

中等师范学校教科书(试用本)

物 理 学

第二册

人民教育出版社物理室 编著



人民教育出版社

中等师范学校教科书

(试用本)

物 理 学

第 二 册

人民教育出版社物理室编著

人 民 教 育 出 版 社

(京)新登字 113 号

中等师范学校教科书 (试用本)

物 理 学

第 二 册

人民教育出版社物理室编

*

人 民 教 育 出 版 社 出版发行

全国新华书店经销

七二一四印刷厂印装

蓝地公司激光照排

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张 15.25 插页 3 字数 350 000

1994 年 12 月第 1 版 1995 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—265, 000

ISBN 7-107-08162-4

G · 4044 定价 6.90 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与印厂联系调换

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

主	编	窦国兴			
编写人员		窦国兴	杜敏	潘邦楨	
		刘德润	王沛清		
责任编辑		杜敏			
审订者		雷树人			
绘	图	何慧君	王恒东		

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

说 明

本书是受国家教委师范司的委托，根据 1992 年颁发的《三年制中等师范学校物理学教学大纲（试行）》编写的，供三年制中等师范学校试用。全书共三册，第一册、第二册是必修课本，第三册是选修课本。

必修课的授课时数为 170 课时左右。书中带 * 号的内容是选学内容，在授课时数不足时可以删去，或供部分学生课外阅读、参考。课文中的“实验”可由教师演示，也可在教师指导下由学生完成，使学生在物理知识的学习过程中受到实验方法的训练，增加实践的机会。书后的“学生实验”应由学生独立完成，可在学习新知识之前进行，也可在完成一段学习之后进行，着重全面地培养和检查实验能力。“阅读园地”是课文的补充，供培养阅读能力用。“进修园地”供学有余力的学生较深入地学习用。“小学生问题”密切结合课文内容和小学教学实际，供培养应用所学知识解释儿童问题的表达能力用。“小实验”和“小制作”可用日常器材进行，密切结合学习内容和生活实际，是培养学生动手能力和提高学习兴趣的一条途径。

本书在编写过程中得到了黑龙江、辽宁、江苏、内蒙古、北京、上海、山东、湖南、湖北、福建、河南、广东、安徽、广西、四川、云南等省、市、自治区教委以及师范学校领导和广大教师的支持、帮助，在此一并表示感谢。

希望广大教师和教育工作者在使用本书过程中积极提出修改意见，以便我们根据试用情况进行修改。来函请寄“100009 北京沙滩后街 55 号 人民教育出版社物理室”。

人 民 教 育 出 版 社
物 理 室

第一章 电荷和电场	(1)
一、电荷及其相互作用.....	(1)
二、电场 电场强度.....	(6)
三、电势能 电势差	(10)
四、静电感应	(13)
阅读园地 感应起电机.....	(16)
小实验 用起电盘起电.....	(18)
进修园地 带电体为什么能吸引轻小物体	(18)
五、电荷在导体上的分布 放电现象	(19)
阅读园地 雷电现象和避雷针	(22)
六、电容器 电容	(24)
七、静电的应用和防止	(27)
小实验 静电触电尝试.....	(30)
八、示波器和示波管	(31)
第二章 恒定电流	(35)
一、电流 电功 电功率	(35)
阅读园地 电路中电子定向移动的速度有多大?	(38)
二、电阻 电阻定律	(39)
三、焦耳定律	(43)
小实验 电热切割	(46)
四、串联电路	(47)
阅读园地 闪光彩灯	(51)
五、并联电路	(52)
进修园地 电表扩大量程的原理	(55)
六、电源 电动势	(57)
阅读园地 1. 干电池	(59)
2. 镉-镍电池	(60)
七、闭合电路的欧姆定律	(61)

八、多用电表及其使用	(63)
九、电阻的测量	(65)
十、电池的连接 电源的功率	(67)
阅读园地 电池“背靠背”的妙用	(70)
第三章 运动电荷和磁场	(74)
一、电流的磁场	(74)
进修园地 磁现象的电本质	(78)
二、磁场对运动电荷的作用力 磁感应强度	(79)
阅读园地 测定洛伦兹力的方法	(82)
三、洛伦兹力的应用	(83)
小实验 观察离子的运动	(87)
四、磁场对载流导线的作用力	(87)
小实验 颤动的灯丝	(90)
阅读园地 磁性材料	(90)
五、直流电动机原理	(91)
进修园地 磁电式电表原理	(94)
* 六、地球的磁场	(95)
小实验 测量地磁倾角	(97)
第四章 电磁感应	(100)
一、电磁感应现象	(100)
二、感应电流的方向 楞次定律	(104)
小实验 线圈对磁铁振动的影响	(107)
三、法拉第电磁感应定律	(108)
阅读园地 动圈式传声器的工作原理	(111)
四、自感现象	(112)
阅读园地 录音机的录放原理	(115)
五、涡流	(116)
第五章 交变电流	(120)
一、交变电流的产生	(120)
阅读园地 打点计时器的工作原理	(124)
* 二、三相交变电流	(125)

阅读园地 多孔插座的使用	(128)
三、电感和电容在交流电路中的作用	(130)
四、变压器	(132)
阅读园地 感应圈能产生直流高电压	(136)
五、电能的输送和应用	(137)
阅读园地 观察输电线路	(139)
第六章 电磁波 无线电通信	(142)
一、电磁振荡	(142)
二、电磁场与电磁波	(145)
阅读园地 无线电波的传播方式	(150)
三、电磁波的发射	(152)
四、电磁波的接收	(156)
五、无线电通信在现代社会中的意义	(160)
阅读园地 移动电话	(162)
第七章 光的本性	(165)
一、光是波吗?	(165)
进修园地 怎样知道光波的波长?	(169)
二、光的色散	(171)
阅读园地 虹霓是怎样形成的?	(172)
小实验 自造小彩虹	(174)
三、物体的颜色	(174)
阅读园地 彩色电视的色彩是怎样出现的?	(177)
四、光的散射——天空的颜色	(177)
五、光是电磁波 电磁波谱	(179)
六、光电效应	(182)
七、光电效应的应用	(186)
第八章 原子和原子核	(191)
一、天然放射现象	(191)
二、用放射线探测原子结构	(194)
* 三、玻尔对原子结构学说的的发展	(196)

阅读园地 激光	(200)
四、原子核的组成	(202)
五、放射性同位素的衰变 人造放射性同位素	(205)
阅读园地 考古学家如何确定古物的年代?	(208)
六、核能及其应用	(208)
阅读园地 物质到底是由什么组成的?	(213)
结束语	(217)
学生实验	(219)
一、练习使用示波器	(219)
二、测量两个小灯泡串联和并联时的电功率	(221)
三、研究电磁感应现象	(222)
四、组装光电控制模型	(222)
小制作	(224)
一、简易验电器	(224)
二、用干电池和小灯泡制做小台灯	(224)
三、简易电动机	(225)
四、磁动护栏	(226)
五、简易调光器	(227)
六、简易电视天线 (室内天线)	(227)
七、简易电视天线——半波振子天线	(228)
八、七色光盘	(229)
附录一 国际单位制	(230)
附录二 国际单位制词头	(232)
附录三 常用的物理常量	(233)
附录四 元素的名称和符号	(234)

第一章

电荷和电场

人类早就发现了电现象。但自从 19 世纪后半期发明了发电机和电动机以后，电的应用才一天比一天广泛。20 世纪中期以后，由于电子技术的发展，电的应用更是一日千里，发展极其迅速。在当今社会的工农业生产、通信、国防、科学研究、教育和日常生活中，已离不开电。可以说，没有电就没有现代化。但是，如果不了解电的性质和电现象的规律，一旦触犯了它，电也会给我们的生产、生活、甚至人身安全造成很大的危害。因此，为了了解常用电器的使用常识和避免电的危害，现代社会的每一个人都需要学习电的知识。作为未来儿童的教师，更需要掌握较多的电学知识。

这一章我们学习电荷和电场，这些知识是学习其他电学知识的基础。

一、电荷及其相互作用

你想过吗？

为什么摩擦可以起电？

两种电荷

在很早的时候，人们就知道：一些被摩擦过的物体可以吸引轻小的物体。我国西汉末年已有玳瑁吸引轻小物体的记载。古希腊人在打磨琥珀制做工艺品时发现，经摩擦过的琥珀能够吸引草屑、麻屑等，这些事实在公元前 585 年就被希腊哲学家泰勒斯记载下来了。

我们知道：经过摩擦的钢笔杆、塑料尺能吸引碎纸片；用塑料梳子梳头，头发会随着梳子飘起来；穿脱衣服时，由于衣服之间的摩擦，特别是用化纤制做的衣服，能吸引灰尘、纤毛，在干燥的天气里甚至能听到噼啪的放电声，在暗处还能看到小火花。

物体有了这种能吸引轻小物体的性质，就说它带了电荷，简称带了电。带电的物体叫带电

体。经摩擦使物体带电，叫**摩擦起电**。

用丝绸摩擦过的玻璃棒和用毛皮摩擦过的橡胶棒都可以吸引碎纸屑（图 1-1）。它们带的电相同吗？我们来做实验研究一下。

实验 摩擦起电现象的研究

用丝绸摩擦玻璃棒，使玻璃棒带电，并把玻璃棒上带的电传给悬挂着的泡沫塑料小球，可以看到：带电的小球与带电的玻璃棒互相排斥（图 1-2 甲）。

同样地，用毛皮摩擦橡胶棒，并使它带的电传给悬挂着的泡沫塑料小球，可以看到：带电的小球与带电的橡胶棒也互相排斥。而把玻璃棒上带的电和橡胶棒上带的电分别传给两个小球，这两个带电的小球却互相吸引（图 1-2 乙）。

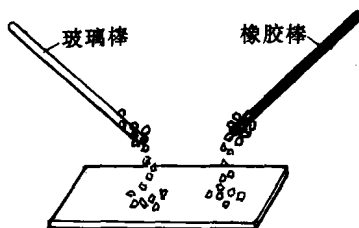


图 1-1

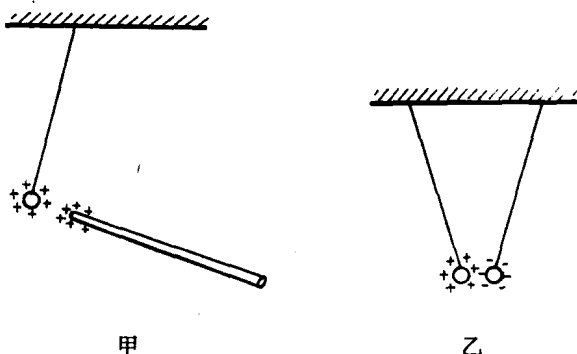


图 1-2

上述现象表明，电荷有两种，同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。人们通过大量的实验，没有发现对上述两种电荷都排斥或者都吸引的电荷。这说明了：自然界的电荷只有两种。物理学上把这两种电荷分别叫作**正电荷**（与丝绸摩擦过的玻璃棒带的电荷相同）和**负电荷**（与毛皮摩擦过的橡胶棒带的电荷相同）。

摩擦为什么能起电

在初中物理和化学的学习中，我们已经知道：物质是由原子或分子组成的。每个原子也都有它的内部结构：中心是带正电的原子核，围绕原子核旋转的是带负电的电子。图 1-3 是几种原子结构的示意图。在正常情况下，原子核所带的正电荷数跟核外电子所带的负电荷数相等，整个原子呈中性，对外不显电性。由于异种电荷互相吸引，原子中的核外电子受到原子核的吸引，围绕原子核运动，不能随意跑到其他地方去。但是，不同原子中的电子受核束缚的程度不同。当两种物体相互摩擦时，一种物体中的电子因受原子核的束缚较弱，跑到另一个物体上去，使得到电子的物体由于其中的负电多于正电，因而显出带负电，失去电子的物体由于其中的正电多于负电，因而显出带正电。这就是摩擦起电现象。

分别带了等量的正、负电荷的物体互相接触，又会恢复成不带电的状态，这叫做**电的中和**。

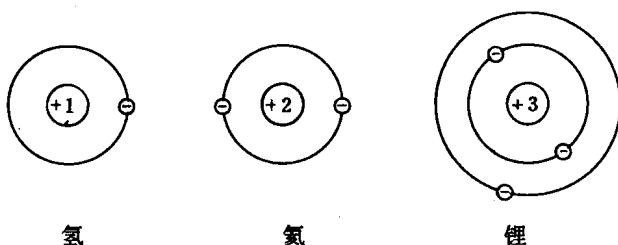


图 1-3

物体的带电和中和过程，实际是物体中电荷的转移过程。电荷既不能产生，也不能消灭，它只能从一个物体转移到另一个物体，但电荷的总量并没有改变。

电 荷 量

电荷的多少叫做**电荷量**，通常简称**电量**，用 Q 表示。在国际单位制中，电量的单位是**库仑**，简称**库**，符号是 C 。

实验证明，电子所带的电荷是最小的负电荷，质子所带的电荷是最小的正电荷，它们所带电荷的绝对值相等。这个最小电荷叫做**基元电荷**，简称**元电荷**，其值为

$$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ 库.}$$

其他物体所带的电荷，都是元电荷的整数倍。

电子的质量很小，电子的质量 $m = 9.1 \times 10^{-31}$ 千克。质子的质量 $m = 1.67 \times 10^{-27}$ 千克，约是电子的 1836 倍。

电 荷 间 相 互 作 用

电荷之间有相互作用，而且这种作用可以达到相当强的程度。

人体带电后，头发由于带同种电荷互相排斥而散开（插页图 3）。无论是同种电荷间的排斥还是异种电荷间的吸引，都表明电荷之间发生了力的作用。这种作用力的大小跟什么有关系呢？

实验 研究电荷间的相互作用力

在丝线下端吊一个很轻的小球，把丝线拴在绝缘支架上。这个装置叫做**电摆**（图 1-4）。

将两个电摆放在桌上，相距约 10 厘米。

摩擦玻璃棒或塑料棒起电后，给两个摆球带上同种电荷，两摆球互相排斥，摆线相对竖直方向有一偏角。

保持两个摆球的带电量不变，改变两摆间的距离，摆球偏离竖直方向的角度不同：距离较大时偏角小，距离较小时偏角大，如图 1-5 所示。这证明了电荷间的相互作用力跟电荷间的距离有关，距离越小，作用力越大。

保持两个电摆间的距离不变，改变摆球上的电量^①，摆球偏离竖直方向的角度也不同，电量较大时偏角大，电量较小时偏角小，如图 1-6 所示。这

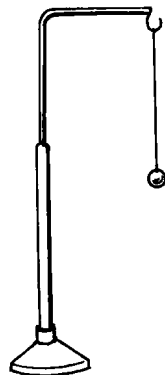


图 1-4 电摆

① 用不带电的物体跟带电的摆球接触，一部分电荷传到不带电的物体上，摆球带的电量就减少了。

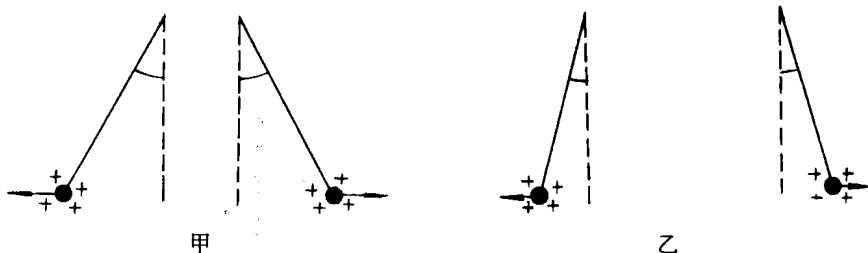


图 1-5

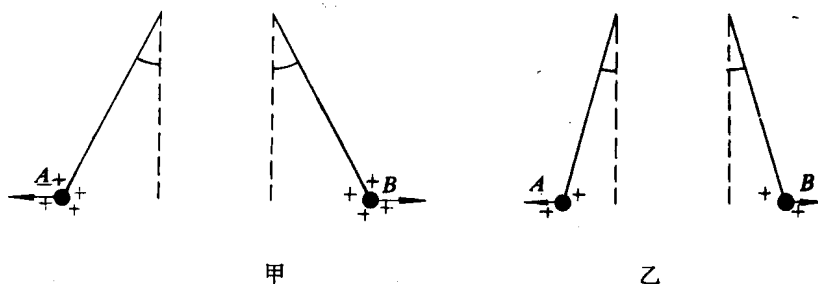


图 1-6

证明电荷间的相互作用力跟电量有关：电量大，相互作用力也大；电量小，相互作用力也小。

法国物理学家库仑（1736—1806）用精确的实验研究了点电荷间相互作用的规律（当带电体间的距离比它们的大小大得多，以致带电体的形状和大小可以忽略不计时，这样的带电体就可以看作是点电荷），实验结果是：在真空中两个点电荷间的作用力跟它们的电量的乘积成正比，跟它们间的距离的二次方成反比，作用力的方向在它们的连线上。这个规律后来就叫做库仑定律。用公式表示就是

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}.$$

式中的 k 是比例常量，叫做静电力常量，在国际单位制中， $k = 9.0 \times 10^9$ 牛·米²/库²。电荷间的这种作用力叫做静电力，又叫库仑力。空气中的库仑力，跟真空中的近似相等。

库仑力的规律跟万有引力的规律很相似，但它们是两种不同的力，前者跟物体的电量有关，后者跟物体的质量有关。

练 习 一

- (1) 用丝绸摩擦玻璃棒，玻璃棒带正电，丝绸带什么电？
- (2) 用干布摩擦塑料尺、钢笔杆等物体，请用实验来检验这些物体各带什么电。
- (3) 把塑料捆扎绳的一端撕开成许多窄条，用干燥的手将它几下，它会分散开，而不能聚拢在一起（图 1-7）。亲自做一做，并解释所产生的现象。
- (4) 验电器可以检验物体带电情况。实验室用的验电器如图 1-8 所示。绝缘的金属杆下端挂

着两条金属箔（或导电性能好的薄纸），金属杆上端是个金属球。当带电物体接触金属球时，金属箔张开。从金属箔张开角度的大小，可以判断物体带的电是多还是少。试说明其原理。

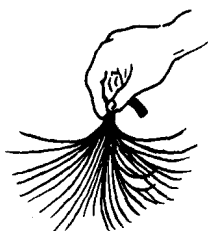


图 1-7

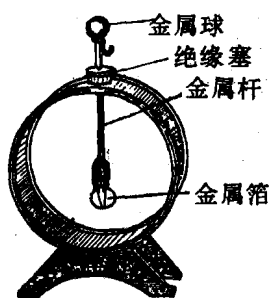


图 1-8

(5) 挂在支架上的 A 、 B 两个带电的小球（质量相同），放在距电荷 $+Q$ 相同距离 r 处，它们的悬线偏离竖直方向的角度不同，如图 1-9 所示。下面说法中正确的是：

- ① A 球带正电荷， B 球带负电荷；
- ② A 球带负电荷， B 球带正电荷；
- ③ A 、 B 球都带负电荷， A 球带的电荷多些；
- ④ A 、 B 球都带正电荷， B 球带的电荷多些。

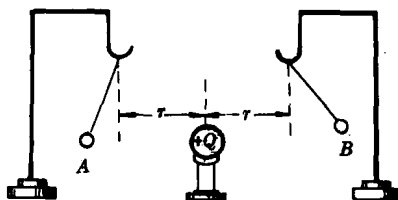


图 1-9

二、电场 电场强度

你想过吗?

带电物体没有互相接触，它们间的作用是怎么发生的?

电 场

实验表明，带电物体没有接触，就可以发生力的作用。

这力是怎样从一个电荷作用到另一个电荷上的呢?

现代科学实验证明：电荷周围存在着一种特殊的物质，叫做**电场**。只要有电荷存在，周围就有电场。电荷间的相互作用是通过电场发生的。例如，电荷 A 和电荷 B 的相互作用，实际上是电荷 A 受到了电荷 B 的电场的作用，电荷 B 受到了电荷 A 的电场的作用。因此，在两个带电物体没有接触时，相互作用就发生了。

电场这种物质虽然看不见，但可以从电场表现出的作用来认识它。

电场强度

电场的主要作用是对电荷有力的作用。根据电荷在电场中受到力的作用，可以知道电场的存在。同一电荷在不同的电场或同一电场的不同地方，受到的电场力作用的强弱不同，表明电场有强弱之分。为了研究电场的强弱，可以在电场中放入一个电量为 q 的正电荷，它的电量很小，放入后，不致影响原来的电场。把它叫做**检验电荷**。

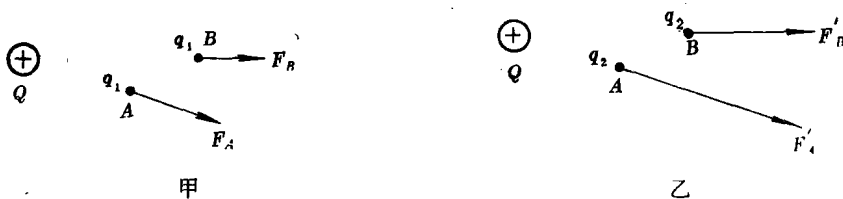


图 1-10

我们先研究一个由正电荷 Q 产生的电场。把检验电荷 q_1 先后放到电场中的 A 点和 B 点，检验电荷 q_1 受到的电场力的大小和方向是不同的（图 1-10 甲）；如果把电量等于 2 倍 q_1 的检验电荷 q_2 先后放到电场中的 A 点和 B 点，它受到电场力是 q_1 受到的 2 倍（图 1-10 乙），而电场力的大小跟检验电荷的电量 q 的比值却是一定的，这个比值的大小跟放入的检验电荷电量的大小无关，只决定于电场本身，在不同的电场中或者同一电场的不同地方，这个比值的大小一般不同。因此，可以用比值 $\frac{F}{q}$ 来表示电场的强弱，叫做**电场强度**，简称**场强**。也就是说，放入电场

中某点的检验电荷所受的电场力 F 跟它的电量的比值, 叫做该点的电场强度. 用 E 表示电场强度, 即

$$E = \frac{F}{q}.$$

电场强度是矢量, 它的方向规定为正电荷在该点所受电场力的方向.

在国际单位制中, 电场强度的单位是牛/库, 符号是 N/C .

对于真空中点电荷 Q 形成的电场, 在距离 Q 为 r 的点的电场强度 E 的大小, 根据库仑定律可以得出:

$$E = k \frac{Q}{r^2}.$$

电 场 线

为了形象地描述电场中各点场强的大小和方向, 可以采用画电场线的方法. 在电场中画出一系列的曲线 (或直线), 使曲线上每一点的切线都跟该点的场强方向一致, 这些曲线就叫做**电场线**. 图 1-11 所示的是几条电场线, A 、 B 、 C 、 D 点的场强 E_A 、 E_B 、 E_C 、 E_D 的方向在各点所在处电场线的切线方向上, 如图中箭头所示.

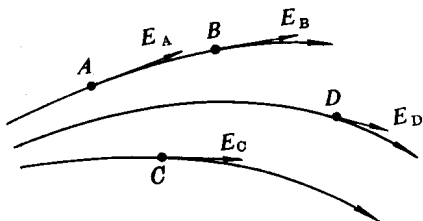


图 1-11



图 1-12

电场线的形状也可以从实验中看出来.

实验 观察电场线的形状

使毛发屑悬浮在玻璃容器中的蓖麻油里, 并在油中放入电极 (图 1-12). 电极带电后, 它周围有电场, 可以看到: 毛发屑按照场强的方向排列起来 (插页图 2), 显示出电场线的形状.

应当注意, 实验只显示了某些地方的电场线的形状. 实际上任何两条电场线之间的地方也存在电场, 也有电场线. 电场线只是人们为了使电场形象化而假想的一种线. 电荷周围任何一点都有电场, 都可以画出电场线来.

不同的电场, 场强的分布不同, 它们的电场线形状也不同.

图 1-13 甲是正点电荷周围的电场线形状. 图 1-13 乙是负点电荷周围的电场线形状. 图 1-14 中, 甲是两个等量同种电荷的电场线形状, 乙是两个等量异种电荷的电场线形状.

从上面两图可以看出: 电场线是从正电荷出发终止于负电荷; 或从正电荷出发终止于无限远; 或从无限远出发终止于负电荷. 电场中任何两条电场线都不会相交.

从每一幅电场线图都可以看出, 在离产生电场的电荷较近的地方, 场强较大, 电场线较密.

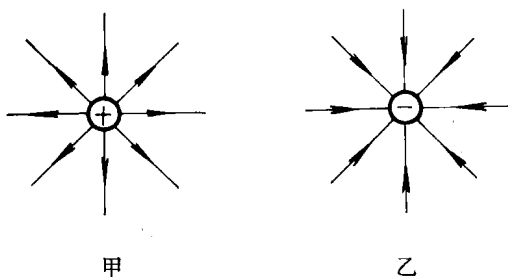


图 1-13

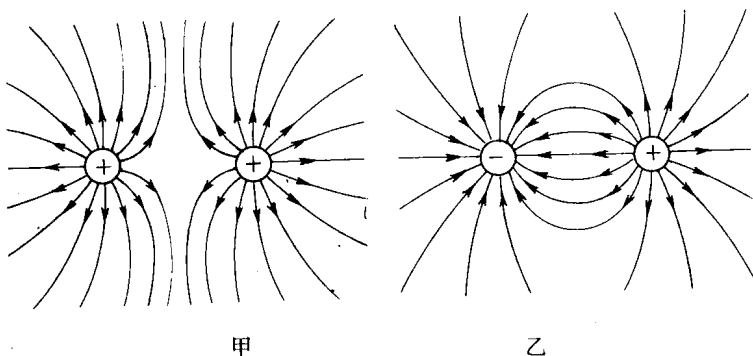


图 1-14

所以,用电场线表示某一电场时,电场线的疏密可以表示电场强度的大小,即电场线密处电场强度大,电场线疏处电场强度小.

在电场的某一区域里,如果各点场强的大小和方向都相同,这个区域的电场就叫做**匀强电场**.两块大小相等、互相平行并且正对的金属板,当它们分别带有等量的正负电荷时,其中间区域的电场就是匀强电场.图 1-15 的中央是匀强电场的电场线形状,它们是分布均匀、互相平行的直线.

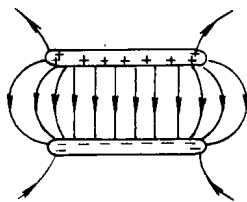


图 1-15

练 习 二

(1) 在某电场中,电量 $q=10^{-9}$ 库的检验电荷在 A 点受到的电场力是 2×10^{-5} 牛,在 B 点受到的电场力是 10^{-5} 牛.

① 求 A 、 B 两点的电场强度的大小;

② 如果在 A 、 B 两点分别放进电量为 4×10^{-9} 库的检验电荷,它受到的电场力将各是多大? 根据这个检验电荷测出的 A 、 B 两点的场强各是多大?

(2) 在图 1-16 中标出带电粒子在电场中的受力方向.

(3) 画出正电荷在图 1-17 所示电场中 A 、 B 、 C 三点的受力方向 (图中的圆是电场线).

(4) 某匀强电场的场强 $E=3 \times 10^9$ 牛/库 (图 1-18). 在其中的 A 点有一个 α 粒子 (由两个