



江苏省五年制中学試用課本

# 物理学

WULIXUE

第二册

江苏人民出版社

# 目 录

## 第三編 电磁学

### 第一章 靜电场

- (一) 带电体間的相互作用 庫倫定律 ..... ( 1 )
- 二 电量的单位 ..... ( 2 )
- 三 电場 电場强度 ..... ( 3 )
- (四) 电場的图示 电力綫 ..... ( 5 )
- (五) 电場中移动电荷所作的功 电势差 ..... ( 7 )
- (六) 靜电感应 ..... ( 8 )
- (七) 电場中的电介質 靜电植絨 ..... ( 10 )

### 第二章 恒定电流

- 一 电流及其产生的条件——电压 ..... ( 13 )
- (二) 电流强度及其单位 ..... ( 14 )
- (三) 部分电路的欧姆定律 电阻及其单位 ..... ( 15 )
- (四) 电阻的串联和并联 ..... ( 17 )
- (五) 电流的功和功率 ..... ( 22 )
- (六) 焦耳——楞次定律 ..... ( 23 )
- (七) 电热的应用 ..... ( 24 )

八 电动势 .....	( 26 )
九 基尔霍夫定律 .....	( 30 )
十 电池 电池的串联和并联 .....	( 33 )
十一 惠斯顿电桥 .....	( 36 )
十二 电势计 .....	( 40 )

### 集三章 导体与绝缘体

一 导体与绝缘体 导体的电阻定律 .....	( 46 )
二 导体的电阻率和温度的关系 .....	( 49 )
三 电阻器 .....	( 50 )
四 绝缘体的绝缘强度 .....	( 55 )
五 导体的横截面和电器材料的选择 .....	( 56 )

### 第四章 气体中的电流

一 气体的导电性 .....	( 62 )
二 火花放电及其应用 .....	( 63 )
三 弧光放电及其应用 .....	( 66 )
四 辉光放电及其应用 .....	( 67 )
五 电量放电及其应用 .....	( 69 )

### 第五章 磁场

一 电流的磁效应 .....	( 73 )
二 磁场 .....	( 74 )
三 磁场的图示 磁通 .....	( 76 )
四 磁场对通电线圈的作用 .....	( 78 )
五 动圈式电表的构造和原理 .....	( 82 )
六 分路 安培计 .....	( 83 )

七 附加电阻 伏特計 ..... ( 86 )

八 万用电表 ..... ( 89 )

## 第六章 电磁感应

一 电磁感应现象 ..... ( 95 )

二 感生电动势和感生电流 ..... ( 98 )

三 楞次定律 ..... ( 100 )

四 涡流 高频加热器 ..... ( 103 )

五 感应圈 ..... ( 106 )

电磁学实验 ..... ( 111 )

## 第四編 几何光学

### 第一章 光度学与照明技术

一 光源 ..... ( 127 )

二 光通量 发光强度 ..... ( 128 )

三 照度及照度定律 ..... ( 130 )

四 照明技术 ..... ( 134 )

### 第二章 光的反射

一 光的反射定律及其应用 ..... ( 137 )

二 曲面反射 球面鏡 ..... ( 140 )

三 球面鏡成象公式 ..... ( 142 )

### 第三章 光的折射

一 折射定律 折射率 ..... ( 147 )



如用乘的 $sp$ ， $sp$ 的乘積小大由代積... 1. 乘積的乘由个因積具  
乘是線效。其又乘式平由，乘積的乘由乘由个因乘而，其五  
左示乘學乘的乘。乘乘全

$$\frac{sp}{s} = 1$$

## 第三編 电 磁 学

关于电学... 乘乘全

乘乘全

### 第一章 靜 电 場

乘乘全

#### 一 帶电体間的相互作用 庫倫定律

我們知道，一切物体都是由原子組成的，原子又是由原子核和电子組成的。原子核帶有正电荷，电子帶有負电荷。电子圍繞原子核轉动。原子核帶的正电荷跟它周圍电子帶的总負电荷是等量的，因此正負电荷恰好互相抵消，所以整个原子就显不出带电現象來，我們就說它是中性的。同样道理，由原子組成的物体，平常也就显不出带电現象來。如果用某种方法使物体失去电子，或者得到多余的电子，那末，失去电子的物体就带正电，得到多余电子的物体就带負电。

带电的物体叫做带电体。在小学里，我們学過，帶有同号电荷的两个物体相互間有排斥力的作用；帶有不同电荷的两个物体相互間有吸引力的作用。簡單的說，同号电荷相斥，異号电荷相吸。带电体間的这种相互作用力叫做电力。两个带电体間的相互作用力是如何确定的呢？庫倫从多次實驗中得出一個規律：在真空中，两个点电荷 $q_1$ 及 $q_2$ 之間的相互作用力的方向

是在两个电荷的連綫上，作用力的大小跟电荷 $q_1, q_2$ 的乘积成正比，而跟两个点电荷之間的距离 $r$ 的平方成反比。这就是庫仑定律。它的数学表示式

$$f = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

式中 $k$ 是比例系数，与式中各个量的选用单位有关。

这里所說的点电荷是指那些带电物体，它們的大小和它們之間的距离相比很小，可以忽略不計。

在上式中，如果是同号



电荷， $f$ 是正的，表示斥力；如果是異号电荷， $f$ 是負的，表示引力。

图3—1—1表示两个同号点电荷和两个異号点电荷之間的作用。

图3—1—1 点电荷的相互作用

## 二 电量的单位

带电体上电荷的多少可以通过它們之間的作用力的大小来量度。因此我們这样规定度量的单位：两个相等的点电荷，在真空中距离1厘米，它們之間的作用力等于1达因时，那末每一个点电荷上所带的电量叫做1个靜电单位电量。也就是說，当电量用靜电单位时，力的单位用达因，长度的单位用厘米，庫仑定律中的比例系数 $k$ 就等于1。那末庫仑定律就可以改写为

$$f = \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

在实用上，以上规定的电量单位太小。象普通电灯中1秒钟就要通过几万万静电单位的电量。因此，在工业生产中，我们又规定一种电量的实用单位——库仑，1库仑等于 $3 \times 10^9$ 静电单位电量，即

$$1 \text{ 库仑} = 3 \times 10^9 \text{ 静电单位的电量}$$

**【例题】** 已知氢原子中电子和原子核间的距离  $r = 0.529 \times 10^{-8}$  (厘米)，电子所带的电量  $q_1 = -4.8 \times 10^{-10}$  静电单位，原子核所带的量  $q_2 = +4.8 \times 10^{-10}$  静电单位。计算氢原子中电子和原子核间的作用力。

**【解】** 根据库仑定律

$$f = \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{-(4.8 \times 10^{-10})^2}{(0.529 \times 10^{-8})^2} = -8.23 \times 10^{-3} \text{ (达因)}$$

$f$  是负的，所以电子和原子核间的作用力是引力。

### 三 电场 电场强度

带电物体周围的空間具有某些新的性质，这些性质是物体不带电时所沒有的，我們称这样的空間为电场，例如，把一个带电体放在另一个带电体的电场中，将要受到另一个带电体电场力的作用。这种作用是通过电场来实现的。

现在来深入地研究静电场的性质。为了这个目的，我們利用一个检验电荷来研究。检验电荷的体积和所带的电量都很



小，不致使产生电场的那些电荷的分布发生变化。将检验电荷  $q_0$  放在电场某一点，它所受力的大小和方向都是一定的，如果使  $q_0$  取不同的值，则它所受力的方向不变，但是力的大小不同。我们发现，检验电荷所受的力和它所带的电量的比值  $\frac{F}{q_0}$  是和  $q_0$  的大小无关的，但是当产生电场的电荷改变后，这

个比值也改变了，因此大小为  $\frac{F}{q_0}$  的、有一定指向的力表示着电场的性质，表示着电场的强弱程度，我们称它为电场强度。电场强度的大小为：

$$E = \frac{F}{q_0}$$

电场强度的方向就是指检验电荷所受力的方向。

上式中如果令  $q_0 = +1$  单位，则  $E = F$ 。由此可见，在场中某一点的场强，在数值上等于单位正电荷在该点受到的力。现在我们就来规定它的单位，在电场中某点放置一单位正电荷，如果它所受的力为 1 达因，我们称该点的电场强度 1 静电单位场强。

因为库仑定律只适用于点电荷，所以它只能用来确定点电荷激发的电场。令  $r$  表示电场中某点  $p$  到点电荷  $q$  的距离，则  $p$  点的电场强度为：

$$E = \frac{q}{r^2}$$

因为电场强度的方向就是单位正电荷所受电力的方向，所

示图图式电的荷正金平荷电量

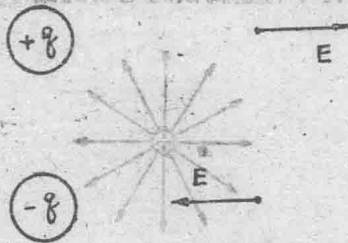


图3-1-2 (d) 电场强度的方向

以当产生电场的电荷是正电荷时，空间某点电场强度的方向是指向正电荷；当产生电场的电荷为负电荷时，空间某点的电场强度的方向就指向负电荷。图3-1-2就是表示这两种不同的情形。

图式电的荷正金平荷电量

图式电的荷正金平荷电量

#### 四. 电场的图示 电力线

实际上一个带电体周围空间的电场是比较复杂的。为了方便，可以用图示的方法来研究。

(a) 最简单的方法是将粉末状的煤粉撒在带电体的周围，粉末就会形成曲线形状的分佈（或者将带电体浸在蓖麻油内，然后再撒上可以浮起的粉末），图3-1-3图3-1-4就是两个异号、同正负电荷的电力线分布图。

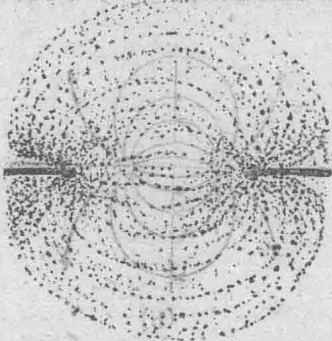


图3-1-3 两个异号点电荷的电场图示

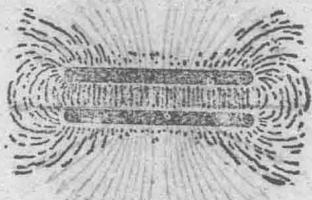
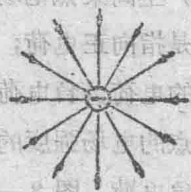


图3-1-4 平行金属板间的电场图示

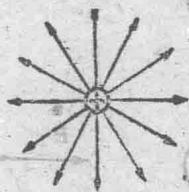
0-1-8图

图式电的荷正金平荷电量

号点电荷和两块带有异号等量电荷平行金属板的电场的图示。



(a)



(b)

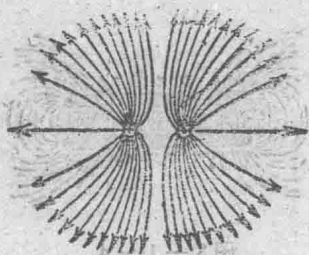
图 3-1-5

(a) 正点电荷的电力线图

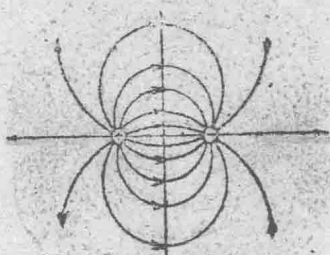
(b) 负点电荷的电力线图

电场的图示启发我们，当煤粉不存在时，电场也可以用假想的力线来表示。我们规定：依各点电场强度的方向连接成的曲线，就叫作电力线。空间中任意点的电场强度方向就是这一点的力线的切线方向。图 3-1-5(a)(b)，及图 3-1-6(a)(b)，就是电荷：两个同号电荷及两个异号电荷的电力线。

图 3-1-5 及 3-1-6 图中的箭头表示场强度的方向。根据一个电荷周围空间的电场强度总是指向负电荷，背



(a)



(b)

图 3-1-6

(a) 两个同号点电荷的电力线图

(b) 两个异号点电荷的电力线图

向正电荷，所以电力线象图 3—1—6(a)(b) 中一样由正电荷出发，终止在负电荷上。

在电场的图示中，电力线密集的地方，表示这个地方的电场强；电力线稀疏的地方，表示这个地方的电场弱。因此电力线不仅可以表示电场强度的方向还可以表示电场强度的大小。

假如电场中各电力线间的间隔相等，而且又互相平行，方向一致，也就是说电场中各点电场强度的大小和方向都相同，这种电场叫做匀强电场。象二块带异号等量电荷的平行金属板中间的电场就是这样。从图 3—1—4 可以看出平行金属板中间的电场是匀强电场。

## 五、电场中移动电荷所作的功 电势差

电荷在电场中总要受到电场的作用力，因此，电荷在电场力作用下移动时，电场力对电荷就要作功，如果电荷是在电场力作用下移动，电场力作正功；如果电荷是在外加作用下反抗电场力作用而移动，电场力就作负功。这和在地球引力场中移动重物作功的情况完全相似。电荷在电场中和物体在地球引力场中一样是具有势能的。

在电场中，如果外力反抗电场力作功，把电荷 $q$ 从位置A移到位置B，用 $U_A$ 及 $U_B$ 分别表示电荷在A、B两个位置的势能，那末外力所做的功 $W$ 就等于电荷 $q$ 的势能的增加。即

$$W = U_B - U_A$$

电荷在电场中某个位置的势能既与电荷的多少有关，也与电场在这个位置的特性有关，跟确定某点的电场强度一样，可

以用单位电荷在这点的势能来表示电场某点的特性。单位电荷所具有的势能叫作电势。平常用 $V$ 表示。

$$V_A = \frac{U_A}{q}$$

所以外力移动电荷所做的功，就可以用电势来表示。

$$W = q(v_B - v_A) = q\Delta V$$

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$

我們可以用上式来规定电势差的实用单位。在电场中，如果把1库仑的电量从位置A移到位置B时，所需的功为1焦耳，那末A、B两点的电势差就规定为1伏特。

我們知道，在高处的重物有着向低移动的趋势，跟这个情形类似，在电场中一个正电荷也有着从高电势处向低电势处移动的趋势，或者说自由正电荷将从高电势流向低电势。

## 六 静电感应

把一个带正电的物体渐渐靠近验电器的金属球，但不与它接触，如图3—1—7，这时金箔就渐渐张开，这表示验电器已受到带电体的影响。如果将带电体仍旧移开，那么验电器的金箔又重新恢复原状。

现在我們来说明这个现象。因为导体中的电子是可以自由运动的(这电子叫做自由电子)，所以带正电的物体靠近验电器时，验电器的金属棒内的自由电子将被带电体吸引，移到金属球上，使球上有了多余的电子，带有负电。在金属棒上由于失去

电子而带有正电，所以金箔就张开了。当带电体移去后，金属球上的电子又回到金属棒上，与正电荷中和，所以金箔又重新闭合。如果把带电体放在导体附近，那么在靠近带电体的导体那一端就会产生跟带电体相反的电荷，在导体的另一端就会产生跟带电体相同的电荷。这种现象叫静电感应。静电感应的现象是很多的，冰桶实验就是一种研究静电感应现象的实验，可以用它来说明带电现象的基本规律。这个实验的装置如图3-1-8。A是一个具有空腔的任意形状的金属导体，把A与验电器连接(图3-1-8a)。在A中放进一个带正电的导体B，由于静电感应，A的内、外两壁将带有异号的电荷，因此验电器上就带有正电荷而使金箔张开(图3-1-8b)。如果把带电体B从A中取出，那末验电器的金箔又重新闭合，这表

图3-1-7 静电感应

明静电感应的现象。图3-1-7展示了静电感应的原理。上方有一根带正电的棒，其周围分布着正电荷。下方是一个带有金属球和金属杆的验电器。当带正电的棒靠近验电器的金属球时，金属球上的电子被吸引到靠近棒的一端，导致金属球带正电，而金属杆和金箔则带负电。由于同种电荷相斥，金箔因此张开。图中还标注了正负电荷的分布情况。

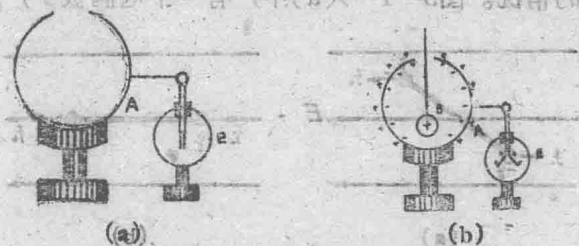


图3-1-8 冰桶实验

示导体上已不再带有电荷，也就是说明了它的内外两壁由于静电感应而产生的两种不同电荷是等量的。这个事实说明了电荷既不能产生，也不能消灭，它们只能从一个物体转移到另一个物体上去。这是电学中的一个基本规律，叫做电荷守恒定律。对于一切带电现象电荷守恒定律都是成立的。

利用静电感应可以使导体带有大量电荷，这种装置叫做感应起电机。近代最新式的一种静电起电机是范德格拉夫起电机，它可产生 $10^7$ 伏特的高压。在原子结构的研究中，范德格拉夫起电机是用来加速带电粒子的重要设备之一。

## 七 电场中的电介质 静电植绒

电介质是这样的一种物质，它里面没有自由电子，所有的电子都被带正电的原子核束缚住。就是在外电场的作用下，电介质中的电子也不能离开原子核自由运动，只能和原子核发生很小的位移，而形成带有等量异号的、相距很近的一对电荷。这样的一对电荷就叫做一个电偶极子。在外电场中，电介质就是由这样的许多电偶极子组成的。

电偶极子在电场中要受到电场力的作用。现在我们来研究它受力的情况。图3-1-9(a)中，有一个电偶极子，放在匀强

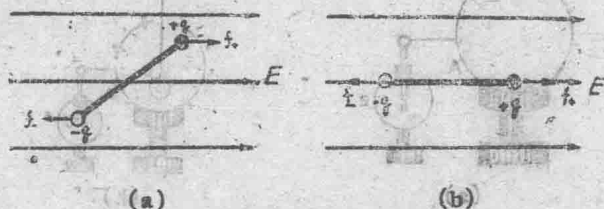


图3-1-9 电场对电偶极子的作用。

电场中，电场方向向右，电偶极子不和电场平行。正电荷(+q)受到的电场力为+f，负电荷所受到的电场力为-f。这两个力大小相等，方向相反，但是不在一条直线上。任何物体在这样两个力的作用下，都要转动。电偶极子转到和电场平行时(图3—1—9(b))，才能够停止下来。所以电偶极子在电场中就要按一定的方向排列。把电介质放在电场中，由于它里面的电偶极子按一定方向排列，结果一端出现正电荷，另一端出现负电荷，这个现象，叫做电介质的极化现象(图3—1—10)。

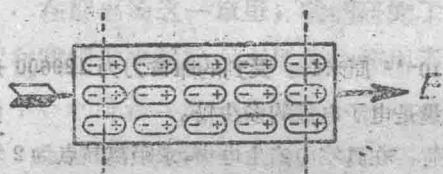


图3—1—10 极化现象

纤维在电场中能够成为电偶极子。纺织工业上利用纤维的这种性质，用静电来植绒，叫做静电植绒。它的装置象图3—1—11那样。

A是木框子、内装绒毛，与高电压相连；B是接地的导电板，AB间的电场是匀强电场，C是一块待植绒的料子，放在B板上面，以一定的速度滑动着。在料子C上要植绒的地方涂上一层胶水，当绒毛从D铜丝网小孔中落下时，绒毛在电场作用下

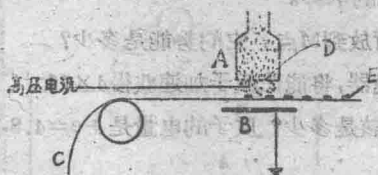


图3—1—11 静电植绒示意图

成为电偶极子，因而绒毛都沿着电场的方向豎直地落在料子上。这样就能得到各种花纹，用这种方法植绒，真是多快好省。

此外，静电在工农业生产上还有许多应用，如静电捕鱼、



靜电脱稗等等，我們在这里就不一一介紹了。

## 习 題

1. 金原子核帶有電量 $q_1 = +79e$ ，氦原子核帶有電量 $q_2 = 2e$ ，其中 $e = 4.8 \times 10^{-10}$  靜電單位電量。當它們之間的相互作用力是350牛頓時，問這兩個核相距多少厘米？

2. 兩個點電荷各帶1庫倫電量，在真空中相距1米，求它們之間相互作用力。

3. 手搖式感應起電機的两个小銅球A和B，它們的直徑都是2.5厘米，相距30厘米遠。搖動搖把使它們各帶電量为+50靜電單位和-50靜電單位電量，求它們的相互作用力。

4.  $\alpha$  粒子和氦核相距 $8 \times 10^{-12}$  厘米時，受到的庫倫力為129600 達因，求氦核所帶的電量，此電量是電子電量的多少倍。

5. 電荷為+1庫倫的點電荷，在真空中產生電場，求距離該點為2米處的電場強度。

6. 電量是5靜電單位的正電荷，在電場中某一點P受到10達因的作用力，求P點的電場強度。

7. 有兩個正電荷，其中甲電荷的電量是乙電荷的電量的4倍，相距30厘米，求在兩電荷之間電場強度為零的哪一點的位置。

8. 電量是5靜電單位的正電荷，從電場之外移到電場內的M點，外力反抗電場力所做的功是10爾格，求M點的電勢。

如果把電量是-8靜電單位的電荷放到M點，它的勢能是多少？

9. 我國試制成功的第一架靜電加速器，將能使質子加速獲得 $4 \times 10^{-14}$  焦耳的能量。問靜電加速器的電勢差應該是多少？質子的電量是 $+e = 4.8 \times 10^{-10}$  庫倫。

10. 將范德格拉夫起電機所產生的 $10^7$  伏特的高壓加于靜電加速器，問質子在加速器中加速所能獲得的能量是多少？