

高 考 参 考 书

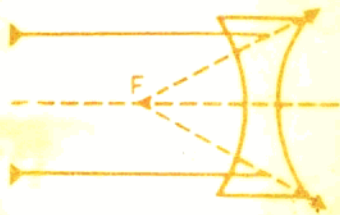
物 理

W U L I

[苏] Ю. Г. 帕夫连科 著

下 册

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$



$$m \vec{a} = \vec{F}$$

科 学 普 及 出 版 社

高 考 参 考 书

物 理

下 册

【苏】Ю. Г. 帕夫连科 著

蒋光宇 译

康 元 校

科学普及出版社

430968

内 容 提 要

本书共分两章,第三章电动力学基础,包括电场、磁场、直流电、交流电、电磁感应等;第四章光学和原子物理学,包括几何光学、光的波动性、光学仪器、原子结构、光电效应、激光等。

本书对物理概念作了概括性论述,例题、习题较多,其中有的采用多种解法,有的作了提示,有的则留给读者自己解答。

本书供高中师生及相当文化水平的读者学习参考,有助于巩固物理概念和掌握解题技巧。

Ю. Г. Павленко

ПОСОБИЕ ПО ФИЗИКЕ

ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ВУЗЫ

(Часть II)

Издательство Московского университета 1975

*

高 考 参 考 书

物 理

下 册

[苏] Ю. Г. 帕夫连科 著

蒋光宇 译

康 元 校

责任编辑: 陈金凤

封面设计: 胡焕然

科学普及出版社出版 (北京白石桥紫竹院公园内)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 6 字数: 138 千字

1982年2月第1版 1982年2月第1次印刷

印数: 1—17,000 册 定价: 0.52 元

统一书号: 13051·1255 本社书号: 0340



目 录

第三章 电动力学基础	1
第 27 节 库仑定律、迭加特性	1
第 28 节 电场、电场强度和电势、电场中的导体	8
第 29 节 电容、电容器、电场中的电介质	23
第 30 节 直流电	30
第 31 节 直流电的闭合电路、电动势	43
第 32 节 基尔霍夫定律	56
第 33 节 电流的功和功率、电流的热效应	68
第 34 节 电解	74
第 35 节 磁场	76
第 36 节 电磁感应	90
第 37 节 交流电	99
第四章 光学和原子物理学	110
第 38 节 电磁波和光	110
第 39 节 光度学	114
第 40 节 光的波动性	118
第 41 节 光的反射和折射	125
第 42 节 棱镜、光的色散、颜色	135
第 43 节 平面镜和球面镜	139
第 44 节 透镜	150
第 45 节 光学仪器	162
第 46 节 光子的概念、光电效应	176
第 47 节 原子结构、光的辐射和吸收、激光器、金属和绝缘体	180

第三章 电动力学基础

第 27 节 库仑定律、迭加特性

1. 关于基本粒子和电荷的概念 根据大量实验的资料, 我们可以作出这样的结论: 化学元素的最小微粒是原子, 它具有复杂的结构. 原子是由原子核和在核外绕核旋转的电子组成, 这些电子形成了原子的电子层. 原子核是由质子和中子组成. 质子、中子和电子叫做**基本粒子**. 此外, 还有其他基本粒子.

具有质量是电子的特征之一. 具有电荷则是它的另一个特征. **电荷**是粒子的电磁相互作用能力的量度. 存在正、负两种电荷, 这是电荷的一个重要特性. 除了带电粒子外, 还存在不带电荷的中性粒子(例如中子). 试验表明, 质子和电子所带的电量相等, 它等于一个电子电荷的绝对值:

$$e = 4.8 \times 10^{-10} \text{ 静电制单位电量}$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{ 库仑.}$$

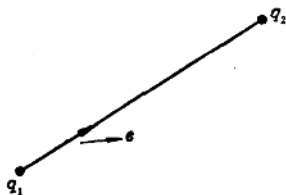
因此, 任何带电物体都含有常数为 e 的大量基本电荷. 物体的电荷是基本电荷 e 的整数倍. 因此, 物体的电荷正像它的质量一样, 只能是跳跃式地变化. 但是, 电荷 e 是如此的小, 以致在许多研究中, 可以方便地把电荷看作是连续的数值.

根据到目前为止所进行的大量试验, 得出了这样的结论: 在孤立系统中, 电荷的代数和始终是恒定的. 当物质不能通过某个系统的边界时, 我们就把这样的系统看作是孤立系统. 在基本粒子或其他宏观物体的转变和相互作用的任何过程

中,都遵守电荷守恒定律.

2. 库仑定律 在中学物理课程中,我们基本上研究了由于两种基本的力(万有引力和电磁性质的力)的作用所造成的

现象. 对电磁性质的力的研究构成了电动力学或电磁学理论. 这个理论所研究的现象的范围是极其广泛的,因为所有物质的物理性质和化学性质在很大程度上都是用电磁力来解释的. 在力学中已经知道的摩擦力、支架反作用力和拉力,也是电的相互作用力的一种表现.



27.1

静电学是电磁学理论的最简单的一节. 在这一节里,我们研究的是静止的或刚性固定的电荷. 在研究静电学时,经常用到**点电荷**的概念. 一个带电体的尺寸比它与其他物体的距离小得多时,就把这个带电体称为点电荷. 对点电荷的相互作用,**库仑定律**是这样描述的: 在真空中,两个点电荷 q_1 和 q_2 相互的距离是 r , 它们之间的相互作用力的大小跟它们的电量的乘积成正比,跟它们之间的距离平方成反比;作用力的方向在两个点电荷的连线上(图 27.1).

库仑定律的矢量表示式为

$$\mathbf{F}_{21} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \mathbf{r} \quad (27.1)$$

式中 $\mathbf{F}_{21}$ 是电荷 q_1 作用在电荷 q_2 上的力, $\mathbf{r}$ 是从 q_1 指向 q_2 方向的单位矢量, k 是由选定的单位制确定的系数. 根据牛顿第三定律,电荷 q_2 作用在电荷 q_1 上的力 $\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$. 从式(27.1)看出,同种电荷相斥,异种电荷相吸.

3. 电量的单位 建立任何一种单位制，应使所有的物理量都可以通过最少数目的、独立的基本单位，提供标准的物理表示式。在力学中，把长度、质量和时间的单位作为基本单位。为了描述电磁现象，还必须引入第四个独立的单位。现在，我们来研究以库仑定律为依据的电量单位的测量方法之一。

在真空中，两个相同的电荷 $q_1 = q_2 = q$ 相互作用力的数值等于 $k \frac{q^2}{r^2}$ 。

根据这个表示式，我们只能确定 kq^2 乘积的量纲，但是丝毫也不能单独地说明 k 和 q 的量纲。这是很自然的，因为库仑定律运用了一个新概念——电荷。但是，我们可以把 k 值选为无量纲值，使它等于一个单位。于是我们就能够确立电荷的一定单位和它的量纲。这样就可以运用厘米·克·秒制了。电荷的量纲的形式为

$$[q] = (\text{达因} \times \text{厘米}^2)^{\frac{1}{2}} = \text{克}^{\frac{1}{2}} \times \text{厘米}^{\frac{1}{2}} \times \text{秒}^{-1}.$$

但是，所得到的 q 的量纲，并不是它在力学的厘米·克·秒制中的量纲，而是系数为 $k = 1$ 的另外一个新的单位制中的量纲。这个新的单位制叫做绝对静电单位制，可用 CGSE 代号来表示。在这样的单位制中，厘米、克、秒和电荷的绝对静电制单位是基本的单位。在静电制单位中，当一个电荷和另一个与它相等的电荷在真空中相距 1 厘米时，它们之间的相互作用力适为 1 达因，我们就取这个电荷的电量作为电量的单位^①。

在国际单位制中，基本单位是米、千克、秒以及电流强度单位安培。在国际单位制中，取库仑为电量的单位。这个单位是导出的，它的大小这样规定：当导线中的电流是稳恒电流并等于 1 安培时，在 1 秒内通过导线横截面的电量适为 1

● 有人把它简称为静库。——译者注

库仑(1库仑=1安培×1秒)。1库仑=3×10⁹静电制单位电量。由于在国际单位制中的电量单位已经选定,在库仑定律中的系数 k 便成为有量纲的系数了。

如果两个电荷相距为1米,它们的电量各为1库仑,通过计算这两个电荷的相互作用力,就可以求出 k 值。不论用哪一种单位制来表示,这两个电荷的相互作用力应该是相等的,即

$$k \frac{\text{库仑}^2}{\text{米}^2} = \frac{(3 \times 10^9)^2 [\text{静电制单位电量}]^2}{10^4 \text{厘米}^2} \\ = 9 \times 10^{14} \text{达因}.$$

由于1牛顿=10⁵达因,得

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{牛顿} \cdot \text{米}^2}{\text{库仑}^2}.$$

通常在国际单位制中,对电学的各种定律,采用系数 k 等于 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ 的有理化记述。常数 ϵ_0 称为介电常数。如果力 F 用牛顿、电荷 q 用库仑、距离 r 用米表示,则

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9} \text{库仑}^2/\text{牛顿} \cdot \text{米}^2 \\ = 8.85 \times 10^{-12} \text{库仑}^2/\text{牛顿} \cdot \text{米}^2.$$

在国际单位制中,库仑定律以有理化的形式表示为

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}. \quad (27.2)$$

在这里,对常数 k 引入一个系数 $\frac{1}{4\pi}$,为的是消除由库仑定律导出的一些常用公式中出现的 4π 。这样,库仑定律的形式虽然复杂一些,但其他公式却因而简单了。

例题 27.1 有两个质量均为 $m = 10$ 克的同样铅球,彼此的距离 $r = 10$ 米。如果从第一个球的每一个铅原子中取出一个电子,并把它移到第二个球上,则两球之间的吸引力是

多大? (铅的原子量 $A = 207$)。

经过上述程序之后, 两球各得到符号相反的电荷 $N\epsilon$, 其中 ϵ 是电子的电荷, N 是一个球的铅原子数。在 A 克铅中含的原子数等于阿伏伽德罗常数 N_A 。很明显, 在 m 克铅中的原子数增大到 $\frac{m}{A}$ 倍: $N = \frac{m}{A} N_A$ 。两球的相互作用力等于

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{N\epsilon}{r} \right)^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{mN_A\epsilon}{Ar} \right)^2.$$

代入数值, 得

$$\begin{aligned} F &= 9 \times 10^9 \left(\frac{10 \times 6.03 \times 10^{23} \times 1.6 \times 10^{-19}}{207 \times 19} \right)^2 \\ &= 2 \times 10^{15} \text{ 牛顿}. \end{aligned}$$

由于 1 公斤 = 9.8 牛顿, 得到很大的引力值 $F \approx 2 \times 10^{11}$ 吨。

所解的这道例题是极其有益的。在世界上每一个中性物体中, 正电荷数几乎正好等于负电荷数。这些电荷几乎可以完全互相补偿。考察一般条件下的电现象, 是由于正负电荷的平衡受到极小的破坏而产生的。如果平衡受到很大的破坏 (如这道例题), 就会产生出非常巨大的电相互作用力。

4. 迭加特性 从试验得出, 两个电荷间的相互作用力不取决于有无其它电荷的存在。因此, 方程 (27.1) 并不取决于电荷的数目, 它可以用来计算其余电荷 $q_1, q_2, \dots$ 作用在给定电荷 q_0 上的力 $F_1, F_2, \dots$ 。由此可以得出结论, 作用在给定电荷 q_0 上的合力 F_0 等于各个力的矢量和:

$$F_0 = F_1 + F_2 + \dots$$

这个判断称为**迭加特性**。在静电学中, 在研究不能看作是点的带电物体的相互作用时, 就应用到迭加特性。为此, 应该把每一个物体任意分成足够小的许多部分, 从而把每一部分都当作是点电荷来研究。应用库仑定律计算出两个带电物体的各个微小部分之间的相互作用力, 然后把这些力进行矢量相

加。我们把物体划分得越小，所得的相互作用力越准确。为了得到准确的答案，应该在极限的范围内选取无限小的体积。

题 27.2 在一根不伸长和不导电的闭合线上，在彼此距离相等的四个点上拴着四个同种电荷 Q 、 q 、 Q 和 q 。在平衡时，线成菱形。求菱形的各个角。

解 为了方便起见，如图 27.2 所示，将每个电荷编上号码。作用在每一个电荷上的是静电斥力和线的张力。

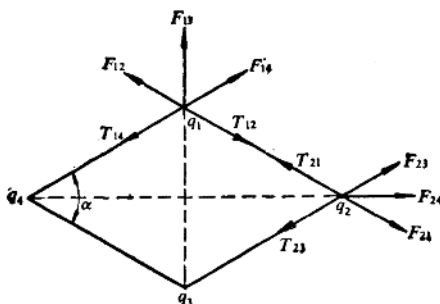


图 27.2

由于电荷是对称的，用电荷 1 和电荷 2 的平衡条件来解题就足够了。根据第 11 节，平衡条件为

$$F_{12} + F_{13} + F_{14} + T_{12} + T_{14} = 0, \quad (1)$$

$$F_{23} + F_{24} + F_{21} + T_{23} + T_{21} = 0. \quad (2)$$

从式(1)和式(2)得出，力(作用在第一个电荷和第二个电荷上)在水平方向和垂直方向的投影之和等于零。由于所有张力的值相等，从方程(1)和方程(2)得 ($q_1 = q_3 = Q$)

$$\frac{Q^2}{\left(2a \sin \frac{\alpha}{2}\right)^2} + 2 \frac{qQ}{a^2} \sin \frac{\alpha}{2} - 2T \sin \frac{\alpha}{2} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{q^2}{\left(2a \cos \frac{\alpha}{2}\right)^2} + 2 \frac{qQ}{a^2} \cos \frac{\alpha}{2} - 2T \cos \frac{\alpha}{2} = 0 \quad (4)$$

(a 是电荷之间的距离)。从方程(3)和方程(4)得

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \left(\frac{Q}{q}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

题 27.3 一个中性物体是由刚性固定的、彼此距离为 d 的两个电荷 q 和 $-q$ 组成的系统(偶极子)。求一个正电荷 Q 和这个中性物体的相互作用力的值和方向。电荷 Q 位于距离两个电荷 $\pm q$ 均为 r 的一点上。

解 画出两个电荷 $\pm q$ 作用在电荷 Q 上的作用力 F_1 、 F_2 (图 27.3)。这两个力的数值相同, 并等于 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2}$ 。把这些力相加(矢量相加!)。合力

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2.$$

力 $\mathbf{F}$ 的垂直分量等于零, 而水平分量

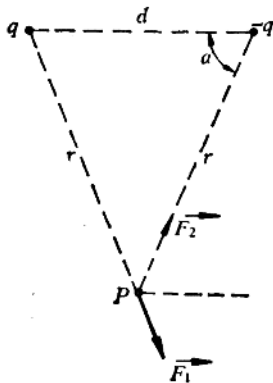


图 27.3

$$F = \frac{2}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2} \cos \alpha.$$

由于 $\cos \alpha = \frac{d}{2r}$, 得力值

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQd}{r^3}.$$

这个力的方向平行于两个电荷 $\pm q$ 的连线。应当指出, 偶极子和一个点电荷的相互作用力与距离的立方成反比。

第 28 节 电场、电场强度和电势、电场中的导体

1. 电场 下面我们研究两个点电荷 q_1 和 Q 的相互作用, 并求出电荷 Q 作用在电荷 q_1 上的力. 这个力

$$\mathbf{F}_1 = q_1 \frac{Q}{r^2} \mathbf{r}, \quad (28.1)$$

式中的 r 是电荷 q_1 与 Q 之间的距离, $\mathbf{r}$ 是从电荷 Q 指向电荷 q_1 方向的单位矢量. 由于这两个电荷的相互作用力与电荷 q_1 成正比, 则在空间同一点上用另一个电荷 q_2 来代替电荷 q_1 , 我们就会发现力值与电荷 q_2 之比不变: $\frac{F_1}{q_1} = \frac{F_2}{q_2} = \dots = \text{常量}$. 因此, 在空间的这一点存在着某个不变的恒矢量

$$\mathbf{E} = \frac{Q}{r^2} \mathbf{r}, \quad (28.2)$$

它只由电荷 Q 和距离 r 来确定. 这个矢量称为电荷 Q 在该点形成的电场强度的矢量, 而电荷 Q 就是电场源. 因此, 作用在位于电场某一点的电荷 q 上的力, 等于这个电荷 q 与其所在位置上的电场强度的乘积:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E}. \quad (28.3)$$

根据这个表示式, 我们把矢量 $\mathbf{E}$ 与空间的每一点联系起来. 因此, 把矢量 $\mathbf{E}$ 叫做电场, 因为根据在矢量分析中采用的定义, 场是在空间不同的点上取一定值的任意一个物理量. 对电(磁)场的研究表明(参看第 38 节), 电(磁)场也能在没有电荷的情况下存在. 所以电场是一个独立的物理现实, 是物质的存在形态之一.

因此, 根据电场的概念, 我们可以用另一种方法来描述电的相互作用: 电荷 q 不是直接与电荷 Q 相互作用的, 而是受

到电荷 Q 的电场的作用。电(磁)场描述法对于物理学的发展,是极富有成效的一种方法,因为在描述电磁现象时,只有电(磁)场的特性才是最重要的。至于场源的不同却是无关重要的。

固定电荷的电场称为静电场。公式(28.2)确定了点电荷电场的强度。矢量 $\mathbf{E}$ 的方向是由矢量 $\mathbf{r}$ 的方向来确定的。因此,如果 $Q > 0$, 则场强的矢量指向从电荷出发的方向; 如果 $Q < 0$, 则矢量 $\mathbf{E}$ 指向电荷的方向。在距离为 r 的地方电荷 Q 形成的电场强度值为:

$$E = \frac{Q}{r^2} \text{ (用静电制单位表示),}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \text{ (用国际单位制表示).} \quad (28.4)$$

在静电制单位中,电场强度的单位为达因/静电制单位电量。在国际单位制中,电场强度的单位是牛顿/库仑或伏特/米。

我们看到,电场强度是由作用在单位正电荷上的力来说明的。因此,强度的矢量就像电相互作用力的矢量一样,具有迭加性质。由此可以得出结论,由电荷系统形成的电场强度,等于每一个单独电荷形成的电场强度的矢量和。

题 28.1. 三个相同的正电荷 q 位于一个等边三角形的三个顶点。三角形的各边长等于 a 。求电场强度: (a) 在外接圆的圆心上; (b) 在任何一条边的中央上; (c) 在以三角形为底的四面体的顶点上 ($q = 10^{-10}$ 库仑, $a = 5$ 厘米)。

解 (a) 每一个电荷在 O 点形成场强 $\mathbf{E}_1$ 、 $\mathbf{E}_2$ 、 $\mathbf{E}_3$ (图 28.1a), 这些场强值相等。合场强 $\mathbf{E}$ 等于三个矢量之和:

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 + \mathbf{E}_3. \quad (1)$$

不难检验,这些矢量的水平分量与垂直分量之和变为零。于

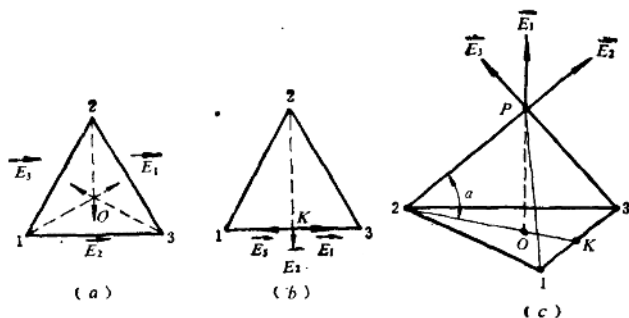


图 28.1

是 $E = 0$ 。(b) 从图 28.1b 看出, 矢量 E_3 和 E_1 之和等于零, 在 K 点的场强等于

$$E = \frac{q}{(a \sin 60^\circ)^2} = \frac{4q}{3a^2}$$

$$= 0.016 \text{ 静电制单位电场强度,}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4q}{3a^2}$$

$$= 0.048 \times 10^4 \text{ 伏特/米(用国际单位制表示).}$$

(c) 每一个电荷在 P 点形成的场强为 q/a^2 (图 28.1c), 矢量 E_1 、 E_2 和 E_3 的水平分量之和等于零, 而垂直分量之和

$$E = 3 \frac{q}{a^2} \cos(90^\circ - \alpha).$$

从几何观点得出, $\sin \alpha = \sqrt{\frac{2}{3}}$. 因此

$$E = \sqrt{6} \frac{q}{a^2} = 0.03 \text{ 静电制单位电场强度.}$$

2. 电力线 在一般情况下电场具有复杂的结构, 如果利用公式规定出场强, 则很难把电场的复杂结构表现出来. 用

电力线图示法来描绘电场就简单得多。

凡是在曲线上每一点的切线与该点的场强方向一致，这样的曲线就叫做电力线。因此，电力线的方向从正电荷指向负电荷。用这种方法描述时，电场强度值与穿过单位横截面（垂直于电力线的截面）的电力线条数成正比。

电力线具有以下特点：

(1) 电力线是连续的。电力线总是从正电荷出发，到负电荷终止，或者通向无限远。

(2) 任意两条电力线永不相交。如果两条电力线相交，则在交点上场强的矢量就会具有两个不同的方向。

例题 28.2 一个无限大的带电平面的电场。

我们来研究一层平薄膜，正电荷均匀分布在这层薄膜上（图 28.2）。因为平面是无限大，则由于对称性，在薄膜两边的电场的方向应与平面垂直，而从右边和从左边发出的电力线条数相等。因此，在离薄膜两边距离相等的各个点上，场强的矢量值相等，方向相反。场强值 E 不取决于离薄膜的距离，而只由电荷的表面密度确定（参看题 29.1）。如果平面不是无限大，则电力线在平面的边缘上发生弯曲。

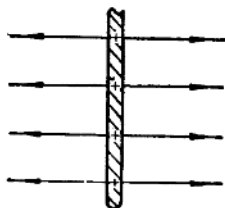


图 28.2

例题 28.3 两块平行的带电薄板的电场。

设一块带负电的绝缘薄板形成强度为 E_1 的电场，而另一块带正电的薄板形成强度为 E_2 ($E_2 > E_1$) 的电场。现在我们假定这两块薄板是互相平行的，然后测定由这个系统形成的电场，边际效应可忽略不计。由于迭加特性，合成电场是每一块薄板单独形成的电场之和（见图 28.3）。因此，在第一块薄

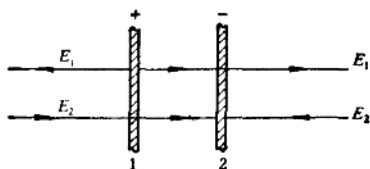


图 28.3

板的左边和在第二块薄板的右边，电场的强度值为 $E_1 - E_2$ ，而两块薄板之间的电场强度为 $E_1 + E_2$ 。在个别情况下，当每一块薄板的电荷的表面密度值相同时，每一块薄板所形成的电场值也相同，即 $E_1 = E_2 = E$ 。因此，在薄板外的电场强度等于零，电场完全集中在两块薄板之间。电场值等于 $2E$ 。合成电场可以用同样密度的平行电力线来表示。具有这种性质的电场称为匀强电场。

例题 28.4 均匀带电球体内的电场。

这道题具有球体的对称性。因此在球体内和球体外，电力线的方向应该与球体表面相垂直。如果这些电力线是在球体内，则它们彼此相交。因此，在均匀带电球体内的电场等于零。在距离球心为 r 的球体外的电场强度，与电荷 Q 集中于球心所形成的电场的强度相一致

$$E = \frac{Q}{r^2} \text{ (用静电制单位表示)}$$

题 28.5 两个半径分别为 R_1 和 R_2 的同心金属球，各带总电荷 Q_1 和 Q_2 。求电场强度：(a) 在球外的电场；(b) 在两球之间的电场；(c) 在第一个球内的电场 ($R_1 < R_2$)。

解 应用例题 28.4 的结果和电场的迭加特性。

3. 在恒定的匀强电场中电荷的运动 在场强为 E 的恒定匀强电场中的任何一点上，作用在电荷 q 上的是在数值和

方向上都恒定的力 $q\mathbf{E}$ 。此外,在匀强地球重力场中,作用在质量为 m 的电荷上的力是重力 mg 。电荷的运动性质,由电荷的位置对时间和加速度的依赖关系来确定。根据牛顿第二定律

$$m\mathbf{a} = q\mathbf{E} + m\mathbf{g}.$$

得出,电荷的加速度是一个恒矢量。下面我们只限于研究在 $qE \gg mg$ 条件下电荷的运动。在这种情况下,电荷的加速度 $\mathbf{a} = \frac{q}{m}\mathbf{E}$ 。因此,在与矢量 $\mathbf{E}$ 平行的方向上,电荷的运动是

匀变速运动;而在与 $\mathbf{E}$ 垂直的方向上,电荷的运动是匀速运动。我们看到,电荷在电场 $\mathbf{E}$ 中的运动,在很大程度上与物体在匀强地球重力场中的运动相似。因此,矢径与时间的关系 $\mathbf{r}(t)$ 及速度与时间的关系 $\mathbf{V}(t)$,由公式(7.4)和公式(7.5)

确定,如果作这样的代换: $g \rightarrow \frac{q}{m}\mathbf{E}$, 则

$$\mathbf{r}(t) = \mathbf{r}_0 + \mathbf{V}_0 t + \frac{q}{2m}\mathbf{E}t^2, \quad (28.5)$$

$$\mathbf{V}(t) = \mathbf{V}_0 + \frac{q}{m}\mathbf{E}t, \quad (28.6)$$

式中 $\mathbf{r}_0$ 是电荷最初位置的矢径, $\mathbf{V}_0$ 是初速度。

题 28.6 一个电子以初速度 $v_0 = 10^7$ 米/秒飞入一个平

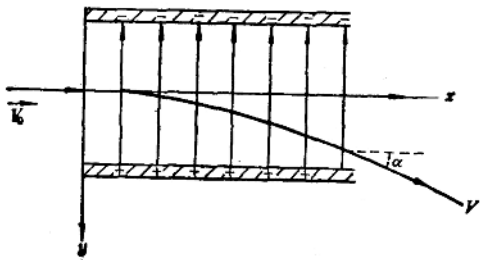


图 28.4