

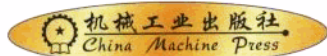
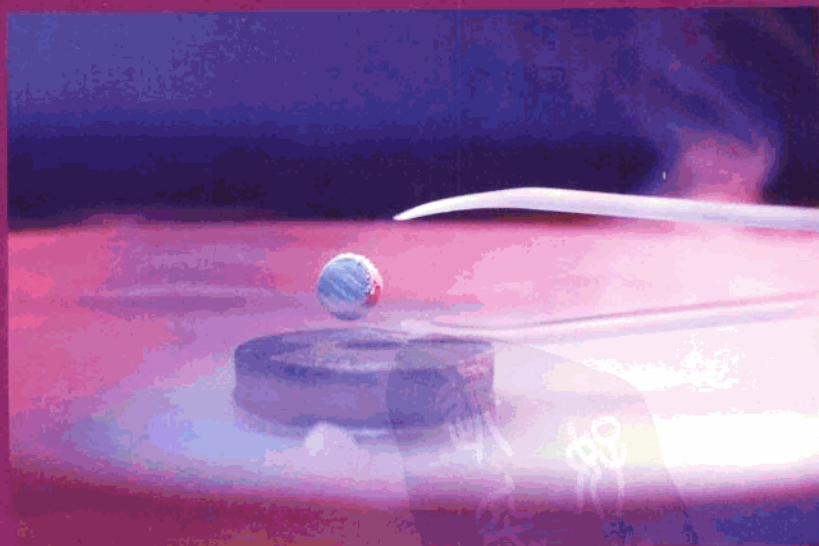
中等职业教育机电类规划教材

物 理

(下 册)

第2版

机械职业教育基础课教学指导委员会物理学科组 编
郝 超 主编



中等职业教育机电类规划教材

物 理

(下 册)

第2版

机械职业教育基础课教学指导委员会物理学科组 编

主编 郝 超

参编 陈永涛 王余明 李法春

主审 苏群荣

机械工业出版社

本教材是根据教育部新颁布的中等职业学校物理教学大纲,在第1版的基础上修订的。本教材分为上、下两册,本册内容为电磁学、光学、原子物理学基础、高新技术和相应的学生实验,具体包括静电场、恒定电流、磁场、电磁感应、电磁振荡和电磁波、几何光学、光的本性、原子和原子核物理基础、高新技术。本次修订基本保持了第1版教材的优点,力求适应中等职业教育的发展要求,充分考虑当前学生的特点,从培养目标和新大纲要求出发,适当降低理论深度,重视方法的传授和能力的培养,注重实用性,增加了新知识、新技术、新方法的内容,使教师易教,学生易学。

本教材适用于中等职业学校3~4年制工科类专业师生。

图书在版编目(CIP)数据

物理.下册/郝超主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2001.11
(2006.8重印)

中等职业教育机电类规划教材
ISBN 7-111-09418-2

I. 物… II. 郝… III. 物理学—专业学校—教材 IV. 04

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第071059号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:曹俊玲 版式设计:张世琴 责任校对:张佳
封面设计:方芬 责任印制:洪汉军
北京瑞德印刷有限公司印刷
2006年8月第2版·第2次印刷
169mm×239mm·6.625印张·256千字
5 001—12 000册
定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294
编辑热线电话(010)68354423
封面无防伪标均为盗版

第2版前言

本教材是在1991年8月出版发行的第1版基础上,广泛听取全国范围内使用第1版教材的中等职业学校的意见后,根据2000年8月教育部颁发的中等职业学校物理教学大纲修订的。

本教材分上、下两册。上册内容为力学、热学和相应的学生实验;下册内容为电学、光学、原子物理学基础、高新技术和相应的学生实验。

本次修订基本保持了第1版教材的编写体系和风格,力求适应中等职业教育的发展要求,充分考虑中等职业学校学生的特点,从工科中等职业学校的培养目标、新大纲的要求出发,删减了部分抽象的理论,尽量简化数学推导过程,增加了介绍新知识、新技术、新方法的内容,在注重思想性、科学性的同时,增强实用性,重视物理学研究方法的传授和学生自学能力的培养,使教师易教、学生易学。本教材内容有基础模块、选修模块(打*号部分)两个层次,前者按96学时编写(含学生实验),后者按54学时编写(含学生实验)。选修模块的内容供各校结合地区、行业、学制和专业特点选用。本教材适用于中等职业学校3~4年制工科类专业。

本次修订工作由全国机械职业教育基础课教学指导委员会物理学科组组织,由常州机械学校郝超、芜湖机械学校储克森全面负责。参加修订工作的有:储克森任上册主编,芜湖机械学校丁霁明、湖南机电学校饶福安任上册参编;郝超任下册主编,无锡职业技术学院陈永涛、常州机械学校王余明、湖南机电学校李法春任下册参编;福建职业技术学院苏群荣任全书主审。具体分工为:绪论、第一、二、七、八、九章由储克森修订,第三、四、五、六章由丁霁明修订,上册的学生实验由饶福安修订,上册由储克森统稿;第十、第十一章由郝超修订,第十二、十三、十四章由陈永涛修订,第十五、十六、十七、十八章由王余明修订,下册的学生实验由李法春修订,下册由郝超统稿。

全国机械职业教育基础课教学指导委员会物理学科组于2001年3月组织有关人员对书稿进行了审定。参加审稿会的有:湖南工业职业技术学院王柏林、黑龙江机械制造学校王文钧、宝鸡工业学校段超英、包头职业技术学院范文学、漳州农业机械学校许云耳、上海机电工业学校金亚平、芜湖机械学校刘艺、哈尔滨机电工程学校孙桂荣等,他们对书稿提出了许多宝贵意见。另外,无锡职业技术学院华美迪为教材的修订做了一些基础工作。在此,我们一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，本教材缺点与错误在所难免，敬请广大教师、学生和读者批评指正。

编 者

2001 年 3 月

第1版前言

本套教材是机电部中专基础课教学指导委员会物理学组，在广泛听取了对“七五”期间原物理课程组编写的三轮试用教材使用意见的基础上，根据机电行业中专教改进展情况，以增强应用环节为着眼点，进行全面修改、编写出版的。

本套教材包括：《物理》、《物理实验》、《物理练习册》。

《物理》力求保持物理学的科学性、系统性，增强实用性，适当控制内容的深广度，以适合中专物理课时少的特点，使教师易教，学生易学。

《物理实验》注意了实验单独考核的趋势，在选材和编排上，加强了中专物理实验基本知识、基本技能的培养和训练。

《物理练习册》紧密配合教学进程，增强了实用性、实践性、趣味性。

《物理》

第一~十一章编写者：刘宝林（长春市机械工业学校）

第一~十一章主审：苏群荣（福建机电学校）

第十二~二十章编写者：林焕文（江西省机械职业大学）

张仁天（沈阳市机电工业学校）

第十二~二十章主审：张世忠（山东省机械工业学校）

《物理实验》

编写者：杨博访（西安仪表工业学校）

王颖哲（咸阳机器制造学校）

主审：苏群荣（福建机电学校）

王舜华（上海市机电工业学校）

《物理练习册》

练习一~综合练习一编写者：朱玉清（浙江省机械工业学校）

练习一~综合练习一主审：张立新（杭州机械工业学校）

练习三十二~综合练习二编写者：孙志远（第二汽车厂中专学校）

程鹏飞（长春市机械工业学校）

练习三十二~综合练习二主审：汪伟杰（广西机械工业学校）

全书主审：彭方虎（湖南省机械工业学校）

曾参加本套教材试用本主要编审工作的还有：吴永康、张仁桐、范景华、黄崇高、樊孝达等。

为本套教材试用本提供资料或参加部分编写工作的有：马骏、王柏林、王孟

涛、王炳坤、石素贞、申俊昌、张密芳、张秀霞、吕兴门、孟建翔、周红、段超英、董正湘、秦龙泉、杨挺、颜恒斌等同志。

先后参加本套教材试用本审稿会的有来自 24 个省（区）、市 50 余所中专校 79 位物理教师。

对上述为本套书的编写出版出过力的同志在此一并表示感谢。

限于编者水平，缺点错误在所难免，望广大教师、学生和读者批评指正。

编 者

1991 年 8 月

目 录

下 册

第 2 版前言

第 1 版前言

第十章 静电场	1
第一节 电荷 库仑定律	1
习题 10-1	3
第二节 电场 电场强度 电场线	3
习题 10-2	7
第三节 电势能 电势 电势差	7
习题 10-3	10
第四节 匀强电场中电势差与电场强度的关系	11
习题 10-4	12
第五节 带电粒子在匀强电场中的运动	12
习题 10-5	16
第六节 静电场中的导体	16
习题 10-6	18
第七节 电容器及电容 电介质	19
习题 10-7	22
第八节 静电在技术上的应用与防范	22
阅读材料 静电会不会直接使人致命	23
本章小节	24
复习题	26
第十一章 恒定电流	29
第一节 一段电路欧姆定律 * 电阻定律	29
习题 11-1	32
第二节 电功 电功率	32
习题 11-2	34
阅读材料 自学成才的焦耳	34
第三节 电阻的联接	35
习题 11-3	39
第四节 电源及其电动势	41

第五节 全电路欧姆定律	42
习题 11-4	44
* 第六节 相同电池的串联和并联	45
习题 11-5	47
* 第七节 电阻的测量	47
习题 11-6	49
本章小结	49
复习题	51
第十二章 磁场	53
第一节 磁场 磁感线	53
习题 12-1	56
第二节 磁感应强度	57
习题 12-2	59
第三节 匀强磁场对通电直导线的作用力	59
习题 12-3	61
* 第四节 磁场对运动电荷的作用	61
习题 12-4	65
阅读材料 磁流体发电	66
本章小结	67
复习题	68
第十三章 电磁感应	70
第一节 电磁感应现象	70
习题 13-1	71
第二节 楞次定律	72
习题 13-2	75
第三节 法拉第电磁感应定律	76
习题 13-3	79
* 第四节 互感现象	79
* 第五节 自感现象	81
习题 13-4	84
阅读材料 电磁感应现象的发现	84
本章小结	85
复习题	86
第十四章 电磁振荡和电磁波	89
第一节 电磁振荡	89
习题 14-1	91
第二节 电磁场和电磁波	91
第三节 电磁波的发射与接收	93

习题 14-2	97
第四节 电磁污染与防护	97
阅读材料 传真 电视 雷达	100
本章小结	102
复习题	103
自测题 (电磁学部分)	103
第十五章 几何光学	107
第一节 折射定律 折射率	107
习题 15-1	110
第二节 光的全反射	110
习题 15-2	112
第三节 棱镜 光的色散	112
习题 15-3	114
第四节 透镜 透镜成像	115
习题 15-4	119
第五节 常用光学仪器	120
本章小结	122
复习题	123
第十六章 光的本性	125
第一节 光的干涉	125
习题 16-1	127
第二节 光的衍射	128
习题 16-2	129
第三节 光的偏振	129
习题 16-3	130
第四节 光的电磁理论	130
习题 16-4	132
第五节 光电效应	132
习题 16-5	134
第六节 光的量子理论	134
习题 16-6	135
第七节 光的二象性	135
习题 16-7	136
本章小结	136
复习题	136
第十七章 原子和原子核物理基础	138
第一节 光谱	138
习题 17-1	140

第二节 玻尔原子理论	140
习题 17-2	141
* 第三节 激光及其应用	142
习题 17-3	143
第四节 天然放射现象	143
习题 17-4	144
第五节 原子核的组成	144
习题 17-5	147
* 第六节 放射性同位素及其应用 放射性污染的控制	147
习题 17-6	148
第七节 核能	148
习题 17-7	149
* 第八节 核裂变 链式反应	149
习题 17-8	151
* 第九节 核聚变	152
习题 17-9	153
本章小结	153
复习题	153
* 第十八章 高新技术	154
第一节 新材料技术	154
第二节 新能源技术	157
第三节 信息技术	163
第四节 生物工程	165
第五节 航空航天技术	166
* 实验十 电场中等势线的描绘	168
实验十一 万用表的使用	170
实验十二 (A) 用伏安法测电阻	174
实验十二 (B) 电桥法测电阻	178
实验十三 测电源电动势和内阻 (设计性实验)	181
实验十四 研究电源输出功率与负载电阻的关系 (设计性实验)	182
实验十五 感应电流方向的研究	184
实验十六 测定玻璃的折射率	187
实验十七 测凸透镜焦距 研究凸透镜成像规律	189
* 实验十八 观察光谱	191
附录 国际单位制和我国的法定计量单位	196
参考文献	201

第十章 静 电 场

研究电磁现象及其规律的学科称为电磁学。静电场是一种最基本、最简单的电现象。本章将从力和能量这两个方面来认识、研究静电场。

第一节 电荷 库仑定律

两种电荷 自然界中的电荷有两种——正电荷和负电荷。电荷之间存在着力的作用，同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

基本电荷 物体所带电荷的量值叫做电荷量，简称电量。在 SI 中，电量的单位是库仑 (C)。实验表明，电子、质子所带电量的绝对值相等，它们的电量是迄今为止能够观测到的最小电量，其大小为 $e = 1.602\ 177\ 33 \times 10^{-19} \text{ C} \approx 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。实验还表明，带电体所带电量 Q 是 e 的整数倍，即 $Q = ne$ 。这里， n 是正或负的整数。因此，人们把 e 叫做基本电荷，也可叫做元电荷。

电荷守恒定律 在分析摩擦起电的原因时，我们已经知道物体“带正电”的实质是：电子在物体间发生了转移。失去电子的物体表现为“带正电”，获得电子的物体表现为“带负电”，电子既没有被创造，也没有被消灭。实验表明，在一个与外界不交换电荷的隔离系统内，物理过程可以促使电荷转移，但系统内电量的代数和保持不变。这个结论称为电荷守恒定律，这是物理学的基本定律之一。

点电荷 电荷之间存在作用力决定了带电体之间存在作用力。带电体之间作用力的大小不仅与所带电量的多少有关，还与带电体的形状和大小等因素有关。如果带电体本身的线度比带电体之间的距离小得多，我们就可以忽略其形状和大小的影响，而把它看作点电荷。

真空中的库仑定律 1785 年，法国科学家库仑经过了多次的实验后指出：在真空中，两个点电荷之间的相互作用力的大小与它们的电量的乘积成正比，与它们之间的距离的二次方成反比，作用力的方向在两个点电荷的连线上。这个结论叫做库仑定律。其数学表达式为

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (10-1)$$

式中 F ——两点电荷间的作用力；

Q_1 、 Q_2 ——两点电荷的电量；

r ——两点电荷间的距离；

k ——比例系数，在 SI 中等于 $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ 。

电荷间的相互作用力还与它们所处的电介质（如空气、煤油、水等）有关。空气对电荷间的相互作用影响很小，可以近似看作真空。

点电荷间的作用力，通常被称为库仑力。库仑力是静止电荷间的作用力，因此属于静电力。

〔例题 1〕 氢原子由一个质子和一个电子组成，已知质子质量 $m_H = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ，万有引力恒量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ 。求库仑力和万有引力的比值。

〔解〕 用库仑定律计算库仑力时，电量可用绝对值代入，求出力的大小后，再根据电荷的正负来确定库仑力的方向。质子、电子电量的绝对值为 e ，即

$$Q_1 = Q_2 = e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

它们之间的库仑力为

$$F_e = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = k \frac{e^2}{r^2}$$

它们之间的万有引力为

$$F_G = G \frac{m_H m_e}{r^2}$$

库仑力与万有引力的比值为

$$\frac{F_e}{F_G} = \frac{ke^2}{Gm_H m_e} = \frac{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 1.67 \times 10^{-27} \times 9.1 \times 10^{-31}} = 2.27 \times 10^{39}$$

由此可见，库仑力比万有引力大得多。所以在研究电子绕核运动时，可以忽略万有引力而只考虑静电力。

〔例题 2〕 如图 10-1 所示，真空中 A 、 B 两点各固定着一个带电微粒，它们所带的电量分别是 $Q_1 = 5 \times 10^{-8} \text{ C}$ ， $Q_2 = -4.5 \times 10^{-7} \text{ C}$ 。它们间相距 $r = 1.5 \times 10^{-1} \text{ m}$ 。现在再引入第三个带正电的微粒，应该把它放在哪一点，才能处于平衡状态？

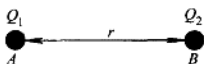


图 10-1

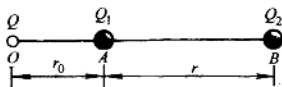


图 10-2

〔解〕 所引入的第三个带正电的微粒 Q 同时与 Q_1 和 Q_2 发生库仑力作用，欲使 Q 处于平衡状态，则 Q 所受 Q_1 、 Q_2 的库仑力应大小相等、方向相反，故 Q 必定在 Q_1 和 Q_2 的连线上。若 Q 处于 Q_1 与 Q_2 之间，则 Q 所受斥力与引力方

向相同,均指向 Q_2 ;若 Q 处于 Q_2 右侧,则 Q 所受引力总是大于斥力。这两种情况下, Q 受力都不能平衡,因此 Q 处于平衡状态的位置只可能在 Q_1 的左侧。

如图 10-2 所示,设 Q 置于 O 点, $OA = r_0$, 则 Q 受 Q_1 斥力和 Q_2 引力,大小分别为

$$F_1 = k \frac{QQ_1}{r_0^2} \quad F_2 = k \frac{QQ_2}{(r_0 + r)^2}$$

Q 处于平衡状态,有

$$F_1 = F_2$$

即

$$k \frac{QQ_1}{r_0^2} = k \frac{QQ_2}{(r_0 + r)^2}$$

解得

$$r_{01} = -3.75\text{cm (舍去)}$$

$$r_{02} = 7.5\text{cm}$$

应将 Q 放在 Q_1 的左侧 7.5cm 处。

习题 10-1

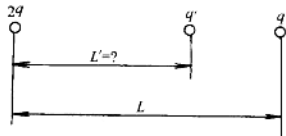
1. 有两个带异种电荷的小球 A 和 B , A 球带的电量是 $-1.0 \times 10^{-10}\text{C}$, B 球带的电量是 $5.0 \times 10^{-10}\text{C}$, 它们之间的距离是 5.0cm。求电荷 A 对电荷 B 的作用力的大小和方向。

2. 在真空中有两个带同种电荷的小球, 一个小球所带电量是另一个小球的 3 倍, 在它们相距 5.0cm 时, 引力为 $3.0 \times 10^{-5}\text{N}$ 。在它们相距 10cm 时, 引力是多少? 小球所带电量各是多少?

3. 真空中有两个点电荷 A 和 B , 它们之间静电力大小为 F 。若 A 的电量不变而将 B 的电量增大为原来的 3 倍, 且使它们之间距离也增为原来的 3 倍, 则静电力为多大?

4. 有两个完全相同的金属小球, 各带 $-9 \times 10^{-7}\text{C}$ 和 $5 \times 10^{-7}\text{C}$ 的电量, 接触一下, 再放在相距 10cm 处, 求它们之间的作用力。

5. 如图 10-1 所示, 两个正点电荷的电荷量分别为 $2q$ 和 q , 相距为 L , 第三个正点电荷 q' 应该放在什么位置才能使它受到的合力为零?



题图 10-1

第二节 电场 电场强度 电场线

电场 电荷间是怎样发生相互作用的呢? 19 世纪初由法拉第提出并经过人们长期实践证实, 在电荷周围存在着一种特殊的物质——**电场**。电荷之间的相互作用是通过电场发生的。静止电荷周围的电场叫做**静电场**。

电场具有两个重要的性质: 一是位于电场中的任何电荷, 都要受到电场力的作用。这表明**电场具有力的性质**。前面提到的静电力、库仑力都是电场力。二是

电荷在电场中移动时，电场力要对它做功。这表明电场具有能的性质。下面我们先研究电场的力的性质。

电场强度 为了便于研究电场的力的性质，把待研究的电场所对应的电荷称为场源电荷，在场源电荷的电场中引入一个带正电的点电荷，称之为检验电荷，检验电荷电量很小，其自身电场对场源电荷电场的影响可以不计。如图 10-3 所示，把检验电荷 q 先后放在场源电荷 $+Q$ 的电场中的 a 、 b 、 c 各点，它分别受到电场力 F_a 、 F_b 、 F_c 的作用。 F_a 、 F_b 、 F_c 的大小和方向各不相同，这表明电场中各点的力的性质是不同的。

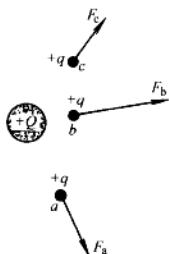


图 10-3 检验电荷在电场中各点受力不同

在电场中某一确定点 a ，改变检验电荷 q 的电量，使它等于 $2q$ ， $3q$ ， $\dots$ ，由库仑定律可知，检验电荷在该点所受的电场力的大小为 $2F_a$ ， $3F_a$ ， $\dots$ 。检验电荷所受的电场力与其带电量的比值关系为

$$\frac{F_a}{q} = \frac{2F_a}{2q} = \frac{3F_a}{3q} = \dots$$

这个比值是与检验电荷带电多少无关的恒量。在电场中其它确定点 b 和 c ，同样有

$$\frac{F_b}{q} = \frac{2F_b}{2q} = \frac{3F_b}{3q} = \dots$$

$$\frac{F_c}{q} = \frac{2F_c}{2q} = \frac{3F_c}{3q} = \dots$$

但在不同的点 b 、 c ，由于同一检验电荷所受的电场力不同，这个比值就不同。由此可见，比值 F/q 是场电荷电场各点的力的性质的反映。在比值大的点，检验电荷在该点受到的电场力大，表明该点的电场强；反之，表明电场弱。为了表示电场自身的这一性质，引入一个物理量——**电场强度**。

在电场中某点，检验电荷所受的电场力 F 与它的电量 q 的比值，叫做该点的电场强度。简称场强。场强用 E 来表示，即

$$E = \frac{F}{q} \quad (10-2)$$

电场强度是一个矢量。正电荷在电场中某点所受电场力的方向规定为该点的场强方向，如图 10-4 所示。式 (10-2) 是场强的定义式，可用于计算场强。

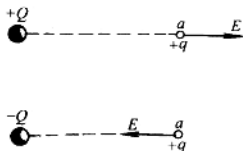


图 10-4 场强方向

在 SI 中, 场强的单位是牛顿/库仑 (N/C)。

点电荷的场强 在场源电荷 Q 为点电荷的电场中, 距离 Q 为 r 的某点, 放入检验电荷 q , 根据库仑定律, q 在该点所受的电场力 $F = k \frac{Qq}{r^2}$ 。根据电场强度的定义, 该点的场强为

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kQq/r^2}{q} = k \frac{Q}{r^2} \quad (10-3)$$

上式为点电荷电场的场强计算式。它表明: 在点电荷的电场中, 某点的场强与场源电荷的电量 Q 以及该点到场源电荷的距离 r 有关。用式 (10-3) 计算时, Q 可取绝对值, 求出 E 的大小, E 的方向按同种电荷相斥、异种电荷相吸另行确定。

如果有几个电荷同时存在, 那么, 它们的电场就会在空间共同存在, 互相叠加。在这种情况下, 空间某点的场强是合场强。我们应分别求出各电荷在该点的场强的大小和方向, 然后用矢量合成法则求得该点的合场强。

必须指出, 式 (10-2) 是电场强度的定义式, 在任何电场中, 都可以用此式来计算场强, 而式 (10-3) 是特定电场的场强计算式, 它只适用于场电荷 Q 为点电荷的电场。

不论何种电场, 如果知道了电场中某点的场强 E , 那么, 任意电荷 q 在该点所受的电场力可由式 (10-2) 得出

$$F = qE \quad (10-4)$$

因为上式中的场强 E 是已知的, 所以应用时 q 不再局限于检验电荷。

【例题 3】 在电量为 $Q = 2.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ 的点电荷电场中, 某点 a 距离 Q 10cm, 求: (1) a 点的电场强度; (2) $Q' = -4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的点电荷在 a 点所受的电场力。

【解】 (1) 根据点电荷的场强公式, a 点的电场强度为

$$E_a = k \frac{Q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2.0 \times 10^{-7}}{0.10^2} \text{ N/C} = 1.8 \times 10^5 \text{ N/C}$$

电场强度的方向如图 10-5 所示。

(2) Q' 在 a 点所受电场力为

$$F_a = Q' E_a = 1.8 \times 10^5 \times 4.0 \times 10^{-8} \text{ N} = 7.2$$

$\times 10^{-3} \text{ N}$, 方向如图 10-5 所示。

【例题 4】 如图 10-6 所示, 两点电荷相距 10cm, 它们所带的电量分别为 $5.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 和 $-5.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, 求两个点电荷连线中点的场强。

【解】 $E_{1a} = k \frac{Q_1}{r_{1a}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{5.0 \times 10^{-8}}{0.05^2} \text{ N/C} = 1.8 \times 10^5 \text{ N/C}$

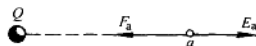


图 10-5

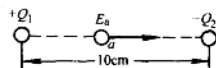


图 10-6

$$E_{2a} = k \frac{Q_2}{r_{2a}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{5.0 \times 10^{-8}}{0.05^2} \text{ N/C} = 1.8 \times 10^5 \text{ N/C}$$

因为 E_{1a} 和 E_{2a} 方向均向右, 并在一条直线上, 所以 a 点的合场强 E_a 方向向右, 其大小为

$$E_a = E_{1a} + E_{2a} = 1.8 \times 10^5 \times 2 \text{ N/C} = 3.6 \times 10^5 \text{ N/C}$$

电场线 研究电场, 最重要的是了解其各点场强的大小和方向。为此, 我们可以形象地在电场中画上一系列假想的曲线, 使这些曲线上每一点的切线方向都与该点的场强方向一致, 这些曲线就叫做**电场线**。图 10-7 为电场线示意图。借助电场线, 可以很方便地确定电场中每一点的场强方向。在图 10-7a 中, a 、 b 、 c 各点的场强方向以及 $+q$ 在 b 点的受力方向就是根据电场线得出的。至于场强的大小则可用与场强方向垂直的单位面积上所通过的电场线的疏密来表示。例如, 图 10-7b 所示的情况是 $E_a > E_b$ 。在每根电场线上标以箭头是为了表示电场线上各点场强方向的变化趋向, 它与表示场强方向的箭头含义不同。

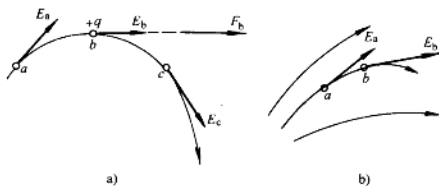


图 10-7 电场线与场强的关系

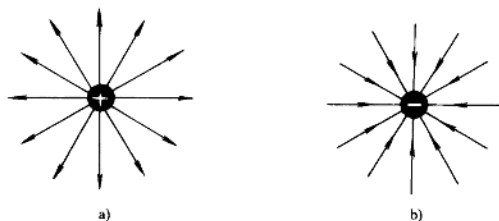


图 10-8 孤立点电荷电场的电场线

电场线的分布形态由实验得出。图 10-8 和图 10-9 表示了几种电场的电场线。

静电场的电场线总是起始于正电荷, 终止于负电荷, 是一些既不闭合也不相交的曲线(含直线)。其疏密程度反映静电场的强弱。

匀强电场 在电场的某一区域里, 如果各点电场强度的大小和方向都相同, 那么, 这个区域里的电场就称为**匀强电场**。匀强电场的电场线是一系列间隔均