

十年制學校課本

物 理 學

WULIXUE

第 四 冊

(十年級用)

(初 稿)

編者的話

這一套物理課本共分四冊，是在原中學物理課本的基礎上改編的，供十年制學校七至十年級物理教學之用。本書是第四冊，供十年級用。

十年制學校物理教學的任務，是在於給學生以參加生產勞動和進一步學習所必需的系統的基本的物理學知識和有關的實踐技能，並培養學生的辯證唯物主義觀點。

根據上述的任務，並在不提高程度，不改變體系的原則下，我們以原中學物理課本為基礎進行改編時，刪去了不必要的重複，刪去了陳腐落後的和不必要的內容，刪去了過難而無實際意義的習題，簡化了繁瑣的敘述；在課文和習題中適當增加了聯繫工農業生產實際的內容，簡單淺顯地介紹了少數現代科學技術的成就，適當加強了實驗和實習。此外，由於原來初中教材偏少偏淺，高中教材分量較重，因此把適當分量的原高中教材中內容較淺的下放到七、八年級講授。

新增加的少數內容和實驗實習，在條件不夠的學校可以暫時不用，刪去這些教材並不發生前後內容不銜接的毛病。屬於這種內容和實驗實習，我們都已在目錄和課文中用“*”號標出，學校應根據自己的條件決定是否講授這些教材。

課本中的其他實驗實習，也有的可能是部分學校暫時還不能做到。在這種情況下，學校可以根據具體條件用別的實驗

来代替它們。同样，課本中的习题，也并不是全部要留給学生作課外作业的，学校也可根据具体条件选择使用，最好能自編或选用結合本校实际的习题来代替課本中的某些习题。

本书的内容是在七、八、九年級的基础上进一步学习电学、光学知識，并初步学习原子物理学和原子核物理学的知識。书中的电場强度、电势、电动势、磁場强度、电磁振荡和电磁波等概念，欧姆定律、电磁感应定律、无线电的收发原理、光的干涉和衍射、光电效应、原子的核式結構和原子核的組成、原子核的結合能等原理，都是掌握本书其余各部分知識的关键。因此，这些知識在教学中要予以特別注意。

十年制学校物理教学时数共計 460 課时，本书的教学时数是 143 課时。在編写这本书的时候，我們的初步安排是講課 106 課时，实验实习 17 課时，另有 20 課时留作学校机动使用。

由于編写時間匆促和編者水平有限，本书中可能还有錯誤和不妥当的地方，我們希望大家对本书提出批評和建議，来信請寄“北京景山东街 45 号”本社收。

人民教育出版社

1960 年 12 月

目 录

电 学(二)

第一章 电场.....	1
1. 库仑定律.....	1
2. 电量的单位.....	3
3. 电介质中的库仑定律.....	4
4. 电场 电场强度.....	5
5. 电场的图示 电力线.....	9
6. 匀强电场 电场在科学技术上的应用.....	12
7. 在电场中移动电荷所作的功 电势能.....	15
8. 电势.....	18
9. 电势差.....	21
10. 电势差跟电场强度的关系.....	24
11. 导体上电荷平衡的条件.....	26
12. 电容器和它的电容.....	29
13. 几种常用的电容器.....	33
第二章 稳恒电流.....	37
14. 电流.....	37
15. 电阻 部分电路的欧姆定律.....	39
16. 导体的串联和并联.....	40
17. 电源的电动势.....	44
18. 全电路的欧姆定律.....	47
19. 电源的电动势和路端电压.....	49

20. 电池组.....	51
21. 电流的功和功率.....	55
22. 金属导电的特点.....	59
23. 半导体导电的特点*	61
24. 半导体的应用*	64
25. 液体的离子导电 电解.....	68
26. 法拉第电解第一定律.....	70
27. 法拉第电解第二定律.....	73
28. 电解中析出1克原子物质所需要的电量.....	75
第三章 电流的磁场	78
29. 电流的磁场 磁力线.....	78
30. 磁场对电流的作用 磁场强度.....	82
31. 磁介质 磁感应强度磁通量.....	86
32. 电流计.....	89
33. 安培计.....	91
34. 伏特计.....	94
35. 地磁场.....	97
第四章 电磁感应	102
36. 电磁感应现象.....	102
37. 感生电流的方向.....	106
38. 感生电动势.....	110
39. 自感现象.....	115
40. 涡电流*.....	119
第五章 交流电	122
41. 交流电的产生.....	122
42. 交流发电机.....	125
43. 交流电的有效值*.....	128

44. 量度交流电的仪表*	130
45. 三相交流电*	133
46. 三相电路的连接法*	135
47. 感应电动机*	139
48. 直流发电机	143
49. 直流电动机	145
50. 变压器	148
51. 电能的产生、输送和分配	152
第六章 电磁振荡和电磁波	156
52. 振荡电路 电磁振荡	157
53. 振荡电流的周期和频率	160
54. 电磁波	162
55. 电磁波的发送 调幅	166
56. 电磁波的传播*	168
57. 电谐振	171
58. 检波原理 电磁波的接收	173
59. 无线电广播的发送和接收大意	176
60. 二极电子管电子管整流器	177
61. 三极电子管电子管放大器	182
62. 栅极检波 电子管收音机*	183
63. 半导体的整流和放大作用晶体管*	186
64. 雷达 无线电天文学*	188
65. 无线电传真 电视 无线电控制*	191

光 学(二)

第七章 光度学	194
66. 光源 发光强度	191

67. 光通量	195
68. 照度	196
69. 照度定律	197
70. 光度学的应用	200
第八章 光的傳播	204
71. 光速的測定	204
72. 光的反射和折射定律	206
73. 全反射	210
74. 通过平行透明板和棱鏡的光綫	212
75. 透鏡	215
76. 透鏡的成象	219
77. 透鏡成象的作图法	220
78. 透鏡公式	224
79. 視角 放大鏡	227
80. 显微鏡	229
81. 望远鏡	231
第九章 光的本性	235
82. 光的干涉	235
83. 光的衍射	238
84. 光譜 分光鏡	241
85. 可見光譜	244
86. 光譜分析	246
87. 紅外線和紫外綫	248
88. 倫琴射綫	250
89. 光的电磁本性和电磁波譜	253
90. 光电效应 光的量子性	255
91. 光电管和它的应用	258

92. 光的二象性	263
原子物理和原子核物理	267
93. 原子的核式結構	267
94. 氫原子的核外电子	271
95. 其它原子的核外电子	275
96. 放射綫的探測	276
97. 原子的人为嬗变	280
98. 中子的发现	283
99. 原子核的組成	284
100. 基本粒子*	286
101. 原子核的結合能	288
102. 裂变 鏈式反应	291
103. 原子反应堆	294
104. 聚变 热核反应*	297
105. 放射性同位素及其应用	299
106. 原子能应用的展望	303

物理实验

实验一 研究并联电路中的电流分配	306
实验二 测定电源的电动势和内电阻	307
实验三 用附加电阻增大伏特計的测量范围	308
实验四 研究利用安培計和伏特計测电阻的方法	309
实验五 电磁感应現象的研究	311
实验六 二极管电子管的整流作用*	312
实验七 测定凸透鏡的焦距	314
实验八 装配显微鏡和开普勒望远鏡模型	315
实验九 观察鈉光谱*	317
实验十 用云室来观察带电粒子的徑迹*	317

实习

实习一 简单配电盘的安装*	319
实习二 安装单管收音机*	321

电 学(二)

第一章 电场

1. 庫倫定律 在八年級里我們已經學過，電荷有正電荷與負電荷兩種，同種電荷互相排斥，異種電荷互相吸引。法國物理學家庫倫(1736—1806)首先用扭秤研究了這種相互作用力的大小。

庫倫扭秤的構造如圖1所示：在一個玻璃容器中懸挂一條細絲，絲下端系一水平絕緣棒，棒的一端裝有一個小銅球 a ，另一端裝有平衡物 c 。懸線上端固定在儀器的扭頭 B 上，它轉過的角度的可以測定。在儀器內部另有一個和 a 同樣大的小銅球 b ，固定在容器的絕緣蓋上。容器壁上有用來測定 a, b 兩球距離的標尺。

實驗時，使小球 a, b 帶電，由於電荷間的互相作用，絕緣棒就要發生轉動。

向相反方向轉動扭頭 B ，使絕緣棒仍在原来的位置上保持平衡。這時懸線的扭轉力矩就等於作用在小球 a 上的電力矩。扭轉力矩可以根據扭頭轉過的角度的求出來，這樣就可以進一步算出 a 和 b 之間的相互作用力。

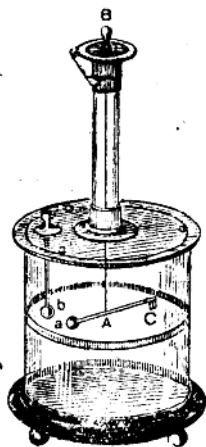


圖1 庫倫扭秤

实验结果指出：如果保持 a 、 b 两球的电量不变，而改变它们之间的距离 r ，相互作用力的大小就和距离 r 的平方成反比；如果保持两球的距离不变，而改变它们的电量，相互作用力的大小就和每一个小球的电量成正比。

库仑在 1785 年，根据上述实验结果，得出了电荷间相互作用规律——库仑定律。

两个电荷间的作用力的方向是在两个电荷的连线上；作用力的大小跟每一个的电量成正比，跟电荷间的距离的平方成反比。

如果用 k 来表示两个取作单位的电量在真空中相距单位距离时的作用力^①，用 F 来表示 q_1 个单位电量和 q_2 个单位电量在真空中相距 r 个单位距离时的作用力，那么，在真空中的库仑定律可以用公式来表示如下：

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}。$$

如果两个电荷是同种的，那么 q_1 和 q_2 的符号相同，公式中的力 F 就是正的，表示两个电荷互相推斥。如果两个电荷是异种的， q_1 和 q_2 的符号相反，力 F 就是负的，表示两个电荷互相吸引。

必须特别指出，库仑定律只适用于点电荷的情形。两个任意形状的带电体，如果它们的大小比它们之间的距离小得多，就可以认为带电体上的电荷是点电荷。

① 电荷间的相互作用力，还跟周围的介质有关系。在这里我们只研究最简单的情形——电荷在真空中相互作用。关于电荷在介质中相互作用的情形，将在后面第 3 节中学习。

相互作用的带电体,如果不能看成是点电荷,那么它們之間的作用力就是带电体各个小部分間的作用力的合力。

习 題 一

1. 点电荷 C 距点电荷 A 3 厘米, 距点电荷 B 20 厘米, 如果 C 对 A 的作用力与 C 对 B 的作用力相等。求 A 、 B 两电荷的电量之比。

2. A 、 B 两电荷原来距离为 r , 若 A 的电量增为原来的 3 倍, 它們之間的距离也增为原来的 3 倍, 求两次作用力之比。

3. 在真空中有两个小球, 带着同种的电荷, 一个小球所带的电量是另一小球所带的电量的 3 倍。在它們相距 5 厘米时, 互相排斥的力是 16 达因。在它們相距 10 厘米时, 互相排斥的力是多少?

2. 电量的单位 利用庫倫定律, 我們可以确定电量的单位。

如果两个等量的电荷, 在真空中相距 1 厘米, 它們之間的作用力是 1 达因时, 我們就取它們任何一个的电量作为电量的单位。

这样, 当电量用这种单位、力用达因作单位、长度用厘米作单位时, k 等于 1。因此, 庫倫定律的公式变成了下面比較简单的形式:

$$F = \frac{q_1 q_2}{r^2}。$$

这样规定的电量单位, 叫做电量的厘米·克·秒制静电系单位, 简称为电量的静电系单位(代号是 $e.s.u.Q$)。

在电学中, 根据厘米·克·秒单位制和静电学定律所确定的

单位系统,叫做厘米·克·秒制静电单位系,简称为静电单位系。

在八年級中,我們已經知道电量的实用单位是庫侖(代号是C)。1庫侖= 3×10^9 静电系单位电量。

3. 电介质中的庫侖定律 所謂电介质,就是我們在八年級所学过的絕緣体。空气、煤油、水、玻璃、橡胶、瓷器等都是电介质。

如果把两个电荷放在电介质里,例如放在煤油里,电荷間的作用力就比在同样情形下在真空里的作用力小;小多少,依电介质的不同而不同。这时庫侖定律用下面的公式来表示:

$$F = \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}。$$

式中 ϵ 称为电介质的介电常数。对于不同的电介质,介电常数 ϵ 是不同的,真空中 $\epsilon=1$,其他一切电介质的 ϵ 都大于1。

下表是几种电介质的介电常数:

空 气	1.0006	硬 橡 胶	4
煤 油	2—4	瓷	6
水	81	云 母	6—8
石 蜡	2	玻 璃	4—7

[例题] 有大小相同的两个小球,放在石蜡中,一个带10静电系单位的正电量,一个带2静电系单位的負电量;它們相距2厘米,它們之間的作用力是多少?如果把两个带电小球接触后再放回原处,它們之間的作用力又是多少?

用厘米·克·秒制静电单位系来计算。

已知: $q_1 = 10 \text{ e.s.u. } Q$, $q_2 = -2 \text{ e.s.u. } Q$, $\Sigma = 2$, $r = 2 \text{ cm}$ 。求

F_1 和 F_2 。

(1) 在未接触之前:

$$F_1 = \frac{10 \times (-2)}{2 \times 2^2} dn = -2.5 dn.$$

(2) 在接触之后: 两个大小和形状完全相同的带电的物体, 接触后都带等量同种的电荷。因此, 在接触之后, 每个小球所带的电量为:

$$\frac{10 + (-2)}{2} = 4 \text{ e.s.u. } Q,$$

$$F_2 = \frac{4 \times 4}{2 \times 2^2} dn = 2 dn.$$

答: 在未接触前互相吸引的力为 2.5 达因, 接触后互相排斥的力为 2 达因。

习 题 二

1. 在真空中有两个小球, 它们带的电分别是 $q_1 = 5 \times 10^{-8}$ 库仑和 $q_2 = -3 \times 10^{-7}$ 库仑, 它们间的距离是 15 厘米。现在再引入第三个带正电的小球, 应该把它放到什么地方, 它才能处于平衡状态?

2. 两个质量都为 $m = 0.1$ 克的小球, 分别用 $l = 24$ 厘米长的细线悬挂于同一固定点上, 给二小球带以同种等量电荷之后, 它们分开的距离 $r = 24$ 厘米, 求各球所带的电量。

3. 两个点电荷在真空中相距 8 厘米时, 它们之间的相互作用力等于 F , 把这两个点电荷放在某种液态电介质里, 当它们相距 2 厘米时, 作用力等于 $4F$, 求电介质的介电常数, 并指出这是哪种电介质?

4. 电场强度 有一个带电体 Q 。如果把另一个带电体 q 放在 Q 周围空间的各个不同的地方(图 2), 就会发现, 带电体

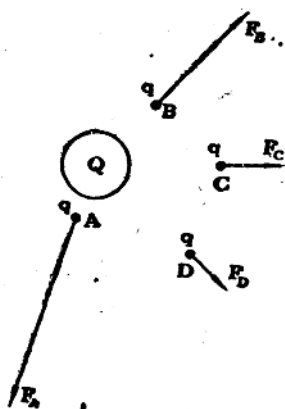


图2 带电体通过电场发生
相互作用

Q 跟 q 之間总是有相互作用的。

带电体之間是怎样发生相互作用的呢？

经过长期的科学研究，人們终于知道了，带电体是通过电场来发生相互作用的。

只要有电荷存在，电荷的周围就有电场。

现代科学证明，电场是一种物质。

在认识了电场以后，人們知道了，一个电荷 Q 对隔有一定距离的另一电荷 q 的作用，

并不是直接的作用，而是电荷 Q 的电场对电荷 q 的作用。

在点电荷 Q 的电场中，引入一个检验电荷^①。把这个检验电荷 q 放在电场中的任意一点 A ，它就要受到电场的作用力（简称电场力） F 。如果我们改变检验电荷的电量，使它等于 $2q$ 、 $3q$ 、…… nq ，根据库仑定律可以知道，它在 A 点所受的电场力将改变为 $2F$ 、 $3F$ 、…… nF 。很容易看出，放在 A 点的检验电荷所受的电场力跟检验电荷的电量的比 $\frac{F}{q}$ ，不随检验电荷的电量而改变，它是一个恒量。

再把检验电荷 q 放在电场的另一点 B ，设它受到的电场力

① 检验电荷就是一个电量很小的点电荷，它的电量要很小，是为了使它的电场不致影响原来的电场。

是 F' 。同样可以知道, $\frac{F'}{q}$ 是一个恒量, 并不随檢驗电荷的电量而改变。

这样, 我們就認識了电場的一种性質: 对电場的任何一点來說, 放在这里的电荷所受的电場力跟它的电量的比, 总是一个恒量。

为了表示电場的这种性質, 我們要引入一个新的物理量——电場强度。

电場中某点的电場强度; 等于放在那点的点电荷所受的电場力跟它的电量的比。

如果用 E 来表示电場强度, 用 F 表示电荷 q 所受的电場力, 那么,

$$E = \frac{F}{q} \quad (1)$$

根据公式(1)可以規定电場强度的单位。

在靜电单位系中, 我們取电場內这样一点的电場强度作为电場强度的单位, 在这一点, 一个靜电系单位电量的电荷所受的力是 1 达因。

这样規定的电場强度的单位叫做 电場强度的靜电系单位 (代号是 *e.s.u.E.*)。

由此可知, 1 靜电系单位电場强度 = 1 达因/1 靜电系单位电量。

現在来求点电荷 Q 的电場中各点的电場强度。把一个电荷 q 放到距离 Q 为 r 的点, 根据庫侖定律知道, q 所受的电場力是 $F = \frac{Qq}{sr^2}$, 把 F 的值代入公式(1)中, 就可以求出这点的电場强度:

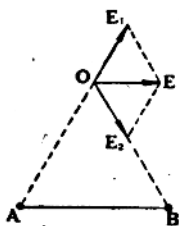
$$E = \frac{Q}{8r^2} \quad (2)$$

如果 Q 是在真空中, 那么,

$$E = \frac{Q}{r^2} \quad (2')$$

在公式(2)和(2')中, 如果 Q 用静电系单位电量做单位, r 用厘米做单位, E 就要用静电系单位电场强度做单位。

电场强度是有方向的。电场中各点的电场强度的方向, 就是正电荷在那点所受的电场力的方向。所以, 电场强度是一个矢量。



〔例题〕 在真空中有两个点电荷 A, B , 相距 10 厘米, 它们所带的电量分别是 +10 静电系单位和 -10 静电系单位。求距离它们都是 10 厘米的 O 点的电场强度(图 3)。

设 A 在 O 点产生的电场强度是 +10e.s.u. Q , B 在 O 点产生的电场强度是 E_2 ,
图 3 求 O 点的电场强度 由于电场强度是矢量, 因此要用平行四边形法则来求 O 点的总电场强度 E 。

根据公式可以知道:

$$E_1 = \frac{Q}{r_1^2} = \frac{10}{10^2} \text{e.s.u.} E = 0.1 \text{e.s.u.} E,$$

$$E_2 = \frac{Q}{r_2^2} = 0.1 \text{e.s.u.} E.$$

E_1 和 E_2 的方向如图 3 所示, 它们间的夹角 θ 为 120° , 因此:

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2\cos\theta,$$