

# 电 路 理 論 基 礎

第 二 册

(試 用 教 材)

电 子 計 算 机 专 业 用  
电 視

成 都 电 訊 工 程 学 院

一 九 七 一 年 十 月

## 第二章 靜电场

本章主要研究靜止电荷所产生的靜电场，以及靜电场对导体和电介质的作用。本章的基本概念很多，必须加以很好的研究，这是学习其他电磁知识的基础。

电场强度和电位是描写电场特性的两个重要物理量，須搞清楚它们的意义、作用及相互关系，並能掌握它们的简单计算方法和图形表方法。

研究在靜电场中的导体时，須理解靜电平衡状态的意义，搞清在这种状态下所特有的现象。

电容是本章中一个重要的概念，要求能理解它的意义，並掌握电容器的构造、接法以及电容的计算。

最后一节，要弄清电能的“负载者”是电场而不是电荷本身。

对于摆在我们面前的这些任务，在战略上要藐视它，在战术上要重视它。下面我们就分节对上述问题进行讨论。

### 第一节 电场 电场强度 电力线

#### 1. 靜电场的概念

毛主席教导我们说：“无论何人要认识什么事物，除了同那个事物接触，即生活于（实践于）那个事物的环境中，是没有法子解决的。”

让我们先来做一个实验，如图 2-1。设法使两个灯草球都带正电或都带负电，当把它们靠近一些时，发现它们有互相排斥的倾向；如果使两个小球分别带正电和负电，发现它们有互相吸引靠拢的倾向。

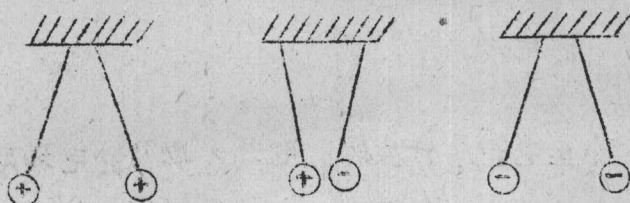


图 2-1

这现象显示出电荷具有同性相斥，异性相吸的性质。

在上述实验中，无论是相斥或相吸，我们都只是使两小球靠近而并没有让它们直接接触，那么，是什么东西使两个带电的小球相斥或相吸呢？

毛主席说：“我们看事情必须要看它的实质，而把它的现象只看作是入门的向导，一进了门就要抓住它的实质，这才是可靠的科学的分析方法。”

苹果落地的现象中，苹果和地球没有直接接触。苹果之所以落到地面上，是因为它在地球的引力场中受到地心引力作用而被吸引到地面上的。与此相似，两个带电小球的相斥或相吸，都是通过它们之间的电力场发生作用的。一个物体带了电，对它周围的其它带电体就会显示出电力的作用。这种在带电体周围空间存在的可以使电荷发生移动的特殊物质，我们叫做电场。只要有电荷，在电荷周围就有电场。电荷和电场“形影不离，亲密无间”。

相对于我们观察者不动的电荷产生的电场叫做静电场。静电场有三个最重要的特性，我们先列举于下，待以后几节逐步研究，一口一口的把它们吃掉消化。

第一，静电场对处于场中的电荷有力的作用。或者这样说：电荷在电场中要受到电场力的作用。

第二，电荷在电场中移动时，电场力要对运动电荷作功。这说明

电场具有能量。

第三，静电场能引起导体的静电感应。

有了电场的概念以后，我们就可以说，两个带电体之间的相斥或相吸不是直接进行的。而是通过它们之间的电场相互联系起来的，即是其中一个电荷在它周围产生了电场，而电场再对另一个电荷起作用。这可简单表示成：

电荷  $\rightleftharpoons$  电场  $\longleftarrow$  电荷

电场是一种物质。是一种直接看不见摸不着的特殊物质，它的存在是一种客观事实。北京中央人民广播电台的红色电波传来了毛主席他老人家的声音就是一个例子。电波的传播本身就是电场和磁场交替变化的结果。

电场被我们看不见摸不着是坏事，但也是好事。如果电场是看得见摸得着的实体物质，那么，国内国外的广播电台、雷达站和通讯设备所发出的无数电磁波（电场和磁场）不就会充塞满我们周围所有的空间吗？果真如此的话，我们的腿被电场拦住了，眼被电场遮住了，人被电场挤死了，那还了得！

## 2. 电场强度

前面我们知道了电荷在其周围产生电场，并且知道了电场有三个主要特性。现在我们从电场对电荷有力的作用这个角度对电场的性质作进一步的认识。

有一个电荷 $Q$ ，在它的周围产生了电场。为了对这电场进行研究，必须把另一个电荷 $q$ 放进这电场中来，以便我们观察电场对电荷 $q$ 的作用情形，从中认识电场对电荷的作用规律。放入电场的电荷 $q$ 所带的电量比起电荷 $Q$ 的电量是足够小，小到它在自己周围产生的电场对原有电场的分布情况几乎没有影响，满足这个条件的电荷称为试验电

荷。只有在这种情况下，我们得到的规律才能真正反映电荷 $Q$ 产生的电场的性质。

现在，我们在电荷 $+Q$ 所产生的电场中的任意一个地方 $A$ 点，放进试验电荷 $q$ 。这时 $q$ 受到电场的作用力为 $F_A$ ，其大小和方向如图2-2所示。如果把试验电荷搬个位置，把它放到电场中的另一个地方 $B$ 点，这时

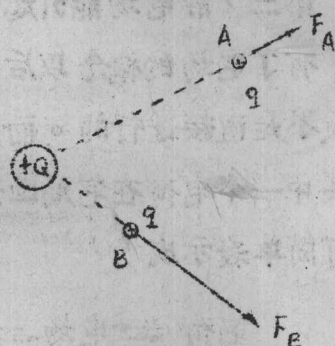


图2-2

$q$ 所受的电场力为 $F_B$ 。我们发现，试验电荷 $q$ 在电场中的位置不同，受到的电场力的大小和方向就不同。这说明：电场中的各个地方，电场的强弱程度和方向都不相同。

现在，我们再来做个实验。如果我们固定试验电荷 $q$ 于位置 $A$ 不动，而改变试验电荷 $q$ 的电量，使它等于 $2q$ 、 $3q$ 、…… $nq$ 。我们发现，试验电荷在 $A$ 点所受到的电场力改变为 $2F_A$ 、 $3F_A$ …… $nF_A$ 。可以看出，放在 $A$ 点的试验电荷所受的电场力与试验电荷的电量的比值 $\frac{F_A}{q}$ 不随试验电荷的电量而改变，也就是说比值 $\frac{F_A}{q}$ 与试验电荷无关它是一个不变的量。如果在电场中的 $B$ 点重做这个实验，同样发现 $\frac{F_B}{q}$ 也是一个与试验电荷无关的不变量。

通过上面的实验，我们就认识了电场的一种性质：电场中各点的电场强弱和方向各不相同，而对电场中的任何一点来说，放在这点的试验电荷所受的电场力跟它的电量的比 $\frac{F}{q}$ 总是一个与试验电荷无关的不变量。因此比值 $\frac{F_A}{q}$ 表征了电场中该点的客观性质。

为了表示电场的这种性质，我们引入一个新的物理量，叫做电场强度。

电场中某点的电场强度，在数值上等于放在那点的电荷所受到的电场力跟它的电量的比。

如果用符号  $E$  表示电场强度，用  $F$  表示电荷  $q$  所受到的电场力，那么，

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

电场强度是有方向的。电场中各点的电场强度方向，就是正电荷在那点所受的电场力的方向。所以电场强度是一个既有大小又有方向的矢量。

在实用单位制中电场强度的单位为伏特/米。

〔例题 1〕在电场中某点放有  $10^{-10}$  库仑的试验电荷时，这试验电荷所受到的电场力为  $10^{-6}$  牛顿。求该点电场强度的大小。

〔解〕 已知： $q = 10^{-10}$  库仑， $F = 10^{-6}$  牛顿，

根据电场强度的定义，有该点的电场强度为

$$E = \frac{F}{q} = \frac{10^{-6}}{10^{-10}} = 10^4 \text{ 伏/米。}$$

### 3. 电力线

指挥作战有军事地图，哪里有铁路，哪里有河、湖，哪里有山，山有多高都一目了然。为了形象化的描述电场哪里强哪里弱，那里电场强度的方向如何，我们也可以用作图法很妥当的加以解决，这就是

我们常用的电力线图。

画地图有图例。红色线代表铁路，一厘米代表实际距离500公里等都是图例。画电力线也要有图例。电力线的图例有三个：电力线的方向是从正电荷起始，到负电荷终止；第二电力线上任一点的切线方向，代表该点电场强度的方向，如图2-3所示。第三，电场强度越大的地方，电力线越密，电场强度越小的地方，电力线越稀。

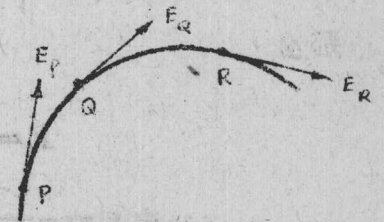


图2-3

下面我们画出几种带电体的电力线图。如2-4所示。其中a)正电荷的电力线；b)负电荷的电力线；

- c) 两个等值异号电荷的电力线；
- d) 两个等值正电荷的电力线；
- e) 带正电平板的电力线；
- f) 正负带电板周围的电力线。

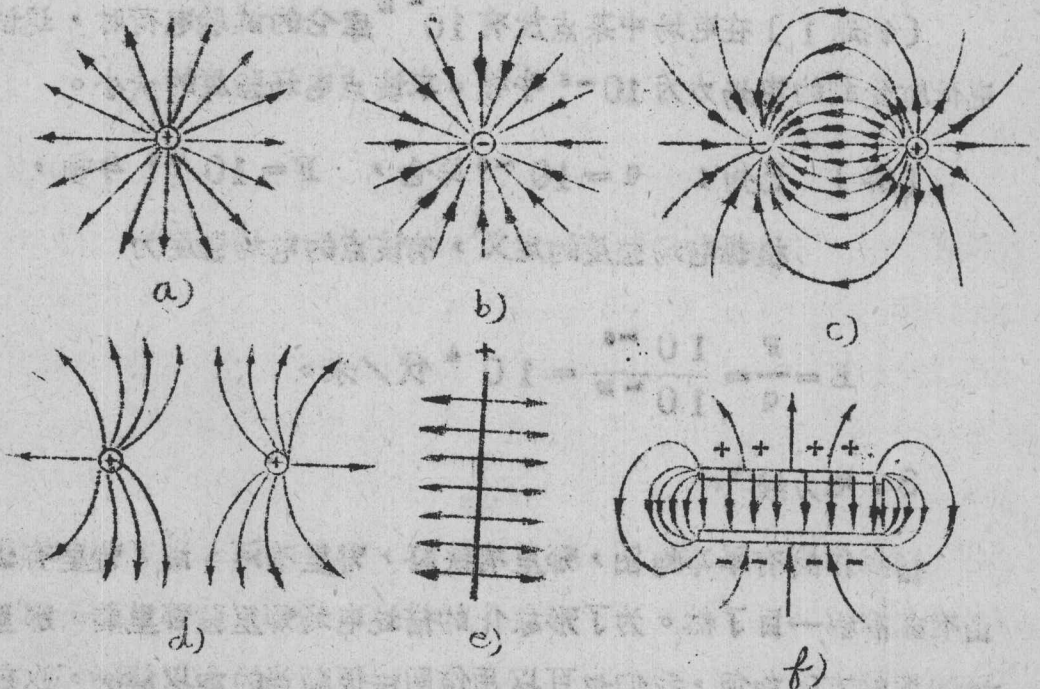


图2-4 60

靜電場的電力線有兩種性質：第一，電力線不形成閉合迴線，也不中斷，起自正電荷，止於負電荷，這是靜電場的一個重要特性。第二，任何兩條電力線不會相交，就是說電場中每一点的電場強度只有一個方向。

在圖 2-4 中的  $\alpha$ ) 和  $\beta$ ) 兩種情況下，除邊緣以外，平板中間部分的電力線是互相平行的，而且電力線的密度也相同。也就是說，在平板中間的電場內，所有各點的電場強度大小相等，方向相同。我們稱這種電場為均勻電場。

請學員同志們注意，描繪電力線的目的，在於能夠形象地反映出電場中電場強度的情況，並不是電場中真有這些實在的線。

#### 4. 電子射線管

我們已經知道，電荷在電場中要受到電場力的作用，其結果是在電場力的作用下電荷發生加速運動。作為實際應用的一個例子就是電子射線管。

電子射線管是重要的電子儀器，它在許多技術部門中都有廣泛的應用。

電子射線管的外形是一個一端擴大的玻璃燈泡，燈泡內抽成高度的真空，內部構造大致如圖 2-5 所示。圖中  $K$  為熱陰極， $A$  為一小孔的陽極膜板， $O_1$  為一對取豎直位置的平行板， $O_2$  為一對取水平位置的平行板， $D$  為螢光屏。從熱陰極發出的熱電子，在陰陽兩極之間的電場內加速，穿過陽極  $A$  上的小孔形成很窄的電子束，沿直線方向射到螢光屏  $D$  上，使它發光，出現一個光點。如果在  $O_1$  平行板間加上電壓，產生一個水平方向的電場，則當電子束通過時，電子要受到水平方向的電場力而偏离原來方向的路徑， $D$  屏上出現的光點的位置就要改變。如果這電壓是迅速交變的，則  $D$  屏上的光點將在水平方

向迅速移动，形成一条水平的直线形的亮条（图2-6 a）。如果再在  $C_1$  平行板间加上一个电压，则 D 屏上的光点将同时地有垂直方向的移动（图2-6 b）。因此，我们可以观察屏上光点运动的情况来研究  $C_1$  平行板或  $C_2$  平行板迅速变化的电场。用来分析波动形状的阴极示波器，和确定眼力不能看见的远物的位置的雷达装置，都要应用上述电子射线管的原理。

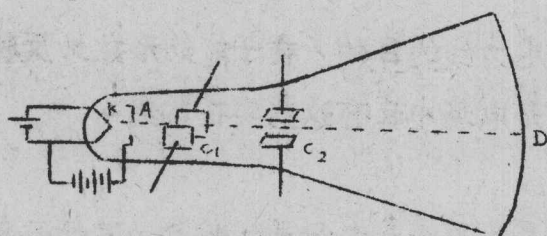


图 2-5

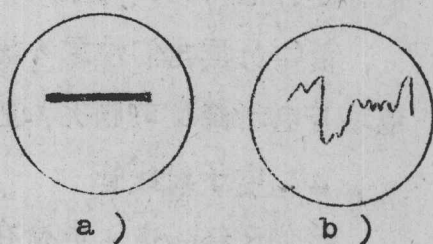


图 2-6

## 第二节 库仑定律和点电荷的场强

在研究静电现象的时候，我们经常用到点电荷的概念。当两个带电体的大小和它们之间的距离相比较是很小，小到可以忽略不计时，我们可以近似的认为分布在带电体上的电荷集中在一点上，这样的带电体叫做点电荷。请同学们注意，不要把点电荷理解为是一个点具有的电荷，也不能理解为无限小的物体所带的电荷。点电荷的大小具有相对的意义，只要带电体本身的大小相对于带电体之间的距离为很小时，带电体就可以看成是点电荷。

### 1. 库仑定律

两个点电荷之间，存在着相互作用力，如图2-7所示。人们经过反复实验，发现相互作用力  $F$  与以下的因素有关：

第一，当两个点电荷之间的距离  $R$  一定时， $F$  和两个点电荷的

电量有关， $Q_1$ ， $Q_2$ 的电量越大，相互作用力  $F$  就越大；

第二，当两个点电荷的电量是一定时， $F$  和两点荷之间的距离  $R$  有关， $R$  越大， $F$  越小，而且是当  $R$  增大两倍时， $F$  则是减小四倍，当  $R$  增大三倍时， $F$  则是减小九倍，以此类推下去。

第三，当  $Q_1$ ， $Q_2$  和  $R$  都固定不变时，还发现相互作用力跟电荷周围的电介质有关。和真空中两个点电荷的相互作用力比较，在电介质中的相互作用力是减小。

把上面三个方面的因素总结起来，用一个数学式子表示出来，就是通常叫的库仑定律：

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \epsilon R^2} \quad (2-2)$$

式中  $\epsilon$  是考虑到电介质的影响而引进来的一个常数，叫做电介质的介电系数。不同的电介质有不同的介电系数  $\epsilon$ 。根据实验，可以确定真空的介电系数为

$$\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \text{ 库仑/伏} \cdot \text{米} = 8.85 \times 10^{-12} \text{ 库仑/伏} \cdot \text{米}。$$

拿某一电介质的介电系数  $\epsilon$  跟真空的介电系数  $\epsilon_0$  相比较，就得到该种电介质的相对介电系数，用符号  $\epsilon_r$  来表示：

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad (2-3)$$

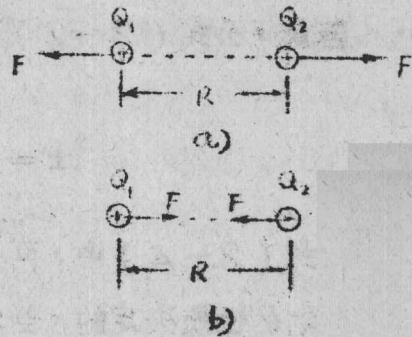


图2-7

对于真空， $\epsilon_r = 1$ 。

因此，公式(2-2)可以写成：

$$F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r R^2} \quad (2-4)$$

公式(2-4)中，两个点电荷的相互作用力的方向是由点电荷的带电的性质决定的。当它们所带的电荷同时为正或同时为负时， $F$ 的值为正，相互作用力是斥力(如图2-7a)；如果点电荷所带的电的性质不同， $F$ 的值为负，表示它们之间的相互作用力是吸引力(如图2-7b)。但是，无论它们之间的相互作用是斥力还是引力，作用力总是在联结两个点电荷的联线上。

要注意，库仑定律是在点电荷的情况下得出来的，因此，在一般情况下，对于两个任意的带电体，不能直接用库仑来计算它们之间的相互作用力。

在点电荷 $Q_1$ 所产生的电场中，放入另一点，电荷

$Q_2$ 。已知 $Q_1 = 2 \times 10^{-7}$  库仑，

$Q_2 = 4.5 \times 10^{-7}$  库仑，

$R = 9$  厘米  $= 9 \times 10^{-2}$  米，

对于空气： $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$  库仑/伏米， $\epsilon_r = 1$ 。

根据库仑定律(2-4)，点电荷 $Q_2$ 所受的电场力应为

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r R^2} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 4.5 \times 10^{-7}}{4\pi \times \frac{10^{-9}}{36\pi} \times 1 \times (9 \times 10^{-2})^2} = 0.1 \text{ 牛顿。}$$

〔例3〕已知氢原子是由原子核和核外的一个电子所组成。电子和原子核所带的电量相等， $Q_1 = Q_2 = 1.60 \times 10^{-19}$  库仑，电子和原子核之间的距离为  $R = 5.29 \times 10^{-11}$  米，並已知电子和原子核之间的万有引力为  $F_M = 3.64 \times 10^{-47}$  牛顿。试计算氢原子内电子和原子核之间的静电作用力与万有引力的比值。

〔解〕根据题给条件，电子和原子核之间的静电作用力为

$$F_e = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r R^2} = \frac{1.60 \times 10^{-19} \times 1.60 \times 10^{-19}}{4\pi \times \frac{10^{-9}}{36\pi} \times 1 \times (5.29 \times 10^{-11})^2}$$

$$= 8.23 \times 10^{-8} \text{ 牛顿}$$

由此，得到静电力跟万有引力的比值为

$$\frac{F_e}{F_M} = \frac{8.23 \times 10^{-8}}{3.64 \times 10^{-47}} = 2.27 \times 10^{39}$$

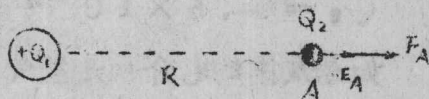
即  $F_e = 2.29 \times 10^{39} F_M$ 。

可见在原子内，电子和原子核之间的静电作用力是万有引力的  $2.27 \times 10^{39}$  倍，因此，在处理电子和原子核之间的相互作用问题时，只需考虑静电力，而万有引力可以忽略不计。

## 2. 点电荷的电场强度

前面第二节中我们已经知道，电场中某点的电场强度，等于放在那点的电荷所受到的电场力跟它的电量的比。现在，我们又通过库仑定律知道了电荷在电场中所受的电场力的大小。因此，电场中某点的电场强度的数值也就可以确定了。

如图 2-8 所示，点电荷  $+Q_1$



产生的电场中的A点的电场强度为：

$$E_A = \frac{F}{Q_2} = \frac{1}{Q_2} \times \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r R^2}$$

$$= \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r R^2} \quad (2-5)$$

这就是点电荷的电场强度的规律。(2-5)式的分母中 $4\pi R^2$ 是以点电荷 $Q_1$ 为中心，以 $R$ 为半径的球面积。因此，从(2-5)式可以知道，在点电荷 $Q_1$ 的电场中，在以 $R$ 为半径的球面上的各点，其电场强度的大小是相等的，但方向不同。从(2-5)式还可以知道，离点电荷 $Q_1$ 越近，电场强度越大，离 $Q_1$ 越远，电场强度就越小。

如果用电场线图来形象地描绘点电荷的电场，就得到图2-9的情况。图中显示的情况跟上面的分析结论是完全一致的。

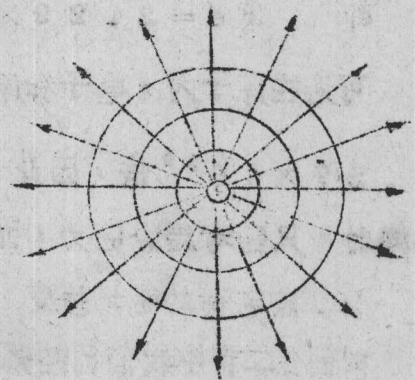


图2-9

前面已经知道，电场强度是一个有方向性的量，在图2-8中，点电荷 $Q_1$ 所产生的电场在A点的电场强度 $E_A$ 的方向就是正电荷 $Q_2$ 在A点处所受的电场力 $F_A$ 的方向。

〔例题4〕在图2-8中，点电荷 $Q_1 = 3 \times 10^{-8}$  库仑， $Q_2 = 4.5 \times 10^{-7}$  库仑， $Q_1$ 和 $Q_2$ 之间的距离 $R = 0.3$ 米，如果周围的电介质是空气。试求 $Q_1$ 作用于 $Q_2$ 的电场力和 $Q_2$ 所在处的电场强度。

[解] 先求  $Q_1$  的电场作用于  $Q_2$  的电场力：

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r R^2} = \frac{3 \times 10^{-8} \times 4.5 \times 10^{-7}}{4\pi \times \frac{10^{-9}}{36\pi} \times 1 \times (0.3)^2} = 1.35 \times 10^{-7} \text{ 牛顿。}$$

由此可知在  $Q_1$  所产生的电场中， $Q_2$  所在处的电场强度为

$$E = \frac{F}{Q_2} = \frac{1.35 \times 10^{-7}}{4.5 \times 10^{-7}} = 3 \times 10^3 \text{ 伏/米。}$$

[例题5] 在图 2-10 中，已知在同一直线上有三个带正电的

点电荷： $Q_1 = 3 \times 10^{-8}$  库仑， $Q_2 = 6 \times 10^{-8}$  库仑，

$Q_3 = 4.5 \times 10^{-7}$  库仑， $Q_1$  和  $Q_2$  之间的距离  $R_1 = 0.3$  米，

$Q_2$  和  $Q_3$  之间的距离  $R_2 = 0.2$  米。如果周围的电介质是空气，试求

$Q_1$ 、 $Q_2$  作用于  $Q_3$  的电场力和  $Q_3$  所在处的电场强度。

[解] 先求  $Q_1$  的电场的电场作用

用于  $Q_3$  的电场力  $F_1$  和  $Q_2$  的电场作用

于  $Q_3$  的电场力  $F_2$ ：

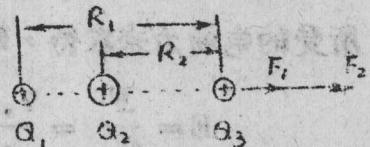


图 2-10

$$F_1 = \frac{Q_1 Q_3}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r R_1^2} = \frac{3 \times 10^{-8} \times 4.5 \times 10^{-7}}{4\pi \times \frac{10^{-9}}{36\pi} \times 1 \times 0.3^2} = 1.35 \times 10^{-8} \text{ 牛顿，}$$

$$F_2 = \frac{Q_2 Q_3}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r R_2^2} = \frac{6 \times 10^{-8} \times 4.5 \times 10^{-7}}{4\pi \times \frac{10^{-9}}{36\pi} \times 1 \times 0.2^2} = 6.08 \times 10^{-8} \text{ 牛顿。}$$

因为  $F_1$  和  $F_2$  都是斥力，它们同方向并且都在同一条直线上，所

以  $Q_1$ 、 $Q_2$  共同作用于  $Q_3$  的电场力的大小为：

$$F = F_1 + F_2 = 1.35 \times 10^{-5} + 6.08 \times 10^{-3} = 7.43 \times 10^{-3} \text{ 牛顿。}$$

在  $Q_1$  产生的电场中， $Q_3$  所在处的电场强度为

$$E_1 = \frac{F_1}{Q_3} = \frac{1.35 \times 10^{-5}}{4.5 \times 10^{-7}} = 3 \times 10^4 \text{ 伏/米，}$$

在  $Q_2$  产生的电场中， $Q_3$  所在处的电场强度为

$$E_2 = \frac{F_2}{Q_3} = \frac{6.08 \times 10^{-3}}{4.5 \times 10^{-7}} = 1.35 \times 10^4 \text{ 伏/米。}$$

因为电场强度的方向跟电场作用于正电荷的力的方向相同，因而现在  $E_1$  的方向和  $F_1$  相同， $E_2$  的方向和  $F_2$  相同，就是说  $E_1$  和  $E_2$  也是同方向并在一条直线上，所以  $Q_3$  处的电场强度应为

$$E = E_1 + E_2 = 3 \times 10^4 + 1.35 \times 10^4 = 4.35 \times 10^4 \text{ 伏/米。}$$

显然，根据电场强度的定义， $Q_3$  所在处的电场强度也可以从  $Q_3$  所受的电场力求得，即

$$E = \frac{F}{Q_3} = \frac{7.43 \times 10^{-3}}{4.5 \times 10^{-7}} = 1.65 \times 10^4 \text{ 伏/米。}$$

习题：

1. 有两个点电荷， $Q_1 = 5 \times 10^{-9}$  库仑， $Q_2 = 2 \times 10^{-9}$  库仑，它们之间的距离  $R = 0.08$  米。如果电场中的电介质是空气，试求电荷  $Q_1$  的电场对  $Q_2$  的作用力。

2. 有两个点电荷， $Q_1 = 6 \times 10^{-9}$  库仑， $Q_2 = -4 \times 10^{-10}$  库仑，如果它们在纯水中相距 0.05 米。试求电荷  $Q_1$  的电场对电荷  $Q_2$  的作用力。纯水的  $\epsilon_r = 8$ 。

3. 有  $Q_1$ ,  $Q_2$  和  $Q_3$  三个点电荷, 它们同一条直线上。  
 $Q_1 = 3.3 \times 10^{-9}$  库仑,  $Q_2 = 16.7 \times 10^{-9}$  库仑,  $Q_3 = 8.33 \times 10^{-9}$  库仑。 $Q_1$  到  $Q_2$  的距离为 0.1 米,  $Q_1$  到  $Q_3$  的距离为 0.05 米。如果  $Q_1$  在  $Q_2$  和  $Q_3$  的中间, 求  $Q_1$  受力的大小和方向。

### 第三节 电位 电压

“世界上的事情是复杂的, 是由各方面的因素决定的。看问题要从各个方面去看, 不能只从单方面看。”

前面第一节, 我们是从电荷在电场中受到电场作用这一事实出发, 研究了电场的性质, 并且用电场强度这个物理量来描写了这种性质。

现在我们再从电荷在电场中移动时, 电场力作功这个事实来研究静电场的性质。并且用电位这个物理量来描写电场的这一性质。

#### 1. 电位

水, 有水位, 水位有高有低。水从高水位流向低水位, 水的位能减少, 它对水轮机作了功。水泵把水从低水位抽到高水位, 水的位能增加了, 原因是水泵对水作了功。

电, 也有电位, 也有电位高低之分。关于电位的概念就远比水位复杂, 不能简单的跟水位相比较。现在我们对电位进行必要的认识。

在一个正电荷  $Q$  的电场中, 有 A 和 B 两点, 在 B 点放有一个试验正电荷  $q$  如图 2-11 所示。要把  $q$  从 B 点移到 A 点, 就一定要有外力作用到  $q$  上, 反抗电场力来使  $q$  移动。在  $q$  移动过程中, 外力所作

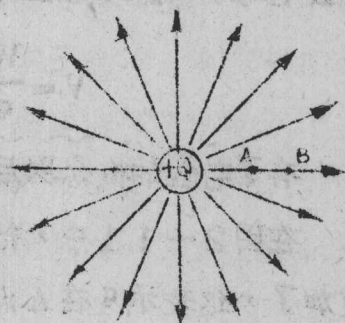


图 2-11

的功就等于  $q$  增加的电位能。这种情形和水泵抽水做功等于水增加的位能很相似。

如果试验电荷  $q$  是在电荷  $Q$  的电场之外，也就是说，如果  $q$  距  $Q$  的距离是无限远，那么  $q$  所受的电场力等于零，我们通常就取这时  $q$  的电位能为零。现在把  $q$  从电场之外沿任何路径移到电场中的  $A$  点，这时外力反抗电场力所作的功就等于  $q$  在  $A$  点的电位能。

我们假设电场中  $A$  点的电位能是  $W$ 。我们再将类似实验，把电量为  $2q$ 、 $3q$ 、…… $nq$  的电荷从电场之外沿任何路径移到电场中的  $A$  点。我们发现，它们在电场中  $A$  点的电位能分别是  $2W$ 、 $3W$ ，…… $nW$ 。这就是说，放在电场中  $A$  点的电荷的电位能跟它的电量比  $\frac{W}{q}$  不随电荷的电量而改变，是一个与试验电荷无关的恒量。

对于电场中任何别的点，情形也是这样。电荷在这些点的电位能  $W'$  跟它的电量  $q$  的比  $\frac{W'}{q}$  也是一个与试验电荷无关的恒量。因此说明，比值  $\frac{W}{q}$  反映了电场中该点的性质。

为了表示电场的这种性质，我们又引入一个新的物理量——电位。电场中某点的电位，等于放在那点的电荷的电位能跟它的电量的比。

如果用  $V$  表示电位，用  $W$  表示电荷  $q$  在电场中某点的电位能，那么电场中该点的电位就为：

$$V = \frac{W}{q} \quad (2-6)$$

有了电位的概念以后，我们就可以区分电场中各点电位的高低了。

在图 2-11 中，把试验电荷  $q$  从  $B$  点移到  $A$  点， $q$  的电位能增加了，这表示  $q$  在  $A$  点的电位能大于它在  $B$  点的电位能，由