

物理学 (下)

高中物理教科书

物 理 学

下 册

上海师范大学《物理学》翻译小组

上海教育出版社

Modern Physics

John E. Williams · Frederick E. Trinklein

H. Clark Metcalfe · Ralph W. Lefler

Holt, Rinehart and Winston, Inc.

New York Toronto London Sydney

2P78/29

10

物 理 学

下 册

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

开本 787 × 1092 1/32 印张 12.25 字数 267,000

1976 年 8 月第 1 版 1978 年 4 月新 1 版 1979 年 3 月第 2 次印刷

印数 20,001—100,000 本

统一书号: 7150·1817 定价: 0.81 元

目 录

第 16 章 静电学	1
电荷	1
16·1 起电	1
16·2 两类电荷	1
16·3 电和物质	3
16·4 验电器	4
16·5 导体与绝缘体	5
16·6 静电荷的转移	7
16·7 感应起电	9
16·8 电荷之间的作用力	10
16·9 电力场	12
电势差	16
16·10 电势	16
16·11 电荷的分布	19
16·12 导体形状的影响	21
16·13 尖端放电	21
16·14 电容器	23
16·15 电介质	25
16·16 电介质的作用	27
16·17 电容器的组合	29
第 17 章 直流电路	34
直流电源	34
17·1 运动电荷	34

17.2	恒向电流	37
17.3	恒向电流源	38
17.4	干电池	46
17.5	电池的组舍	49
串联和并联电路		53
17.6	直流电路的欧姆定律	53
17.7	内电阻的测定	56
17.8	串联电阻	57
17.9	并联电阻	59
17.10	简单网络中的电阻	62
17.11	电阻定律	65
17.12	电阻率的范围	69
17.13	电阻的测量	70
第 18 章 热效应和化学效应		79
热效应		79
18.1	电流的能量	79
18.2	电阻中的能量转换	80
18.3	焦耳定律	81
18.4	电路中的功率	83
18.5	功率的最大转移	85
18.6	电能的供销	86
电解		90
18.7	电解电池	90
18.8	水的电解	91
18.9	金属电镀	93
18.10	金属的电解法提炼	95
18.11	法拉第电解定律	96
18.12	银库仑计	100
第 19 章 磁效应		103

磁性	103
19·1 磁与电	103
19·2 磁性物质	103
19·3 非磁性物质	104
19·4 磁畴理论	104
19·5 磁极间的力	108
19·6 磁力场	109
19·7 磁导率	113
19·8 磁滞	114
19·9 地磁	115
19·10 地磁层	116
电磁现象	118
19·11 电流与磁之间的联系	118
19·12 围绕运动电荷的磁场	119
19·13 电流回路的磁场	122
19·14 电磁体	124
直流电表	124
19·15 检流计	124
19·16 直流电压表	127
19·17 直流安培表	129
19·18 欧姆表	130
第 20 章 电磁感应	134
感生电流	134
20·1 感生电流的发现	134
20·2 法拉第的感应实验	134
20·3 影响感生电动势的因素	136
20·4 感生电动势的起因	138
20·5 感生电流的方向	140
20·6 楞次定律	140

发电机和电动机	143
20·7 发电机原理	143
20·8 简单交流发电机	145
20·9 瞬时电流和电压	146
20·10 实用交流发电机	148
20·11 直流发电机	150
20·12 磁场的激发	151
20·13 欧姆定律和发电机电路	153
20·14 电动机效应	155
20·15 电动机的反电动势	158
20·16 实用直流电动机	159
20·17 实用交流电动机	159
电感	163
20·18 互感	163
20·19 自感	165
20·20 电感器的串联与并联	168
20·21 变压器	168
20·22 变压器的损耗	170
第 21 章 交流电路	173
交流电测量	173
21·1 交流电路的功率	173
21·2 电流和电压的有效值	174
21·3 交流电表	177
21·4 交流电路中的电感	180
21·5 电感和电阻	182
21·6 交流电路中的阻抗	184
21·7 交流电路中的电容	187
21·8 电容和电阻	189
21·9 L 、 R 和 C 串联	192

21·10	L 、 R 和 C 并联	194
21·11	阻抗匹配	197
谐振		202
21·12	感抗对频率的关系	202
21·13	容抗对频率的关系	203
21·14	串联谐振	204
21·15	串联谐振电路的选择性	207
21·16	并联谐振	208
第 22 章 电子器件		214
真空管		214
22·1	真空管的应用	214
22·2	爱迪生效应	216
22·3	弗莱明管	216
22·4	德·福雷斯特三极管	217
22·5	热离子发射	217
22·6	发射极的类型	218
22·7	二极管的特性曲线	219
22·8	三极管的放大作用	221
22·9	三极管的特性曲线	222
22·10	一个典型的三极管问题	226
22·11	极性反向	228
22·12	极间电容	229
22·13	四极管	230
22·14	五极管	231
22·15	阴极射线管	232
22·16	光电倍增管	234
晶体管		237
22·17	晶体二极管	237
22·18	晶体管的发展	237

22·19	P型和N型半导体	238
22·20	P-N结	240
22·21	面结型晶体管的两种类型	241
22·22	晶体管的放大作用	244
22·23	晶体管特性	245
第 23 章 原子结构		250
分子和原子		250
23·1	物质的结构	250
23·2	分子	251
23·3	原子	252
23·4	亚原子粒子	253
电子		255
23·5	电子的发现	255
23·6	电子质量的测定	257
23·7	电子的电荷	260
23·8	电子的大小	262
23·9	电子的运动	263
原子核		265
23·10	原子核的发现	265
23·11	质子	268
23·12	中子	269
23·13	同位素	270
23·14	质谱仪	271
23·15	原子核的结合	272
第 24 章 核反应		277
核反应的类型		277
24·1	放射性的发现	277
24·2	放射性的本质	278

24·3	天然放射性的类型	·279
24·4	核的符号和方程式	·280
24·5	放射性衰变	·282
24·6	核轰击	·285
24·7	核裂变	·287
24·8	核聚变	·289
核能的应用		·293
24·9	链式反应	·293
24·10	核反应堆	·295
24·11	核动力	·295
24·12	放射性同位素	·298
第 25 章 粒子物理学		·302
探测仪器		·302
25·1	粒子探测的原理	·302
25·2	电离仪器	·302
25·3	闪烁室	·308
25·4	照相乳胶	·308
粒子加速器		·310
25·5	范德格拉夫起电机	·310
25·6	圆形加速器	·311
25·7	直线加速器	·314
25·8	宇宙射线	·316
基本粒子的相互作用		·317
25·9	基本粒子的分类	·317
25·10	粒子的相互作用	·320
25·11	核的守恒定律	·322
25·12	对称、宇称和反物质	·323
原子模型		·326
25·13	早期模型的缺陷	·326

25·14	量子力学	328
25·15	原子间的键	333
	数学复习	338
附录 A	方程式摘要	347
附录 B	表(24 种)	360
	术语注释 (略)	
	索引 (略)	

第16章 静 电 学

电 荷

16·1 起电

起电现象能够在许多情况中观察到。从塑料面座垫上滑过去拉汽车门的把手,有时会感到麻手。走过羊毛地毯,去接触门把或其他金属物件,也会有麻手的感觉。梳刷干燥的头发时听到轻微的噼啪声,重叠的薄纸有不易分开的倾向,是另一些常见的起电现象例子。

起电 就是使物体带有电荷的过程。带有电荷的物体能够吸引小块软木、纸片或其他轻小物体。空气干燥时,起电最明显。在潮湿空气中,物体表面会吸附着一薄层水汽,会使刚形成的电荷立刻被传走。固定在物体上而不运动的电荷叫做静电荷。因此静电就是以电荷形式存在的静止电荷。静电通常是由紧密接触的两个表面互相摩擦而产生的。

16·2 两类电荷

用验电器能够观察到静电荷的存在。一木髓小球或者泡沫塑料小球用丝线悬挂起来,就是一个最简单的验电器。若在木髓小球外面包一层铝或石墨,则这种验电器更灵敏。图16-1表示了这种仪器。

硬橡胶棒或电木棒在与法兰绒或毛皮摩擦后就会带电。若将带电棒移近这种简单的验电器,则木髓球将被棒吸引。

只要木髓球与带电棒一接触,它就立即跳开,其后便受到

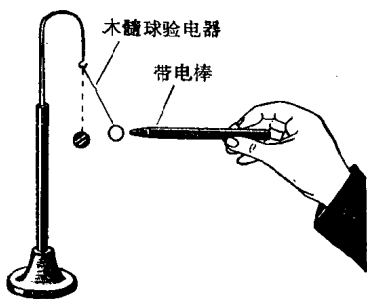


图 16-1 木髓球验电器可用来
探测静电荷

棒的排斥。我们可合理地假定，棒上部分电荷被转移到木髓球，使棒和球在这时带了同类电荷。

现在，若用丝绸摩擦玻璃棒，使它带电。然后将玻璃棒移近这个带了电荷的验电器，木髓球就被吸引，而不象刚才那样受到带电橡胶棒的排斥。

我们可以断定：产生在玻璃棒和橡胶棒上的电荷，在性质上是相反的。

起电情况有两类。橡胶棒与法兰绒摩擦，在橡胶棒上产生的起电现象叫做起负电，说成是棒上带了负电荷。玻璃棒与丝绸摩擦，在玻璃棒上产生的起电现象叫做起正电，说成是棒上带了正电荷。

根据对原子结构的研究，我们知道所有物质都包含有正电荷与负电荷。但为简单起见，以后图上所画的符号仅表示多余的电荷。若物体呈中性，就不标符号；若为负的，就在它的周围标上“-”号；若为正的，就在它的周围标上“+”号。

与带电橡胶棒接触后，带负电荷的两个木髓球彼此相斥。

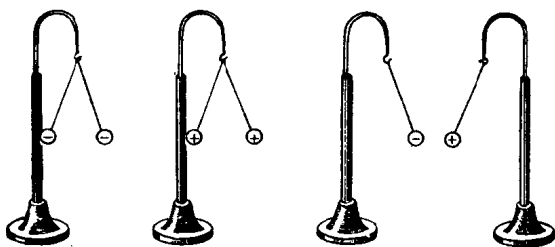


图 16-2 同类电荷相斥，异类电荷相吸。

同样,与带电玻璃棒接触后,带正电荷的两个木髓球也彼此相斥。但是,带负电荷的木髓小球被移到一个带正电荷的木髓小球附近时,它们就彼此吸引,参看图 16-2。观察到的这些现象可归纳为静电学的基本定律:带同类电荷的物体相互排斥;带异类电荷的物体相互吸引。

16·3 电和物质

为了解静电的性质,先简要介绍一下物质结构的基本概念可能有帮助(这些概念将在第 23 章中进一步讨论)。所有物质都由原子组成,原子有许多不同的类型,而每个原子又是由质子、电子和中子(最简单的氢原子除外)组成。

质子和中子紧密地束缚在密度很大的原子核内部,因为每个质子都带有一个单位的正电荷,所以原子核带正电。中子,顾名思义,是中性粒子。原子核的正电荷与元素的原子序数(即所包含的质子数)有关。

电子以不同的能量绕核运动,确定了原子的体积。每一电子具有一个单位的负电荷。所有电子一起,在原子核的外围构成带负电的电子云。一般不带电荷的原子含有数目相等的质子和电子,因而它是电中性的。

电子的静质量是 9.1091×10^{-31} 公斤。质子的质量是 1.6725×10^{-27} 公斤。中子的质量是 1.6748×10^{-27} 公斤。质子和中子的质量都比电子的质量大 1837 倍左右,因此原子的质量几乎全部集中于原子核。

质子和中子在巨大的短距离作用力之下,牢固地束缚在原子核内。这种巨大的短程力同样地作用在带正电的质子和不带电的中子上。相比之下,质子之间由于同类电荷所引起的排斥力是很弱的。

由于原子核正电荷的电吸引力作用,电子被束缚在原子

结构内。通常最外层的电子束缚在原子结构内不及能量较低的内层电子那样牢固。尤其是金属元素的外层电子受到的束缚更为松弛,因此很容易受外力的影响。

显然,引起起电的作用不会影响到质子,因为这些质子牢固地束缚在原子核内。当两种适当的物质紧密接触时,一些束缚松弛的电子能够从一种物质转移到另一种物质上。若硬橡胶棒和毛皮摩擦,就有一些电子从毛皮转移到橡胶棒。于是,橡胶棒由于获得过剩电子而带负电荷,毛皮则由于缺少电子而带正电荷。

同样,玻璃棒和丝绸摩擦时,一些电子将从玻璃棒转移到丝绸。因此玻璃棒由于失去电子而带正电荷,丝绸则由于获得过剩电子而带负电荷。所以,起电现象是通过电子的转移而发生的。

16.4 验电器

图 16-3 表示两种比简单的木髓球验电器更为灵敏的普通验电器。金箔验电器由悬挂在金属杆上的非常柔薄的条状金箔构成,金属杆顶端有一金属球。为了保护金箔,把它安装在一只只有玻璃窗口的金属盒内。金属杆与盒之间要很好绝缘。金箔带电时,由于同类电荷斥力的作用,金箔将张开。用质量

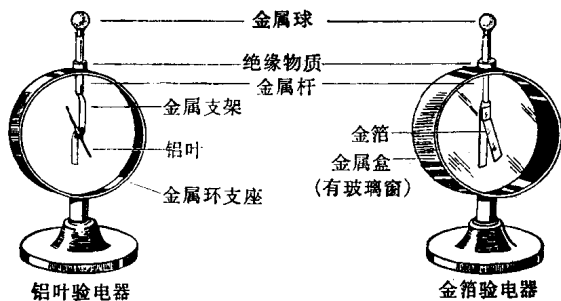


图 16-3 两种灵敏验电器

很小和面积较大的金箔做成验电器，灵敏度很高。

铝叶验电器由装在绝缘支架中心轴承上的细铝叶构成。带电时，铝叶由于受到静电斥力的作用而发生偏转，偏转角度随电量的多少而变化。

使用验电器时，常用验电板来检验或转移电荷。它由金属小圆板和绝缘手柄构成。用一个小硬币胶在一根玻璃棒就是一个验电板。为了用这种验电板来转移电荷，需将硬币与带电体接触，然后再接触验电器。

16·5 导体与绝缘体

将包有铝箔的木髓小球用丝线悬挂起来，然后用铜线将它与一金箔验电器的金属球相连，如图 16-4 所示。此时若将电荷加到小球上，验电器的金箔会张开。显然，这是铜线把电荷从小球转移到验电器的。

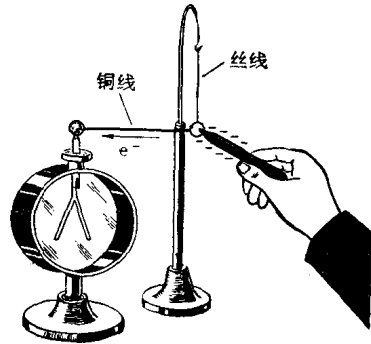


图 16-4 用铜线将电荷传导到验电器

若用一根丝线来代替铜线。再使小球带电，则验电器的金箔不会张开，这是由于丝线没有把电荷传导到验电器。

导体就是电荷很容易通过它转移的物质。大多数金属是良导体。在常温下，银是最好的固态导体，其次是铜，再次是铝。

绝缘体就是电荷不容易通过它转移的物质。好的绝缘体实际上可认为是非导体就是电的不良导体。玻璃、云母、石蜡、硬橡胶、硫磺、丝绸、虫胶、干燥的空气以及多种塑料都是很好的绝缘体。

溶液和封闭的气体，其导电方式和固态导体不同。但是，

在静电学中，我们以学习固态物质的导电性为主。让我们用物质结构的知识来考察这些现象。

一块固态物质由大量原子构成。这些原子是依据该物质的特性排列的。每一克原子的金属元素含有 6.02×10^{23} 个原子，这就是阿伏加德罗常数。因此 27.0 克的铝、63.5 克的铜以及 108 克的银都分别含有这一极大数目的原子。

金属具有密集的晶体结构，其中带正电的粒子组成晶格，晶格内弥漫着一般称为电子气的自由电子云。在这种结构内，结合力就是带正电的金属离子和电子气之间的吸引力。可以认为，金属原子内束缚不牢的最外层电子已舍给电子气，从而隶属于整个晶体。这些电子在晶格内能自由迁移，因而金属具有很高的导电性。

良导体含有大量自由电子，它们在物质内运动时受到的阻力相当小。由于同类电荷相斥的作用，自由电子将散布在整个物体内，任何局部都不可能电荷的集中。如果这种物体与带电体接触，则自由电子将涌向同一方向。若带电体缺少电子(带正电荷)，则自由电子将涌向带电体。若带电体有

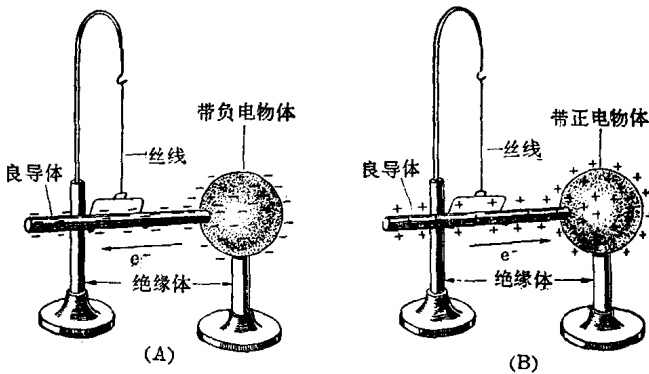


图 16-5 导体中的自由电子是向着使电荷聚集程度减小的方向移动