frac{Qq_0}{r^2}$$

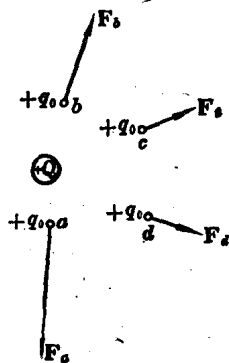


图 1-2

$r$  为电荷  $Q$  到检验电荷  $q_0$  所在位置的**距离**。可见,对同一检验电荷  $q_0$ ,在电场中不同的地方受到的**电场力  $F_a, F_b, F_c, \dots$** 的大小和方向一般说来是不同的。这说明电场中不同的点,其电

<sup>①</sup> 检验电荷是带电量很小的正点电荷,把它放入电场中时不致影响原来的电场。

场的性质是不同的。现在我们研究电场中某一点  $a$  的电场性质。为此，我们分别把电量为  $q_0, 2q_0, 3q_0, \dots$  的检验电荷放在  $a$  点，由库仑定律可知，它们在  $a$  点受到的电场力将分别为  $F_a, 2F_a, 3F_a, \dots$ ，即电荷在电场中受的力与检验电荷的电量成正比。可见，力  $F$  与检验电荷  $q_0$  的比值  $F/q_0$ （其量值为  $k\frac{Q}{r^2}$ ）与检验电荷的电量无关，只与该点电场的性质有关。对于电场中不同的点，这个比值一般是不同的。对同一检验电荷，在比值大的点，电荷  $q_0$  受的力也大，表明该点的电场强。反之，电场则弱。

为了表示电场中各点电场的强弱和方向，我们引入一个物理量——电场强度，简称场强。

在电场中某点检验电荷所受的电场力与它的电量  $q_0$  的比叫做该点的电场强度。用符号  $E$  来表示，即

$$E = \frac{F}{q_0} \quad (1-2)$$

电场强度是一个矢量，我们把正电荷在某点所受电场力的方向规定为该点电场强度的方向。

从公式(1-2)可知，电场中某点的电场强度在数值上等于单位正电荷在该点受的力。

电场强度的大小和方向是由电场本身的客观性质决定的，与是否有检验电荷以及检验电荷的电量的多少无关。引入检验电荷的目的，只是为了量度某点的电场强度。

在国际单位制中，场强的单位是牛顿/库仑。

如果知道了电场中某点的场强  $E$ ，那么电荷  $q$  在该点所受电力就是

$$F = qE \quad (1-3)$$

当  $q$  是正电荷时, 电场力  $F$  与  $E$  同向, 当  $q$  为负电荷时,  $F$  与  $E$  反向。

下面举两例, 进一步地理解和应用公式(1-2)。

### 1. 点电荷的场强

真空中有一点电荷  $Q$ , 求在距  $Q$  为  $r$  处的点  $P$  的场强(图 1-3)。

设在  $P$  点放一检验电荷  $q_0$ , 按库仑定律,  $q_0$  受的电力为:

$$F = k \frac{Qq_0}{r^2}$$

根据式(1-2),  $P$  点的场强为

$$E = \frac{F}{q_0} = k \frac{Q}{r^2} \quad (1-4)$$

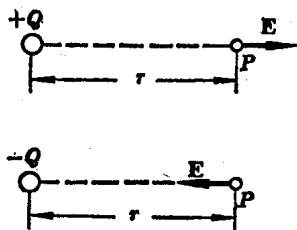


图 1-3

由上式可见, 在点电荷形成的电场中, 某点的场强  $E$  与场源电荷  $Q$  及其到某点的距离  $r$  等有关。如果  $Q$  为正电荷, 则  $E$  的方向是沿着  $Q$  和  $P$  点的连线背向  $Q$ , 若  $Q$  为负电荷, 则  $E$  的方向指向  $Q$ (图 1-3)。

### 2. 点电荷系的场强——场强的迭加原理

求由  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$  组成的点电荷系, 在距它们分别为  $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$  的点  $P$  产生的场强(图 1-4)。

按(1-4)式, 各点电荷在  $P$  点产生的场强分别为

$$E_1 = k \frac{Q_1}{r_1^2}$$

$$E_2 = k \frac{Q_2}{r_2^2}$$

$$E_3 = k \frac{Q_3}{r_3^2}$$

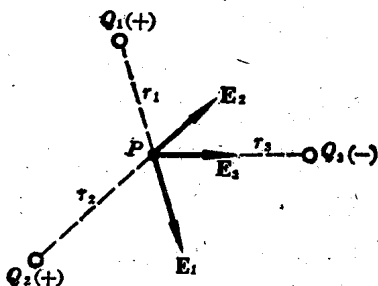


图 1-4

.....

$$E_n = k \frac{Q_n}{r_n^2}$$

显然,  $P$  点总的场强应是

$$E_P = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n$$

即点电荷系在  $P$  点产生的场强等于各点电荷在该点产生的场强的矢量和, 这一原理称为场强的迭加原理。

**电力线** 对电场的研究, 重要的是知道电场中各点场强的大小和方向。为了形象地描绘电场, 下面介绍用电力线来图示电场的方法。

因为电场中每点的场强都有一定的方向, 我们可人为地在电场中描绘一系列的曲线, 使这些曲线上每一点的切线方向都和该点的场强方向一致, 这些曲线叫电力线。图 1-5 即表示电场中的一条电力线。根据电力线就可以知道每一点的场强方向, 因而也就知道放在该点的电荷受力的方向。

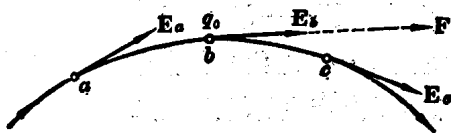
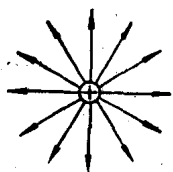


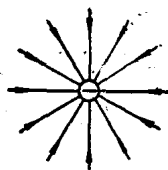
图 1-5 一条电力线

图 1-6 是几种点电荷的电场中电力线的形状。

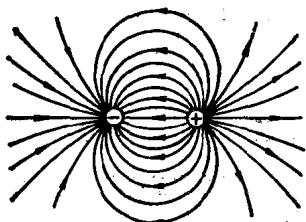
从图 1-6 可以看出, 静电场中电力线的性质有二: (1) 从正电荷起始终止于负电荷; (2) 不闭合、不相交。另外还可看出, 电场强的地方电力线密, 电场弱的地方, 电力线稀, 所以通常可以用电力线的疏密程度表示电场的强弱。



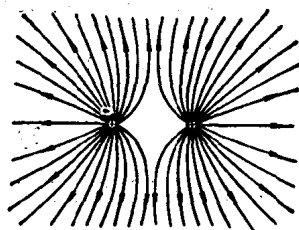
(a) 正点电荷



(b) 负点电荷



(c) 两个等量异种点电荷



(d) 两个等量同种点电荷

图 1-6 几种点电荷的电力线

**匀强电场** 如果在电场的某一区域里，各点场强的大小和方向都相同，那么这个区域里的电场叫做匀强电场。匀强电场的电力线是疏密程度均匀，且互相平行的直线(图 1-7)。

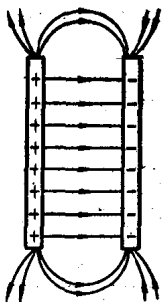


图 1-7 在两个带有异种电荷的平行金属板间的匀强电场

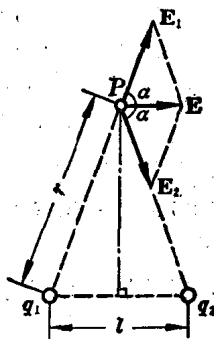


图 1-8

**【例题】** 两个点电荷相距 20 厘米，它们所带的电量分别为  $3 \times 10^{-7}$  库和  $-3 \times 10^{-7}$  库，求两点电荷连线的中垂线上且与它们相距 30 厘米的 P 点的场强。

**解** 按题意作图(图 1-8)。已知： $l=0.2$ 米， $r=0.3$ 米， $q_1=3 \times 10^{-7}$ 库，

$$q_2 = -3 \times 10^{-7} \text{ 库};$$

根据公式(1-4), 点电荷  $q_1, q_2$  在  $P$  点产生的场强数值为

$$E_1 = E_2 = k \frac{q_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-7}}{(0.3)^2} = 3 \times 10^4 \text{ 牛/库}$$

两点电荷在  $P$  点产生的合场强为

$$E = 2E_1 \cos \alpha = 2 \times 3 \times 10^4 \times \frac{0.1}{0.3} = 2 \times 10^4 \text{ 牛/库}$$

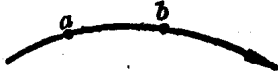
$E$  的方向如图 1-8 所示。

## 习 题

1. 检验电荷在电场中某点所受的力, 跟该点的电场强度有何联系与区别?

2. 在电场中某点分别放置电量为  $q_0, 2q_0, 3q_0$  的检验电荷, 该点的场强有否变化? 为什么? 移去检验电荷, 该点的场强是否为零?

3. 在电场中作一条电力线, 分别在线上的  $a, b$  点放置  $q$  和  $-q$ , 试画出电荷受力的方向, 并指出该点的场强方向。



题 3 图

4. 带电体在电场的作用下, 是否一定沿着电力线运动? 为什么? 在怎样的条件下才能沿电力线运动?

5. 在氢核所形成的电场中, 距核  $5 \times 10^{-11}$  米处的场强是多少? 核外电子在这里将受多大的力?

6. 在真空中带有  $3 \times 10^{-8}$  库的点电荷, 放在距场电荷 6 厘米处, 所受的力是  $2.7 \times 10^{-3}$  牛, 求这一点的场强的大小以及形成电场的点电荷所带的电量。

7. 在正方形的四个顶角上各放一个正电荷  $Q$ , 求对角线交点处的场强。

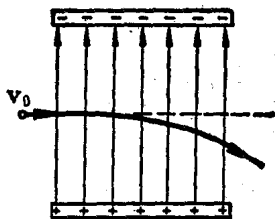
8. 两个均匀带正电荷的球体  $A$  和  $B$  相距 40 厘米, 它们分别带电  $1 \times 10^{-5}$  库和  $9 \times 10^{-5}$  库, 求中性点(场强为零的点)的位置和  $A, B$  连线上中点的场强。

9. 在水平放置的两块金属板间, 有一场强为  $9 \times 10^4$  牛/库的匀强电场, 方向竖直向下。现有一质量为  $1.47 \times 10^{-15}$  千克的带电油滴在电场中



处于平衡状态，求油滴带的是何种电荷？电量是多少？

10. 在两个平行的金属板间有一匀强电场(见附图)，板长6厘米，场强为  $5 \times 10^4$  牛/库。电子从跟电力线垂直的方向射入电场，速度是  $2 \times 10^7$  米/秒。求电子在刚离开电场时，它偏离原来射入的直线多远(电子质量是  $9.1 \times 10^{-31}$  千克)？



题 10 图

### §1-4 静电场力所作的功 电势能

上节中，我们从电场对电荷有力的作用这一方面研究了电场，从而引出了电场强度  $E$  这个物理量。下面我们将从电场力对运动电荷做功研究静电场的另一性质，并由此引入电势的概念。现在我们从一特殊的情况出发，证明静电场力所作的功与路径无关。

**静电场力做功的特点** 图 1-9 所示是一个匀强电场，处于  $a$  点的检验电荷  $q_0$  受到的电场力为

$$F = q_0 E$$

方向和场强  $E$  的方向相同。

当  $q_0$  沿与  $E$  成  $\alpha$  角由  $a$  点移到  $b$  点时，电场力对它做功为

$$A = F \cdot d \cos \alpha = q_0 E d \cos \alpha$$

取原点  $o$  在正极板上， $x$  轴的正向由正极板指向负极板，则因  $d \cos \alpha = d_b - d_a$ ，所以

$$A = q_0 E (d_b - d_a) \quad (1-5)$$

式中  $d_a, d_b$  是  $a, b$  两点分别到正极板的距离。

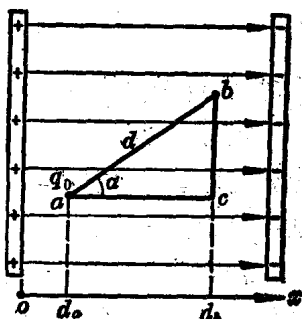


图 1-9 静电场力做功  
与路径无关