

初等物理学

第二卷 兰茨别尔格主编

初 等 物 理 学

第 二 卷

兰茨别尔格主编

上海教育出版社

一九六六年·上海

Под Редакцией Г. С. Ландсберга
ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ УЧЕБНИК ФИЗИКИ
ТОМ II

Государственное издательство
технико-теоретической литературы

Москва—1957

(根据苏联国立技术理论书籍出版社 1957 年版译出)

初 等 物 理 学

第二卷

(苏)兰茨别尔格主编

*

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

上海市书刊出版业营业许可证出 090 号

大东集成联合印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：850×1168 1/32 印张：15 3/8 字数：348,000

1965 年 8 月第 1 版 1966 年 3 月第 2 次印刷

印数：8,401—15,400 本

统一书号：7150 · 1640

定 价：(九) 1.55 元

第一版原序

“初等物理学”第二卷的内容只包括电现象和磁现象的知识，不包括电磁振荡和电磁波的知识，因为，根据我们所拟定的编写提纲，这些知识跟振动和波的一般知识有更多联系，所以把它们跟声学 and 光学知识一起列入第三卷里。

编写本卷书的主导思想已在第一卷的序言中提过。本卷书的内容在现行中学十年级教材里也学到，我们的意图是想把中学生的水平提高些。数学推导在本卷中也很少，而且几乎都只引用在用小号字排的参考内容里。

С·Г·卡拉什尼可夫教授也参加了本卷书的编写工作。Д·И·沙哈罗夫向我提供了许多宝贵的积极性意见。在主编工作中Е·Л·斯塔罗卡多姆斯卡娅给我很大的帮助。对上述几位同志，在这里表示我衷心的感谢。

Г.С. 兰茨别尔格

第二版原序

“初等物理学”再版时我們的主导思想已在第一卷前面的序言中提过。本卷第二版的内容基本上跟第一版相同。但已經过相当大的修訂。

第二版本卷中新加入的一章——“半导体中的电流”，以最简单的形式介绍了半导体中的基本物理现象和半导体在技术上最重要的应用(整流器和光电池)。目前半导体在科学和技术上的意义与日俱增，“初等物理学”中引入这一章的必要性，似乎毋需再加解释。本卷最后两章是对电工技术的物理基础的扼要叙述，现在大大地扩充和修訂了这两章的内容。为了探索中学基本生产技术教育化的途径，在中等学校的新教学计划中已經增加了电工技术的课程。

书中这两章絕不是为叙述电工技术本身而提出。我們只是企图以尽可能通俗的形式把交变电流、发电机和电动机等知識的基本物理原理写出来。在其他几章中叙述的順序有些变更，有几节已經重写，或者作了很大的修訂。特別对有关电动势(或电的分开势)的問題的闡明，給予很大的注意。虽然在第一版中整个章名就叫做“电动势”，但主要是論述各种不同类型的化学电源和热学电源，而对电动势概念本身并没有进一步解释。在本版中我們企图深入地論述这个問題，因而把热学电源和化学电源另列一章。在第一版书中把电解定律分別在三、六两章中叙述，现在把这些内容

归納在“电解质內的电流”一章里,并新添了“电解的初次过程和二次过程”这一节,还把这一章移到金属中的电流一章的前面来,因为电流經過电解质的机理是比較直观的。在第一章中增添了“摩擦起电”现象的机理一节。在第三章中引进了“‘电流的速度’和带电质点的运动速度”一节,并且試图对超导体存在的問題作了較明确的說明。第八章最初几节是对有关气体自激和被激导电的概念的說明,使我們能比較明晰地闡明电流在气体中通过时各种不同形式的問題。在第十六章中增添了“鉄磁性的理論基础”一节。許多地方叙述順序都有改变,有的已重新編写,还增添了許多新的习題。按我們的想法,所有这些变动都能使新版第二卷內容比較更接近“现代化”些。

这卷书的修訂工作,主要是由跟С·Г·卡拉什尼科夫一同編写本卷第一版的Л·А·屠美尔曼担任的。在校訂工作上曾得到Е·И·斯塔罗卡多姆斯卡婭很多的帮助。跟以前一样,全卷的主編工作則仍由本人担任。

Г.С. 兰茨列尔格

1956年8月28日于莫斯科

目 录

第一版原序

第二版原序

第三編 电磁学

第一章 电荷..... 1

§1. 电的相互作用(1) §2. 导体和絕緣体(3) §3. 导体和絕緣体的区别(6) §4. 正电荷和負电荷(8) §5. 起电时发生些什么(10) §6. 电子論(12) §7. 摩擦起电(14) §8. 感应起电(16) §9. 在光作用下的起电(光电效应)(20) §10. 庫侖定律(21) §11. 电量的单位(24)

第二章 电場..... 28

§12. 电荷对四周物体的作用(28) §13. 电場(29) §14. 电場强度(31) §15. 电場强度的合成(33) §16. 电介质内部和导体内部的电場(35) §17. 电場的图示法(36) §18. 电場图的主要特点(39) §19. 靜电学問題中电力綫的用法(40) §20. 在电場里移动电荷时所做的功(43) §21. 电压或电势差(46) §22. 等势面(49) §23. 电势差或电压的意义(51) §24. 导体上电荷平衡的条件(53) §25. 靜电計(54) §26. 靜电計和驗电器的区别(57) §27. 接地(58) §28. 空气內各点电势差的测量、电的探测器(59) §29. 地球的电場(61) §30. 最简单的电場(62) §31. 在导体上电荷的分布、法拉第圓筒(65) §32. 电荷的表面密度(69) §33. 电容器(69) §34. 电容器的种类(75) §35. 电容器的并联和串

联(77)	§36.介电常数(80)	§37.在电介质内部电场减弱的原因、介质的极化(83)	§38.带电物体的(电场)能(86)
第三章 稳恒电流89			
§39.电流和电动势(89)	§40.电流的特征(94)	§41.电流的方向(97)	§42.电流强度(98)
§43.“电流的速度”和带电质点的运动速度(99)	§44.电流計(101)	§45.通电导体上电压的分布(102)	§46.欧姆定律(106)
§47.导线的电阻(106)	§48.电阻跟温度的关系(109)	§49.超导电性(112)	§50.导体的串联和并联(114)
§51.变阻器(117)	§52.电路上电压的分布、导线上的电压“损失”(118)	§53.伏特計(120)	§54.伏特計和安培計的电阻(122)
§55.测量仪器的分路(123)			
第四章 电流的热效应 125			
§56.电流的热效应、焦耳-楞次定律(125)	§57.电流所做的功(126)	§58.电流的功率(127)	§59.电阻焊接(130)
§60.电热器、电炉(130)	§61.电热器的設計(133)	§62.白炽电灯(134)	§63.短路、熔断保險器(136)
§64.布线(138)			
第五章 电解质内的电流 140			
§65.法拉第第一定律(140)	§66.法拉第第二定律(143)	§67.电解质的离子导电性(145)	§68.电解质中离子的运动(147)
§69.元电荷(148)	§70.电解的初次过程和二次过程(149)	§71.电离(151)	§72.利用电解现象确定安培計的分度(153)
§73.电解在工业上的应用(154)			
第六章 化学的和热学的电源 157			
§74.引言·伏打的发现(157)	§75.伏打定則、伽伐尼电池(158)	§76.伽伐尼电池的电动势和电流(162)	§77.极化(167)
§78.伽伐尼电池的去极化(169)	§79.蓄电池(170)	§80.全电路的欧姆定律(173)	§81.电源的路端电压和电动势(175)
§82.电源的连接(178)	§83.温差电池(183)	§84.温差电池作电源(185)	

§85. 用温差电池测量温度(187)

第七章 金属中的电流..... 191

§86. 金属的电子导电性(191) §87. 金属的构造(194) §88. 产生电阻的原因(195) §89. 表面电势差(196) §90. 炽热物体的电子发射(197)

第八章 气体中的电流..... 201

§91. 气体的自激和被激导电性(201) §92. 气体的被激导电(202)
§93. 火花放电(206) §94. 闪电(208) §95. 电量放电(210)
§96. 电量放电的应用(211) §97. 避雷针(213) §98. 电弧(214)
§99. 弧光放电的应用(217) §100. 辉光放电(218) §101. 辉光放电时产生什么(219) §102. 阴极射线(221) §103. 阴极射线的本质(223) §104. 极隧射线(228) §105. 在高度真空中电子的导电性(228) §106. 电子管(无射线真空管)(229) §107. 电子射线管(234)

第九章 半导体中的电流..... 237

§108. 半导体内电流的本质(237) §109. 半导体里电子的运动, 具有电子的和“空穴”的导电性的半导体(241) §110. 半导体整流器(246) §111. 半导体光电池(251)

第十章 磁的基本现象..... 253

§112. 天然磁体和人造磁体(253) §113. 磁体的磁极和中性带(255) §114. 电流的磁效应(258) §115. 电流磁作用和永磁体磁作用的相同性(261) §116. 永磁体磁场的起源, 库仑实验(267) §117. 安培的元电流假说(270)

第十一章 磁场..... 273

§118. 磁场和它的现象(273) §119. 磁场的强度和它的单位(273)
§120. 磁场对磁针的作用(275) §121. 用磁针来测量磁场的强度(277) §122. 磁场的合成(280) §123. 磁力线(281) §124. 测量磁场强度的仪器(282)

第十二章 电流的磁场..... 284

§125. 直綫电流和通电环形导綫的磁场、螺旋法則(284) §126. 螺綫管的磁场、螺綫管和条形磁体的等值性(288) §127. 用作标准磁场的螺綫管内部的磁场、磁场强度的单位(290) §128. 运动电荷的磁场(292)

第十三章 地球的磁场..... 295

§129. 地磁场(295) §130. 地磁要素(297) §131. 地磁异常和磁法探矿(300) §132. 地磁要素的时变、磁暴(300)

第十四章 磁场对通电导体所作用的力..... 302

§133. 引言(302) §134. 磁场对直綫电流的作用、左手定則(302) §135. 磁场对通电綫圈或螺綫管的作用(306) §136. 根据磁场对电流的作用原理制成的电流計(312) §137. 洛伦兹力(313) §138. 洛伦兹力和极光(318)

第十五章 电磁感应..... 321

§139. 产生感生电流的条件(321) §140. 感生电流的方向、楞次定律(327) §141. 感生电动势(331) §142. 定量的电磁感应定律(333) §143. 电磁感应和洛伦兹力(337) §144. 在块状导体中的感生电流(傅科电流)(338)

第十六章 物体的磁性..... 342

§145. 铁的磁导率(342) §146. 各种物体的磁导率、順磁质和抗磁质(345) §147. 順磁质和抗磁质在磁场中的运动、法拉第实验(347) §148. 磁性的分子論(349) §149. 磁屏(351) §150. 鉄磁质的特性(352) §151. 鉄磁性理論的基础(356)

第十七章 交变电流..... 359

§152. 稳恒的和交变的电动势(359) §153. 交变电流“形状”的实驗研究、示波器(363) §154. 正弦交变电流和交变电压的振幅、频率和相位(366) §155. 交变电流的强度(370) §156. 交变电流安培計和伏特計(372) §157. 自感(372) §158. 綫圈的电感(375)

- §159. 流经电容器和大电感线圈的交变电流(377) §160. 交变电流的欧姆定律、容抗和感抗(380) §161. 并联电阻电路上交变电流的总和(383) §162. 串联电阻电路上交变电压的总和(387)
 §163. 电流和电压间的相位差(388) §164. 交变电流的功率(393)
 §165. 变压器(396) §166. 电能的集中“生产”和分配(402)
 §167. 交变电流的整流(405)

第十八章 电机:发电机,电动机,电磁铁.....411

- §168. 交流发电机(411) §169. 直流发电机(415) §170. 他激发电机和自激发电机(424) §171. 三相电流(429) §172. 三相电动机(434) §173. 直流电动机(441) §174. 并激和串激直流电动机的一些基本工作特征和特性(446) §175. 发电机和电动机的效率(451) §176. 直流发电机的可逆性(452) §177. 电磁体(453)
 §178. 电磁体的应用(455) §179. 替续器以及它在工程技术和自动装置中的应用(459)

习题答案 462

第三編 电磁学

第一章 电荷

§1. 电的相互作用 在絲綫上挂一个輕的物体,例如小紙卷。用玻璃棒在絲織品上摩擦几下,并把棒移近紙卷。我們可以看到,紙卷先吸向玻璃棒,但当它跟棒接触之后又分开(图1)。

現在再把摩擦过的玻璃棒跟另一个紙卷接触一下。然后拿开玻璃棒,并使这样带电的两个紙卷彼此移近。它們就向相反的两边偏开(图2)。

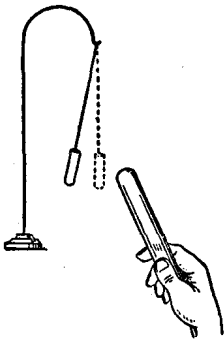


图1 玻璃棒和从这棒上获得电的紙卷,相互推斥。

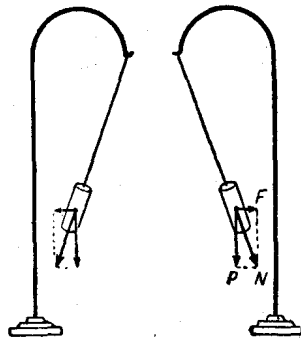


图2 从玻璃棒上获得电的两个小紙卷,相互推斥。作用在紙卷上跟綫的張力平衡的力 N ,可以分解成紙卷的重量 P 和电的力 F 。

紙卷跟玻璃棒接觸以前，它處在豎直位置，線的張力跟作用在紙卷上的重力相平衡。但現在紙卷的位置是偏斜的。因此除了上述的重力外，紙卷還受到另一種力的作用。這種力跟重力、物體形變所產生的力、摩擦力以及力學中所研究過的其他的力，都不相同。上述簡單實驗中這種新的力，叫做電的力。

一個物體有電的力作用於四周其他物體上時，這個物體叫做帶電體，我們並說，這物體上帶有電荷。

在上述實驗中我們是用玻璃在絲織品上摩擦而帶電的。但我們不一定用玻璃棒，也可以用火漆、硬橡膠、有機玻璃、琥珀等代替玻璃，並且也不一定用絲織品，可以用皮革、橡皮和其他物品來代替。實驗指出，任何物體都可由摩擦而帶電。

根據帶電體的相互推斥現象而製成的驗電器，是一種驗明物

體帶電與否的儀器。它由一根金屬棒所組成，棒的一端掛一片很輕的鋁箔或紙片（有時兩片，圖3 a）。這棒穿過一個硬橡膠或琥珀的塞子，通到玻璃瓶內，以免箔片受到空氣運動的影響。圖3 b是驗電器的示意圖，以後將常用到它。

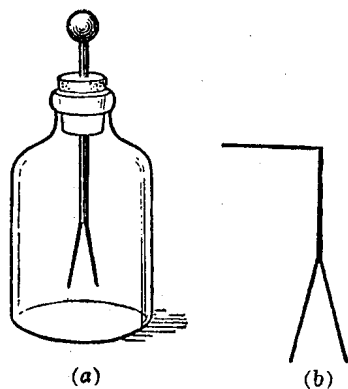


圖3 簡單的驗電器。

(a)外形；(b)示意圖。

使帶電體，例如摩擦過的玻璃棒，跟驗電器的棒的上端接觸一下。驗電器的箔片就張開到某

一個角度。移開帶電體時，箔片依然張開。這表示帶電體跟驗電器的棒接觸時有電荷轉移到箔片上去。

用玻璃棒使驗電器帶電，注意箔片張開的角度，并使驗電器跟

带电玻璃棒的另一点再接触一下。我们将发现，箔片間的張角增大了。当驗电器跟玻璃棒第三次接触后，箔片間的張角会更加增大。由此可見，箔片間張角的大小，可以用来說明在給定物体(这里是驗电器)上所带电荷的多少。

§2. 导体和絕緣体 在上节的实验中我們已看到，当带电体跟不带电物体接触时，不带电物体得到了电荷。我們就是用这一方法使驗电器带电的。这样，电荷就从一个物体轉移到另一个物体上。

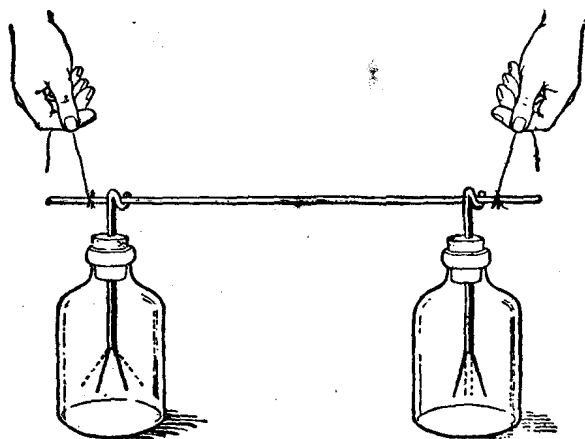
电荷也可以在同一个物体上移动。例如当我们使驗电器带电时，我們用玻璃棒去接触金属棒的上端，但这时金属棒的下端和粘附在該处的箔片也带电了。这說明，电荷可以沿着棒到处移动。

不同物体上电荷的移动并不相同。我們来討論下列实验：相隔一段距离放着两个驗电器，使其中一个带电，然后用一根由两条絲綫挂起的銅杆跟这两个驗电器的棒的上端相接触，如图 4a 所示。这时带电驗电器的箔片間的張角立即减小，同时另一驗电器的箔片立即張开。这表明后者已带有电荷。由此可知，电荷在銅杆上容易移动。

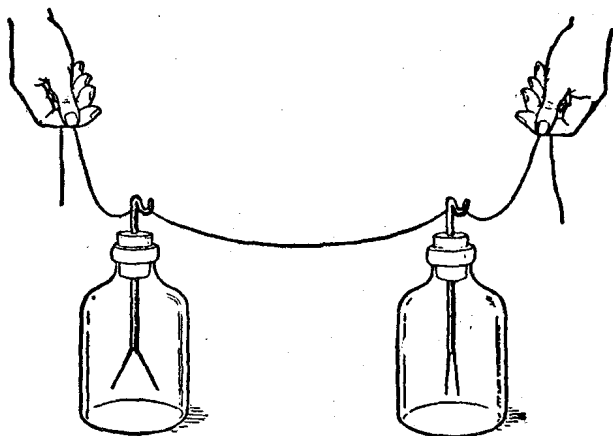
重复做这一实验，但用一条絲綫来代替銅杆(图 4b)。絲綫的两端直接握在手里。我們將看到，带电驗电器上的电荷大小保持很久不变，而不带电的驗电器則依然沒有带电。由此可知，电荷并不沿絲綫移动。用普通的白棉綫代替絲綫，重做实验，我們將得到一个介于两者間的結果：电荷可以从一个驗电器上很慢地移动到另一个驗电器上去①。

凡是在上边电荷容易移动的物质，叫做导体，而不具有这一特

① 如果用黑棉綫代替白棉綫，那末电荷从一个驗电器移动到另一个驗电器上去要快得多，因为染在綫上的黑色染料是一种电荷在上面相当容易移动的物质。



(a)



(b)

图 4

(a) 电荷在金属杆上容易移动。当两个验电器的棒用铜杆连接起来时, 左边一个验电器的(原来带电的)箔片间的张角减小, 而右边一个的箔片则由合拢变为张开。(b) 电荷在丝线上不能移动。当两个验电器棒用丝线连接起来时, 左边验电器箔片间的张角不变, 而右边验电器的箔片依然合拢。

性的物质,叫做絕緣体或电介质。

所有的金属、盐和酸的水溶液以及許多其他物质,都是良好的导体。熾热的气体也有良好的导电性:用火焰放在带电驗电器棒的上端附近,棒端四周的空气将变成导电而使驗电器上的电荷跑掉,因而箔片很快就会合攏(图5)。

人体也是导电的,但不十分好。人們用手指接触到带电的驗电器时,驗电器就失去电荷而使箔片合攏。这时我們說,驗电器上的电荷經過人身、房間的地板和牆壁而“跑到地里”去了。在 §27 我們將詳細分析这种現象。

琥珀、陶瓷、玻璃、胶木、橡皮、絲和室温下的气体,都是良好的絕緣体的实例。請注意,許多固体(例如玻璃)只在干燥的空气里才能良好地絕緣;如果空气的湿度很高,它們就会变成劣质的絕緣体。这是由于空气中的水汽要在絕緣体的表面上形成一层导电的薄膜的緣故。仔細加热可以除去这层薄膜,使絕緣体重新恢复它的絕緣本領。

当任何一物体中有电荷移动时,我們說这物体上有电流。例如,当銅杆把两个驗电器連在一起时(图4a),銅杆上就产生時間非常短暫的电流;这电流跟照明网络中或电車饋电綫上的电流,本质上是完全一样的。

在近代电工中,导体和絕緣体都起着重要的作用。輸电綫路中的金属导綫組成了运动电荷应循的“康庄大道”。在导綫跟支柱連接的地方,不能让电荷从导綫上跑到四周的物体上去,所以导綫



图5 当火焰放到带电的驗电器棒端附近时,箔片就很快合攏。

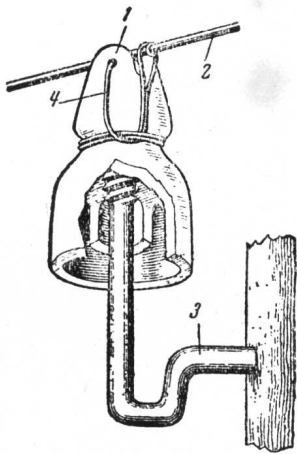


图6 在工程上应用的一种絕緣子。

1—瓷絕緣子；2—导綫；3—铁的曲脚；4—把导綫固定在絕緣子上的綁綫。絕緣子下部的双层钟形部分，可以防止里面空間部分打湿，这样，即使在雨中，絕緣子，仍有干燥的部分把曲脚跟綁綫4隔开。

必須安装在特殊的絕緣子上。沒有絕緣子，就不能建造近代的輸电綫路。图6表示工程上应用的一种絕緣子。在房屋中通常应用外面涂着一层油漆的(漆包綫)、包着絲綫的(絲包綫)或放在橡皮軟管中或特殊塑料管中(皮綫)的导綫。也經常同时应用几种絕緣层，图7表示这种絕緣导綫的形式。

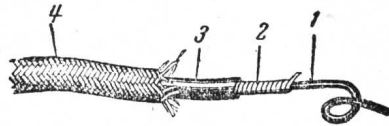


图7 室內用的絕緣导綫。

1—銅的芯綫；2—紗条；3—橡皮；
4—棉紗編織层。

§3. 导体和絕緣体的区别 前面讲过，玻璃是不导电的。但这不是絕对的。經過仔細的研究发现，电荷也可以通过玻璃，象通过任何其他絕緣体一样。但在叫做絕緣体的物体中，在同一情况下同一时間内所通过的电荷，跟同样尺寸和同样形状的导体中所通过的相比，要小得多。当我们說，某种物质是絕緣体时，这仅仅說明，在应用它时通过它的电荷可以略去不計。

例如琥珀是我們所知道的一种最好的絕緣体，但經過驗电器上的琥珀塞子，还是有些电荷漏去的。不过在实验时，通过琥珀塞子所漏去的电荷，比驗电器上的总电荷小得多，因而琥珀可以作为驗电器的合适的絕緣体。用陶瓷来做塞子的驗电器，情形就完全