

中等农业学校試用教科书

物 理 学

下 册

四川省成都市农业学校主編

农牧科各专业用

农 业 出 版 社

中等农业学校試用教科书

物 理 学

下 冊

四川省成都市农业学校主編

农牧科各专业用

农 业 出 版 社

主 編 四川省成都市农业学校
 編 著 者 四川省成都市农业学校 程天泽、甘国成
 云南省文山农业学校 唐宝图
 浙江省金华农业专科学校 王荃芬
 内蒙古自治区扎兰屯农牧学校 常 才
 湖南省长沙畜牧兽医学学校 左亚元
 湖北省襄阳农业专科学校 姜孝全
 四川省温江专区农业学校 陈助初
 四川省绵阳专区农业学校 李秦蓀
 四川省西昌农业学校 許子康
 四川省宜宾农业学校 周同欣

中等农业学校試用教科书

物 理 学

下 册

四川省成都市农业学校主編

农 业 出 版 社 出 版

北京老錢局一 号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 106 号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

中华书局上海印刷厂印刷裝訂

统一书号 K 13144 · 63

1961 年 7 月上海紙型	开本	787×1092 毫米 三十二分之一
1961 年 7 月初版	字数	179 千字
1964 年 9 月上海第五次印刷	印张	八又十六分之三
	插頁	一
印数 89,001—98,000 册	定价	(科二)七角四分

目 录

第三篇 电 学

第十四章 电 场	259
§ 74. 库仑定律	259
§ 75. 电 场 电 场 强 度	265
§ 76. 电 场 的 电 势 电 势 差	268
§ 77. 电容器的电容	274
第十五章 直 流 电	281
§ 78. 电 流	281
§ 79. 导体的电阻	285
§ 80. 部分电路的欧姆定律 电势降落	291
§ 81. 导体的串联和并联	296
§ 82. 电源的电动势 电池的串联和并联	304
§ 83. 全电路的欧姆定律	307
§ 84. 电功与电功率	313
§ 85. 焦耳-楞次定律 电流的热效应	317
§ 86. 电流的热效应在农牧业上的应用	321
§ 87. 温差电现象	325
§ 88. 半导体的初步知识	327
第十六章 电 磁 学	335
§ 89. 磁 场	335

§ 90. 磁铁磁场的产生	338
§ 91. 左手定则	340
§ 92. 电磁感应现象	344
§ 93. 楞次定律	348
§ 94. 右手定则	350
§ 95. 自感现象	352
第十七章 交流电	357
§ 96. 交流电的概念	357
§ 97. 三相交流发电机的原理	360
§ 98. 三相交流发电机的联接法	361
§ 99. 电能的输送	366
§100. 变压器	368
§101. 感应电动机的原理	374
§102. 感应电动机的使用	378
§103. 电气化在我国社会主义建设中的作用	381
第十八章 电解液与气体中的电流	385
§104. 法拉第电解第一定律	385
§105. 蓄电池	387
§106. 气体的电离	390
§107. 稀薄气体中的放电	392
§108. 阴极射线	393
第十九章 电磁振荡和电磁波	397
§109. 电磁波	397
§110. 振荡电路	400
§111. 电共振	406
§112. 矿石收音机	408
§113. 二极管电子管和 tri 极电子管	413
§114. 单管收音机	417

第四篇 光 学

第二十章 光度学	423
§115. 发光强度	423
§116. 光通量	425
§117. 照度	426
§118. 照度定律	428
第二十一章 光的折射	437
§119. 光的折射定律	437
§120. 全反射	440
§121. 通过三棱镜的光路	442
§122. 透镜	444
§123. 凸透镜的成象	447
§124. 透镜公式	450
§125. 放大镜和显微镜的放大原理	453
第二十二章 光的波动性	459
§126. 光的波动性	459
§127. 光的色散	462
§128. 分光镜	465
§129. 发射光谱	467
§130. 吸收光谱	469
§131. 光谱分析	470
§132. 红外线、紫外线	473
§133. 伦琴射线	476
§134. 电磁波波谱	479
第二十三章 光的效应 光的量子性	482
§135. 光的热效应	482

§136. 光的化学效应·····	483
§137. 光致发光·····	484
§138. 光电效应·····	485
§139. 光的量子性·····	489
§140. 人們对光的本质認識的发展过程·····	493

第五篇 原子物理学

第二十四章 原子能·····	495
§141. 原子能級·····	495
§142. 质量和能量的联系·····	499
§143. 原子能的釋放·····	502
§144. 原子反应堆·····	506
§145. 放射性同位素在农牧业及其他方面的应用·····	507
§146. 原子能的和平利用·····	509
§147. 探测仪器·····	512

第三篇 电 学

第十四章 电 场

§ 74. 庫侖定律

前面学过物体的机械能和內能，現在我們来学习有关电現象和电能的知識。这些知識，在現代科学技术中有着重要的意义。

在初中物理学中已学过了有关摩擦起电的知識，当两种不同物质的物体相互摩擦时，它們就同时带电，并且所带的电荷数量相等，符号相反。根据实验，带同种电荷的物体，互相排斥；带异种电荷的物体互相吸引。这种静止电荷相斥或相引的力称为**静电力**。

驗电器是檢驗物体是否带电的仪器，它是根据带电体的相互作用原理而制成的（图 166）。

带电体所带电荷的多少，叫做**电量**。

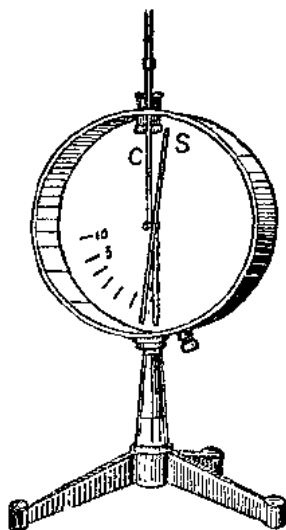


图 166. 指針驗电器。

1785 年, 法国物理学家庫侖, 在前人已有知識的基础上, 經過反复的實驗, 得到了电荷的相互作用的定律:

在真空中, 两个电荷間靜电力的大小与它們的电量的乘积成正比, 而与它們之間距离的平方成反比, 靜电力的方向是在这两个电荷的連綫上。这就是庫侖定律。

庫侖定律可以用公式表示。但是为了使公式簡化起見, 我們先用这条定律来規定电量的单位:

如果两个带电体所带的电量相等, 在真空中相距 1 厘米, 它們之間的靜电力恰好为 1 达因时, 那么, 就取这两个带电体中的任一个所带的电量作为电量的单位, 叫做 1 单位电量。

这样规定的电量单位, 叫做靜电系电量单位。

在規定了电量的单位后, 我們就可以根据庫侖定律得到下表:

电量的乘积 (靜电系电量单位)	距 离 (厘米)	靜电力 (达因)	电量的乘积 (靜电系电量单位)	距 离 (厘米)	靜电力 (达因)
1×1	1	1	$q_1 \cdot q_2$	1	$q_1 \cdot q_2$
1×2	1	2	$q_1 \cdot q_2$	2	$q_1 \cdot q_2 / 2^2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$1 \cdot q_2$	1	q_2	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$2 \cdot q_2$	1	$2q_2$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$q_1 \cdot q_2$	1	$q_1 \cdot q_2$	$q_1 \cdot q_2$	r	$q_1 \cdot q_2 / r^2$

由表上可以看出, 如果两个带电体分别带有 q_1 和 q_2 的靜电系电量单位, 在真空中相距 r 厘米时, 它們之間的靜电力用 F 来表示, 那么,

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}.$$

这个公式就是用数学形式来表示的庫侖定律。

必須指出，如果兩個帶電體體積很小，而距離很大時（這種電荷叫做**電點荷**），它們之間的作用力能很好的符合庫倫定律。如果兩帶電體，不是電點荷時，那麼它們之間的靜電力就是它們之間各點電荷相互作用的合力。實驗證明，當兩個點電荷在真空中的靜電作用力如果為 F 達因，那麼當其他條件相同時它們在煤油中的靜電力就只有 $F/2$ 達因，在水中就更小，只有 $F/81$ 達因。兩個點電荷在真空中的靜電作用力與在相同條件下在某一介質中靜電作用力之比，叫做這種物質的**介電常數**。

表 1. 幾種電介質的介電常數

真 空	1.0000	玻 璃	4--7
空 氣	1.0006	瓷	6
石 蜡	2	云 母	6--8
煤 油	2--4	水	81
硬 橡 膠	4	鈦 酸 鋇	1200

由於電介質的存在，因此庫倫定律的公式應改寫如下：

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon r^2},$$

式中 ϵ 表示介電常數。

但是在使用上面兩個公式的任一個時，單位必須採用靜電系單位；至於在初中所學的量單位——庫倫，是電量的實用單位，必須先進行換算才能用上面兩個公式計算。

$$1 \text{ 庫倫} = 3 \times 10^9 \text{ 靜電系電量單位。}$$

由於電荷有正有負，因此用上式計算出來的靜電力也有正負之分。如 F 為正時，表示同性電荷間的斥力； F 為負時，表示

异性电荷间的引力。在解题过程中，应加以说明。另外，因空气的介电常数 $\epsilon \approx 1$ ，所以计算两个带电体在空气中的静电力可用

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}.$$

〔例题 1〕在煤油 ($\epsilon = 2$) 中，有两个点电荷，电量分别为 $q_1 = 5 \times 10^{-5}$ 库仑和 $q_2 = -5 \times 10^{-7}$ 库仑，静电力为 20 牛顿，试求这两个点电荷之间的距离。如果这两个点电荷由于相互吸引而接触，那末在接触以后将有什么现象发生？

解：已知： $q_1 = 5 \times 10^{-5} \times 3 \times 10^9 = 5 \times 3 \times 10^4$ (静电系电量单位)，

$$q_2 = -5 \times 10^{-7} \times 3 \times 10^9 = -5 \times 3 \times 10^2 \text{ (静电系电量单位)},$$

$$F = -20 \times 10^5 = -2 \times 10^6 \text{ (达因)},$$

求 (1) $r = ?$ (2) 两电荷接触后将发生什么现象。

(1) 将公式 $F = \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon r^2}$ 变为

$$r^2 = \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon F}.$$

则
$$r = \sqrt{\frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon F}}$$

所以
$$r = \sqrt{\frac{5 \times 3 \times 10^4 \times (-5) \times 3 \times 10^2}{2 \times (-2) \times 10^6}}$$

$$= 7.5 \text{ (厘米)}.$$

答：两电荷相距 7.5 厘米。

(2) 如果这两个点电荷由于相互吸引而接触，那么 q_1 和 q_2 发生中和；但因电量 q_1 大于 q_2 ，所以中和之后，电量重新分布，

以至两个点电荷都带正电而互相排斥。这时静电斥力随它們之間距离的增大依平方反比关系而减小，再加上电介质的阻力作用，这两个点电荷将隔着一定距离构成平衡状态。

[例題 2] 已知电子跟原子核之間的平均距离近似的等于 10^{-8} 厘米，一个电子的电量 $e_0 = -4.8 \times 10^{-10}$ 静电系单位；质量 $m_0 = 9.1 \times 10^{-28}$ 克。試計算：

- (1) 氫原子中核外电子与原子核之間的静电力；
- (2) 电子繞核旋轉的綫速度。

解：(1) 氫原子只有一个核外电子，原子核带正电，而所带的电量与一个电子所带的电量相等，符号相反，所以它們之間的静电力 F ，可用庫倫定律公式計算

$$\begin{aligned} \text{即} \quad F &= \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{4.8 \times 10^{-10} \times (-4.8) \times 10^{-10}}{(10^{-8})^2} \\ &\approx -2.3 \times 10^{-3} \text{ (达因)。} \end{aligned}$$

(2) 上面所求出来的静电力是氫原子的核外电子繞核旋轉的向心力。在計算电子繞核旋轉的綫速度时，不考虑力的代数符号，就可以根据质点作匀速圓周运动的公式： $F = ma = m \cdot \frac{v^2}{r}$ 求得。

$$\begin{aligned} \text{所以} \quad v &= \sqrt{\frac{Fr}{m}} = \sqrt{\frac{2.3 \times 10^{-3} \times 10^{-8}}{9.1 \times 10^{-28}}} \\ &\approx 1.59 \times 10^8 \text{ (厘米/秒)。} \end{aligned}$$

- 答：(1) 氫原子中核外电子与原子核之間的静电引力为 2.3×10^{-3} 达因；
- (2) 电子繞核旋轉的綫速度为 1.59×10^8 厘米/秒。

习 题

1. 电荷之间的静电力,你认为是通过什么在相互作用的?

*2. 两个质量都是 1 克的小球,各带有 1 静电系单位的电量,相距 1 厘米远。试计算它们之间的静电力是它们之间的万有引力的多少倍?

3. 两个电量相等符号相同的点电荷,在真空中相距 0.1 厘米时的静电力是 10 达因,求它们各带多少电量?

4. 两个点电荷在煤油 ($\epsilon=2$) 的距离是 10 厘米,它们的电量分别是 +20 和 -30 静电系单位,求它们之间的静电力。

*5. 在水中有两个各带 3×10^{-8} 库仑电量的异号电荷,它们之间的静电力是 -1 达因,求它们之间的距离。

6. 两个带电的小球,放在水中,它们之间的引力 $F_1 = -1.5$ 达因。现在

将水换成煤油,其它条件不变,则两球之间的引力 $F_2 = -40$ 达因。假设水的介电常数 $\epsilon_1 = 80$, 求煤油的介电常数 ϵ_2 。

*7. 在空气中,有两个质量各为 $m = 0.1$ 克的小球,分别用 $l = 24$ 厘米的细线悬挂在同一固定点,如图 167,使小球带上相等的电量之后,它们分开后的距离 $r = 24$ 厘米,求两球所带的电量各为多少?

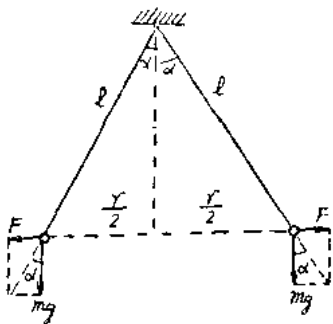


图 167.

8. 假定从一升水中每一个分子上取下一个电子,并使所有这些电子集中在一起,所有离子也集中在一起,它们之间的距离等于地球两极间的距离,即 12800 公里。问电子与离子间的引力是多少吨重?(一克分子中有 6.023×10^{23} 个分子)

*9. 氢原子的核外电子的轨道半径,如果取为 0.53×10^{-8} 厘米,那末它的电子绕核旋转的频率是多少?

§ 75. 电場 电場强度

两个电荷之間的靜电力是依靠什么来傳遞的呢？正如万有引力是依靠引力場而表現其作用一样，电荷之間的靜电力是通过它們的电場来达到其作用的。

实验和理論证明，电荷周圍存在着一种不是由原子或分子組成的物质，这种物质叫做电場。电場是物质的一种特殊形式。

电場存在于每一个电荷的周圍，并且只对电荷发生作用；电場与电荷有不可分割的联系。

为了研究的方便，我們引用試驗电荷这个名詞。試驗电荷是一个电量很小的点电荷，它本身的电場，一般可略去不考虑，把它放入別的电場中，它也并不影响所要研究的电場。

如图 168，在正电荷 Q 的电場中引入一个正試驗电荷 q 。由于电荷 q 在电場中不同的位置所受到的电場力的大小和方向是不相同的。如果取定电場的 A 点，設电量为 q 的正試驗电荷在 A 点所受到的电場力为 F_A ，那末，根据庫倫定律，电量为 $2q$ 、 $3q$ 、…… nq 的正試驗电荷在 A 点所受到的电場力将为 $2F_A$ 、 $3F_A$ 、…… nF_A 。由此可見，正試驗电荷在电場中 A 点时电場对它的作用力与正試驗电荷所带的电量之比 $\frac{F_A}{q}$

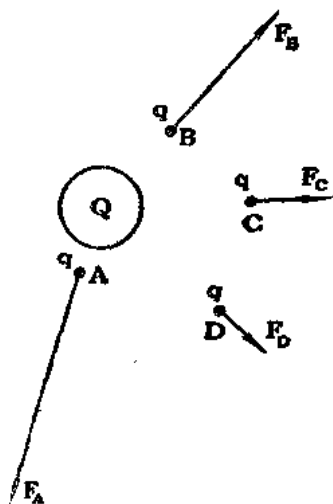


图 168. 带电体通过电場发生相互作用。

$= \frac{2F_A}{2q} = \frac{3F_A}{3q} = \dots = \frac{nF_A}{nq}$ 是一个恒量，是与試驗电荷的电量无关的物理量，它反映了电场中 A 点的电场的力的特性。

分析正試驗电荷在电场中 B 点、 C 点以及其他各点同样可以得到它受到的电场力与它的电量的比，总是一个恒量。它反映了电场中不同各点的电场的力的特性，我們用一个物理量来表示它，叫做**电场强度**或简称**场强**。

所以**电场中某点的场强**，等于正試驗电荷在该点所受到的**电场力**与它所带的**电量之比**。設用 E 表示电场在某点的场强， F 表示电荷在该点所受到的电场力， q 表示电荷所带的电量，則：

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

可以看出，**电场中某一点的场强**，在数值上等于单位正电荷在该点所受到的**电场力**。

场强是矢量。正試驗电荷在电场中某点所受到的电场力的方向，就是該点场强的方向。

在任何电场中，每一点的场强 E 都有一定的方向。我們就可以在电场中画出一系列的直綫或曲綫，使这些綫上每一点的切綫方向都和电场在该点的场强方向一致。这样的直綫或曲綫叫做**电力綫**。

电力綫从正电荷出发而終止于負电荷。图 169、图 170 是点

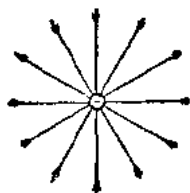
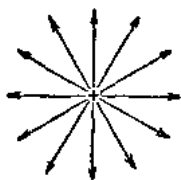


图 169. 正点电荷的电力綫。

图 170. 負点电荷的电力綫。

电荷的电場中电力綫的形状；图 171 和图 172 是两个电量相等的点电荷的电場中电力綫形状。

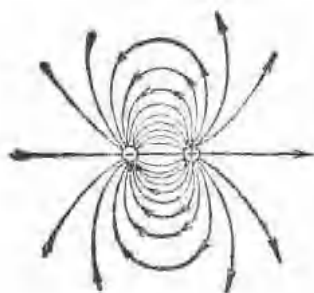


图 171. 两个异种点电荷的电力綫。

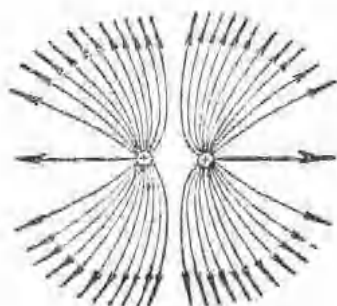


图 172. 两个同种点电荷的电力綫。

图 173 是互相平行的两块金属板各带等量异号电荷所組成的电場的电力綫形状。可以看出，两极之間电力綫是平行而均匀的，这表示两极之間各点場强的大小和方向都相等。这样的电場叫做**匀强电場**。如果单位正試驗电荷在电場中各点所受到的电場力并不相等，即电場中位置不同各点的电場强度也不相同，这种电場叫做**非匀强电場**。由点电荷产生的电場就是非匀强电場(如图 168)。

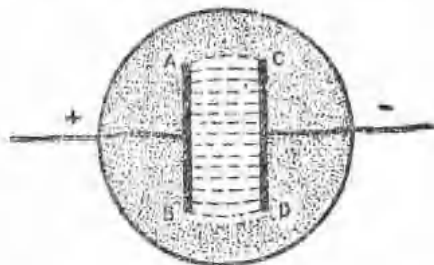


图 173. 匀强电場的电力綫。

§ 76. 电场的电势 电势差

电场不仅具有力的性质，而且还具有能的性质。如图 174，

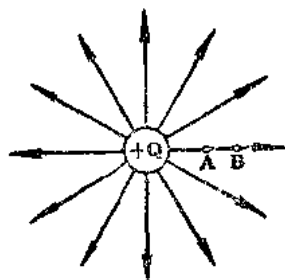


图 174. 电场的电势。

在正电荷 Q 的电场中，逆着电场强度的方向，引入一个正试验电荷 q ，使它由 B 点移到 A 点；那末，须用外力（非静电力）反抗电场力对电荷 q 做功，这时电荷 q 获得了势能。这种情形，正如在重力场中把重物举高到某一高度时，外力反抗重力做功，使重物增加了对地面的势能一样。

另一方面，如果外力停止对电荷 q 的作用，则在电场力的作用下，电场对电荷 q 做功，并使它沿着电场强度的方向退回 B 点，这时电荷 q 的电势能减少，而等量的转换成电荷的动能。由此可见，电场既然能够做功，它是具有能的性质的。

显然，电场中不同各点的电场能，是不因试验电荷的有无而决定其是否存在，而电场具有能的性质是客观存在着的，只是因为引入了试验电荷，它们的能量才得以表现出来吧了。因此，我们应该这样来理解：电荷的势能，是电场和电荷所共有的势能，简称电势能。

我们知道，在重力场中的重力势能，是由它在重力场中的位置来决定的。就是说物体在什么样的高度上，便具有什么样的重力势能。可是我们又如何反映出电荷在电场中某一点上的电势能的这样特性呢？