



技 工 学 校 教 材

高小毕业程度适用

物 理 学

下 册

全国技工学校教材编审委员会编

中 国 工 业 出 版 社

这本教材是由全国技工学校教材编审委员会组织编写和审订的。

编写时是以劳动部制定的三年制技工学校物理教学大纲为根据，同时照顾到不同性质的专业对物理课程的要求，对教学大纲作了必要的删改与补充，增加了现代物理知识和电工基础知识。

本教材分上下两册出版，上册包括力学、分子物理学与热学两篇，下册包括电学、光学、原子物理学三篇。本书是下册。

本教材作为高小毕业程度适用的三年制技工学校的教材。

本教材是由王佩英、严大中和翁隆懋等三同志执笔的。

物 理 学

下 册

全国技工学校教材编审委员会编

★

中国工业出版社出版（北京修德阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

北 京 印 刷 厂 印 刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

★

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $6 \frac{7}{8}$ · 字数 153,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数 00001--86342 · 定价 (7-1) 0.52 元

统一书号: 15165 · 1067 (一机-219)



第三篇 电 学

第十章 静电 3

1. 摩擦起电 3

2. 两种电荷 3

3. 导体和绝缘体 4

4. 验电器 4

5. 电荷间的相互作用 6

6. 电量的单位 7

7. 电子论简述 8

8. 静电感应 11

9. 尖端放电 13

10. 大气里的雷电现象和
避雷针 15

11. 电场、电场强度 17

12. 电力线 19

13. 电势、电势差 20

14. 电容、电容器 23

第十一章 直流电路 28

1. 电流和电流方向 28

2. 电阻、电阻率 30

3. 电源、电动势 33

4. 电路的连接 36

5. 电源的组合 43

6. 实验 1 电路的并串联 45

7. 欧姆定律 46

8. 实验 2 测定电阻 48

9. 电流的功和功率 49

10. 电流的热效应 53

第十二章 电磁与电磁

感应 60

1. 磁的基本现象 60

2. 电磁的基本现象 66

3. 在磁场中的通电导体 73

4. 电磁感应 77

5. 自感和互感 83

第十三章 交流电路 92

1. 交流电的概念 92

2. 交变电动势的产生 93

3. 交流电的图示法和
正弦曲线 95

4. 交变电流的频率和周期 97

5. 交流发电机的频率、转速
和磁极对数的关系 98

6. 交流电所产生的作用 100

7. 纯电阻电路 102

8. 纯电感电路 102

9. 纯电容电路 104

10. 三相交流电的产生 105

11. 三相交流电的正弦

曲线 106

12. 三相交流电的接线 108

13. 星形和三角形接法 108

第十四章 变压器、电机

..... 112

1. 远距离输电 112

2. 变压器的原理 114

3. 变压器的构造 116

4. 三相变压器 120

5. 自耦变压器 122

6. 用三相交流电造成

旋轉磁場 123

7. 鼠籠式感应电动机的

构造及其原理 125

8. 鼠籠式感应电动机的

起动 126

9. 感应电动机的反向

旋轉 132

10. 电动机的铭牌 132

11. 电机的故障与维护 134

第十五章 电气设备和

电路安装 137

1. 开关 137

2. 保险器和自动开关 141

3. 变阻器的应用 145

4. 照明灯的安装 146

5. 选线和布线 148

6. 安全用电 150

7. 节约用电 156

8. 实验一般照明电路的

安装 157

第十六章 无线电基础

知识 163

1. 电磁振荡 163

2. 振荡电路的周期和

频率 163

3. 电磁波 166

4. 电磁波的发射、调制 169

5. 电磁波的接收、电

谐振 171

6. 检波 173

7. 矿石收音机 174

第四篇 光 学

第十七章 光学 180

1. 光的直线传播 180

2. 光的反射 184

3. 光的折射 190

4. 光的本性 201

第五篇 原子物理学

第十八章 原子核物理 208

1. 原子核的结构 208

2. 放射现象和原子核的

转变 210

3. 放射性同位素的应用 213

4. 原子能及其利用 215

第三篇 电 学

第十章 静 电

1. 摩擦起电

在紀元前七世紀，人們已經发现了用毛織物摩擦过的琥珀能吸引某些輕小的物体，后来又发现了，不仅是毛織物摩擦过的琥珀具有这种性质，其它物体象玻璃、火漆、硬橡胶等和毛皮或絲絨等摩擦后也可以吸引輕小物体。

这种物体能够吸引輕小物体的現象叫做帶电現象。处于这种状态的物体叫做帶电体，或者說这些物体上已帶了电荷。这种使物体带电的方法叫做摩擦起电。

摩擦起电这种現象在日常生活中也是經常能够看到的。例如，在比較干燥的天气里，用塑料梳子梳头发时，不但能听到很微小的声音，同时头发也能够豎立起来。就是用鋼筆在衣服上摩擦之后，它也能吸引輕小的紙屑。

2. 两种电荷

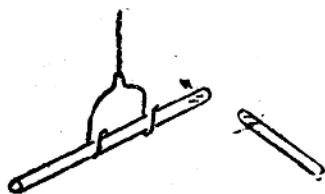


图 10-1 用毛皮摩擦过的两根硬橡胶棒互相排斥

用毛皮摩擦两根硬橡胶棒，把其中一根用鉤子挂起来，如图10-1所示，拿另一根靠近它，可以看到它們互相排斥。如果我们改用絲綢摩擦过的玻璃棒来靠近它，它就被吸引过来。从这个实验知道，

这两个物体上所带的电荷是不一样的。

为了研究方便起见，我們規定把綢子摩擦过的玻璃棒上所带的电荷叫正电荷（阳电荷），用“+”号表示；把毛皮摩擦过的硬橡胶棒上所带的电荷叫负电荷（阴电荷），用“-”号表示。

实验指出：带着同种电荷的物体互相排斥；带着异种电荷的物体互相吸引。简单地說就是：**同性电相排斥，异性电相吸引。**

3. 导体和絕緣体

使带电体与不带电体接触，就有一部分电荷从带电体跑到不带电体上来，使它也变成带电体，这种使物体带电的方法叫做**接触起电**。

用接触起电的方法使物体带电，如果电荷只停留在被接触的部分，而不向其他部分傳布，这种物体就叫做**絕緣体**或者叫做**电介质**。

玻璃、石蜡、硬橡胶棒、松香、絲綢、瓷器、陶质等都是很好的絕緣体。

能把所得的电荷迅速地与其它部分傳布的物体叫做**导电体**。导电体又简称**导体**，各种金屬，碱、酸或盐的溶液、大地、人体等都是很好的导电体。

或者我們說：**能夠通过电荷的物体叫导电体，不能夠通过电荷的物体叫絕緣体**。还有一种导电能力介乎它們二者之間的，如树木、矿石、鍺、硅、硒等物质，叫做**半导体**。

在导体、半导体和絕緣体之間並沒有严格的界限，只是在导电的程度上有着大小的差別。要使物体能保存电荷，必須使它与大地隔离，否則，电荷就会傳入地下。

4. 驗电器

如果在硬橡胶柱上纏一根金屬絲，金屬絲的一頭掛上一對折起來的金屬箔，如果用帶電體接觸金屬絲的另一頭，電荷就經過金屬絲傳到二張金屬箔上面去了，因此使金屬箔上帶上了同樣的電荷，我們看到金屬箔互相排斥，張開一定的角度。實際上這就叫做驗電器（圖10-2）。

驗電器是用來檢驗物體是否帶電和帶哪一種電的試驗儀器。普通常用的驗電器象圖10-3的裝置，

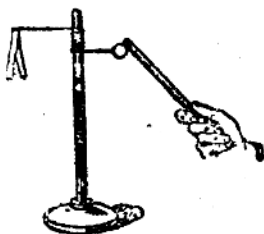


圖 10-2 最簡單的驗電器



圖 10-3 驗電器

要檢驗物體是否帶電，只要把物體和驗電器的金屬球相碰一下，金屬球就因接觸而帶電，部分電荷通過金屬棒傳到金屬箔，二片金屬箔因為帶了同種電荷，就相斥而張開。如果原來的物體並不帶電，金屬箔就不會張開。

利用驗電器怎樣來檢驗帶電體是帶的什麼電荷呢？我們用下面的實驗就可得到解答：

先讓驗電器帶上已知電荷，如果我們让它帶上正電荷，這時驗電器的金屬箔張開一定的角度，然後用未知電荷來接觸驗電器的金屬球，如果金屬箔的角度突然張開得更大一些，這就証明了在這物體上的未知電荷也是正電荷，因為前面我們已經講過，同樣性質的電荷是互相排斥的。如果驗電器的金屬箔在接觸物體的未知電荷後，它的角度反而減小，

这是因为不同性质的电荷有相互吸引的关系，因此就可証明这物体的未知电荷是負电荷了。

5. 电荷間的相互作用

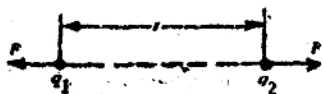
用毛皮重重地摩擦过的橡胶棒比輕輕地摩擦过的橡胶棒吸引輕小物体的能力要大，这是由于所带电荷多少不同的緣故。电荷之間的相互作用的力是和电荷的多少有关的。用驗电器来做实验，清楚地可以看到，带电荷多的物体能使金箔張开的角度大些，相反地带电荷少的物体使金屬箔張开的角度要小些。

为了要进一步地認識到电荷間的相互作用，我們引入一个点电荷的概念，所谓点电荷就是指那些任意形状的带电体，如果它們的大小比它們之間的距离小得多，就可以认为这样的带电体是点电荷。

既然电荷之間相互作用力的大小和电荷的多少有关系，因此电荷的多少也可以用它們之間的作用力的大小来量度。

物体所带电荷的多少叫做电量。

经过仔細的研究得出：在真空中，二个点电荷之間的相互作用，沿着它們之間的联綫，大小相等，方向相反，作用力的大小跟它們的电量的乘积成正比，跟它們之間的距离的平方成反比。这叫做庫倫定律。如图10-4所示，以 q_1 、 q_2 表示二个点电荷的电量， r 表示二点电荷間的距离，那么作用力



$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad (10-1)$$

图 10-4 庫倫定律

如果 q_1 和 q_2 同是正电荷或同是負电荷， F 是正值，表示相斥，如果 q_1 和 q_2 是一正一負， F 是負值，表示相吸。 K 是比例常

数，它的数值决定于式中 F 、 r 、 q_1 和 q_2 的单位制，如果是应用厘米、克、秒单位制，则 $K = 1$ （无单位的比值），这样真空中的库仑定律公式为

$$F = \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (10-2)$$

6. 电量的单位

物体所带电荷的多少叫电量。电量的实用单位叫库仑。在化学课里我们学过，把电流通过导电的溶液时会发生有物质分解出来的现象。我们知道，这种现象叫做电解。电解时分解出来的物质的质量是跟溶液里通过的电量成正比的。科学上根据这个结论定出了电量的单位。

把通过银盐溶液能在阴极上分解出 1.118 毫克银的电量定做电量的单位，叫做 1 库仑。

分解出 1.118 毫克的银需电量 1 库仑，如果设分解出 2236 毫克的银所需要的电量为 x ，那么， $1:1.118 = x:2236$ ， $\therefore x = 2000$ 库仑。

习 题

1. 什么叫带电现象？什么叫摩擦起电？
2. 试观察下面几个摩擦起电的现象。

在桌子上横放一个瓶子，在瓶子上平衡地放上一根短尺或铅笔（不用瓶子，用电灯泡（图 10-5）或是任何圆滑的物体都可以，只要物体和短尺间的摩擦很小就行），拿一个赛璐珞梳子来，用干燥的纸摩擦



图 10-5

以后，把它移近短尺的一头，观察短尺被吸引而发生转动。

把一块玻璃板洗净擦干以后，架在两本书上（图10-6），在两书中间的桌面上放些很轻的纸屑（越轻越好），用折皱了的干燥的纸在玻璃板上摩擦，观察纸屑在下面的跳动。



图 10-6

3. 电荷有几种？两种电荷之间是怎样相互作用的？

4. 什么叫导体？什么叫绝缘体？什么叫半导体？你根据日常生活中所知道的说明一下。

5. 验电器是根据什么原理制成的？

6. 两个完全相同的通草球，都用线吊着，一个带电，一个不带电，怎样知道哪个是带电的？

7. 不带电的通草球跟带电的物体接触以后，就被推开，为什么？

8. 手拿硬橡胶棒，用摩擦的方法可以使它带电；手拿着铜棒，用摩擦的方法，甚至用带电的玻璃棒或硬橡胶棒跟它接触，都不能使它带电，解释这个现象。

9. 用手接触一下带电的验电器上端的金属球，验电器就恢复成不带电的状态，为什么？

10. 什么叫电量？

11. 库仑定律说明了什么？

12. 电量用什么作单位？它是怎样定出的？

7. 电子论简述

在20世纪初，人们已经认识原子并不是组成物质的最基本的颗粒，原子也不是不可再分的最小的颗粒。现在已经知道了原子的结构：各种元素的原子都是由原子核和若干个绕核转动的电子组成的。原子核是带正电荷的微粒，电子是带有最小负电荷的微粒，每个电子所带的电量为 1.6×10^{-19} 库仑。以后我们规定：每个电子只带一个单位电荷，每个单位

电荷的电量就等于电子所带的电量。因为电子是带负电的，所以根据上述可以看出，电子所带的电量等于1个单位负电荷。

电子的质量极小，每个电子的质量大约是自然界里最轻的元素氢原子质量的 $1/1840$ 。而原子核的质量大得多，几乎可看作与整个原子质量相等。

倘把原子和原子核都想象成球体，原子的直径要比原子核的直径大一万倍。虽然如此，原子的直径仍不过是 10^{-7} — 10^{-8} 厘米。可见，原子是极微小的，而原子核是更为微小的颗粒。原子的直径就是所有绕核转动的电子中的最外层电子的转动轨道的直径。原子里的电子和行星绕太阳一样，分层地按着各自的轨道绕原子核旋转。

在通常情形下，无论哪种元素，原子核所带的正电荷跟核周围的电子总共所带的负电荷的电量是相等的。这时正负电荷的作用互相抵消，所以整个原子是中性的，显不出带电现象来。

那么物体带电是怎么回事呢？原来，这就是用某种方法使它得到多余的电子，或使它失去一些电子，有了多余电子的物体，就带负电，失去一些电子的物体，由于原子核所带的正电荷大于核外其余的电子所带负电荷的和，所以带正电。

两个物体互相摩擦的时候，一些电子能从一个物体跑到另一个物体上去，结果使这两个物体都带上了异种电荷。例如，毛皮摩擦硬橡胶棒，一些电子就从毛皮上跑到硬橡胶棒上面去了。因此，毛皮失去了电子带正电荷；而硬橡胶棒得到了电子，所以带负电荷。

二个带着等量的正电荷和负电荷的导体相互接触时，一

些电子就从带负电荷的导体传给带正电荷的导体，结果使每个导体既没有多余的电子，也不缺少电子，都恢复了不带电的状态，这种现象叫做正负电荷的**中和**。

根据上述，我们可以知道，原来不带电的物体，它里面的电子总在自己的轨道上保持着稳定的运动状态，这时物体内的正负电荷是平衡的。当电子由于受到外界的作用，脱离自己的轨道向某个方向运动后，产生了一个物体失去电子而另一个物体得到电子的现象，物体内的正负电荷不平衡了，所以物体就带电了。因此，我们可以认为：**物体的带电过程就是物体之间的电子重新分配的过程。**

电荷是不能脱离物质而存在的，根据物质不灭定律来看，一个物体失去电子必定有另一个物体得到电子，所以说电荷也是不能消灭和不能创生的。这叫做**电荷不灭定律**。

金属原子的最外层电子很容易脱离原子核的吸引而运动，这样的电子叫**自由电子**。

当金属体的某一部分得到多余的电子时，这些电子就以自由电子的状态跑到其它部分去；当它失去电子时，其它部分的电子就来补充。这就是金属导电的原因。

由于自由电子的运动而形成的导电现象叫做电子导电。

金属这一类的导体叫做**第一类导体**。自由电子越多，导电的能力越强。有些物体原子的外层电子不易脱离原子核的吸力范围，因此自由电子很少，导电能力也很小，这就是前面所讲过的**绝缘体**。

还有些导体，自由电子比导电体少得多，而比绝缘体多一些，或在平常温度下虽然不多，却能随温度升高而增加自由电子，这种物体就叫**半导体**。

习

題

1. 原子的构造是怎样的？
2. 试述电子的性质。
3. 说明摩擦起电现象产生的原因。
4. 用絲綢摩擦玻璃棒后，絲綢能不能吸引輕微物体？为什么？如果把絲綢和玻璃棒同时靠近金箔驗电器，那么驗电器的金箔会不会張开？为什么？
5. 说明导体能导电和絕緣体不能导电的原因。

8. 靜电感应

我們来做一个实验，把一个带电体靠近驗电器，在还没有接触的时候，可以看到驗电器的金箔就張开了，这表示驗电器已带了电。

从这里我們知道，不只带电体跟导体接触，可使导体带电，就是导体与带电体还有一段距离时，导体上也会带电。下面我們再通过另一个实验来解释这种现象（图10-7）。

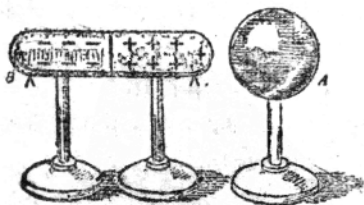


图 10-7 靜电感应实验

絕緣的导体B是由二个較小的导体組合而成的。在它两端的下方貼着金屬箔，在沒有带电时，我們知道金屬箔是下垂的。现在把带着負电荷的絕緣的金屬球A移近导体B

时，我們看到虽然没有接触B，可是B的二端的金屬箔却張开了。这表示B上有了电荷。移开A时，金屬箔又合起来。B上又不带电了。从这个现象里可以推想到，带电体靠近絕緣导体的时候，导体上一定同时产生了異种电荷；移开带电体后，所产生的異种电荷又互相中和了。

这种推想可用实验来证明。当导体 B 带着电的时候，把它的二半分开（因为这个绝缘导体是由两个导体合并而成的），这时金属箔还是张开的。表示在这两个导体上都带着电荷。如果用验电器来检验，就可知道：它们带着异种电荷，而且离 A 近的那一半带正电，离 A 远的那一半带负电。

这样我们得到一个结论：如果把带电体靠近任何导体，那末在导体上就出现了两部分大小相等的异种电荷，靠近带电体的一端它的电荷与带电体的电荷相反；远的那一端上的电荷则与带电体上的电荷相同。这种现象叫做静电感应。静电感应的原因可以这样来说明：当带着负电荷的金属球 A 靠近原来不带电的物体 B 时，导体上的带负电的电子受到 A 上负电荷的推斥，再由于 B 是导体，于是受库仑斥力作用的电子就跑到导体上离 A 最远的那头去了。结果远的那头有了多余的电子，带上了负电荷；近的那头缺少了电子，带上了正电荷。如果把 A 拿走， B 上跑到那一头去的电子又被正电荷吸引回来，结果两头既不多余电子，又不缺少电子，导体恢复了不带电的状态。

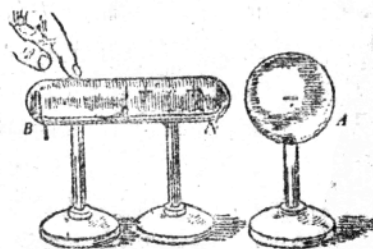


图 10-8

在图10-7的实验里，如果在没拿走 A 的时候，用手跟 B 接触一下，这就等于用导体把 B 跟地连起来， B 上的电子由于受到 A 上负电荷的推斥，就沿着人体跑到地上去， B 上缺少了电子就带正电荷

（图10-8）。

我们用这种静电感应的方法使物体能够带电的现象叫做

感应起电。

习 题

1. 一个带电的验电器，如果拿跟它带同种电荷的物体靠近它上端的金属球，金属箔张开的角度就增大；如果拿带异种电荷的物体靠近它上端的金属球，金属箔张开的角度就减小。试解释这个现象。

2. 绝缘体能不能用感应的方法使它带电？为什么？

3. 在图10-7中如果A球带正电，那么B上的正电荷能否因感应而向离A远的那头跑去？为什么？如果不能，B上正负电荷是怎样分开的？

4. 取一个绝缘金属杯，用导线把它和验电器的小球联接起来。如果在杯子里面放上一个带正电的小球，但球和杯子并不接触，问验电器的金箔上带正电还是带负电？如果让小球和杯子的内壁接触，结果又怎样？如果不让小球和杯子接触，用手指触一下杯子的外壁，然后把小球拿走，验电器金箔上带哪种电？

9. 尖端放电

把绝缘导体做成空心球形，上面开一个孔，然后使它带电。用具有绝缘柄的不带电的金属球依次和那空心球的部分接触，再用金箔验电器来检查，结果就会发现：空心导体上的电荷只分布在它的外表面上，导体内部一点电荷也没有。

如果把绝缘导体做成圆锥形，并用同样的方法来实验，我们又会发现：接近圆锥形尖端处的电荷最多，因为金箔验电器靠近尖端时，金箔张开的角度最大，用通草球验电器来检查时，也会得出同样的情形（图10-9）。

由于同种电荷相互排斥，而且电荷在导体上可以自由移动，所以中空导体上的电荷，完全分布在导体的外表面上，因为到达外表面后，没有地方可以再跑了。尖端的情况也是。

这样。

由于尖端集中的电荷很多，因此在同种电荷相互的斥力作用下，电荷很容易跑出尖端到空气里去。我们可以通过下列的实验来证实。

拿一个表面非常光滑的绝缘导体，在导体下面贴上几条金属箔（图10-10）。

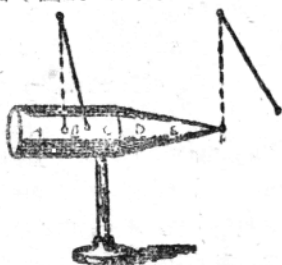


图 10-9 导体尖端处的电荷最多



图 10-10

如果使这个导体带电，金属箔就张开，并且甚至很久也不合起来。这表示表面光滑的绝缘导体能保持电荷不致失去。但如果事先在这个导体上安一根尖的针，然后使导体带电，那么金属箔张开以后很快就会合起来，这表示导体上面的电荷很快就失去了。

上面的实验证实了，电荷很容易从导体的尖端跑出来。
从带电导体的尖端放出电荷的现象叫做尖端放电。

导体的放电现象不仅在尖端处存在，当两个带有异种电荷的导体接近时，如果导体内带有的电荷相当多，也会看到放电现象：在它们中间的空间产生火花，也就是有电荷通过空气到另一个导体上去，当两个导体的电荷中和以后，放电现象就停止了。我们可以利用起电机来看到这个现象。

图10-11是一个起电机，转动起电机的摇把，起电机就

能使金属球A和B上聚集了异种电荷。如果使球A和B靠近，就会发生放电现象，发生火花。产生火花放电的原因是：球A和B靠近时，异种电荷间的吸引力增大，结果使电子冲破了空气这个绝缘体的阻碍，从一个导体跑到另一个导体上来了，而在电子通过空气时，因为运动速度很大，电子与空气中原子的碰撞，结果大量发热而产生火花。但如果在一个小球上安上一个尖端，火花放电现象就不会发生了。因为这时，安有尖端的那个球上的电荷将从尖端逐渐的很容易的放出来，跟另一个球上的电荷中和而避免了火花放电。避雷针就是根据这个道理做成的。

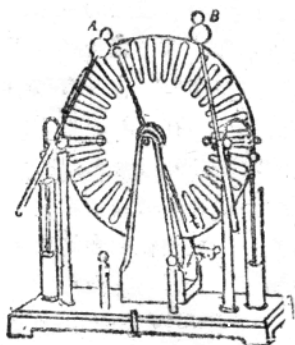


图 10-11 起电机

火花放电现象也有很重要的应用。利用火花放电产生大量的热可以为生产服务。例如电弧焊接和冶炼用的电炉，就是用放电发出的高热来熔化金属的。

10. 大气里的雷电现象和避雷针

大气里通常带有很多数量的电，雨天的云里带的电尤其多。如果两块带多量不同种类电荷的云相互接近时，就可突破中间所隔的空气（空气不导电），进行激烈的中和作用——放电，它和起电机两球间的放电的情况相似，不过规模要大



图 10-12 两块云之间的放电