



中等专业学校教学用书

电工原理

原编者：北京邮电学院中技部电工教研组

审校者：邮电院校电工原理教材选编组

人民邮电出版社

中等专业学校教学用书

电 工 原 理

原編者：北京邮电学院中技部电工教研組

审校者：邮电院校电工原理教材选編組

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书内容包括电工原理部分及电工测量部分(电机部分另有教材不包括在内), 系统叙述电工的基本原理, 着重讨论基本概念和基本计算方法。全书共分十章, 分别讲述静电力学、直流电路、电磁学、电磁感应、过渡现象、单相交流电、三相交流电、非正弦周期电流、带有铁心的交流电路及电工测量, 书末并附有习题。

本书是适用于邮电中等专业学校的教学用书。

电 工 原 理

原编者: 北京邮电学院中技部电工教研组

审校者: 邮电院校电工原理教材选编组

出版者: 人民邮电出版社
北京东四6条13号

(北京市书刊出版业营业许可出字第〇四八号)

印刷者: 北京新华印刷厂

发行者: 新华书店

开本 250×1168 1/32

印张 13 26/32 页码 442

印刷字数 370,000 字

1961年8月北京第一版

1961年8月北京第一次印刷

印数 1—6,150 册

统一书号: 15045·总1254—有255

定价: (9) 1.65元

前 言

本书是参照邮电部电信中等专业学校电工原理教学大纲，并以北京邮电学院前中技部的讲义为基础进行审编的。在编审中曾参考了苏联教本“理论电工学”及国内有关的电工学书籍，并吸取各邮电院校几年来积累的部分教学经验和教学改革成果。

本书叙述电工的基本原理，着重在基本概念和基本计算方法上的讨论。

书中内容包括电工原理部分和电工测量仪表共十章，电机部分已另编教材，未选入本书内。书末附有习题及思考题。

参加本书原稿编写的北京邮电学院前中技部电工教研组教师是：鲁嘉健、孙希纯、许炳燊、漆顺昌等同志。

本书审编工作是在西安邮电学院负责主持下，由邮电院校电工原理教材选编组进行的。选编组成员是：西安邮电学院教师鲁嘉健，石家庄邮电师范学院教师宗启良，北京市电信学校教师杜士选，江苏省邮电学校教师夏士鸿等同志。参加审校工作的还有西安邮电学院教师陈学堪、龙赞易、李松森、关崇煜、吴祥泰等同志。

参加本书绘图工作的有西安邮电学院制图教研组全体教师。

参加本书校对工作的还有北京邮电学院的一部分同学。

由于经验不足和编审时间短促等原因，本书内容难免有不够妥善，甚至错误之处。希望读者，特别是使用本书的教师和同学积极提出批评和改进意见，以便今后修订提高。

1961年5月

目 录

前言

第一章 静电学	1
§ 1-1 库仑定律	1
§ 1-2 电场强度	5
§ 1-3 奥-高定理及其应用	12
§ 1-4 电位	19
§ 1-5 静电场中的导体和电介质	26
§ 1-6 电容器及其电容	32
第二章 直流电路	47
§ 2-1 电路、电势和电流	47
§ 2-2 欧姆定律和电阻	51
§ 2-3 电功和电功率	60
§ 2-4 电阻的联接	65
§ 2-5 外电路取得最大功率的条件	79
§ 2-6 具有几个电势的电路	81
§ 2-7 电位图	86
§ 2-8 基尔霍夫定律及其应用	87
§ 2-9 网孔法 (回路电流法)	94
§ 2-10 节点电压法	98
§ 2-11 重迭原理 (迭加原理)	103
§ 2-12 戴维南定理 (等效发电机原理)	104
§ 2-13 非线性电路	111
第三章 电磁学	117
§ 3-1 电流的磁场	117
§ 3-2 比奥-沙瓦定律及其应用	126
§ 3-3 磁场强度, 全电流定律及其应用	131

§ 3-4 电磁力所作的功	142
§ 3-5 铁磁性材料的磁化, 磁滞循环	147
§ 3-6 磁路及其计算	152
第四章 电磁感应	158
§ 4-1 感应电势	158
§ 4-2 自感和互感	177
§ 4-3 磁场能量	190
第五章 过渡现象	195
§ 5-1 电阻电感串联电路的过渡过程	195
§ 5-2 电阻电容串联电路的过渡过程	199
§ 5-3 电容器对电感的放电 (振荡回路)	203
第六章 单相交流电	207
§ 6-1 交流电的基本概念	207
§ 6-2 交流电的平均值和有效值	217
§ 6-3 电阻、电感; 电阻、电容串联的电路	221
§ 6-4 符号法	249
§ 6-5 电阻、电感、电容串联电路	261
§ 6-6 电压谐振	271
§ 6-7 并联交流电路	277
§ 6-8 电流谐振 (并联谐振)	292
§ 6-9 阻抗混联电路、复杂电路	300
§ 6-10 负载接受最大功率的条件	304
第七章 三相交流电	306
§ 7-1 三相制的基本概念	306
§ 7-2 三相发电机绕组的接法	309
§ 7-3 三相负载的接法	313
§ 7-4 三相电流的功率	321
§ 7-5 负载的星形接法和三角形接法的互换	323
第八章 非正弦周期电流	326
§ 8-1 非正弦周期电流的产生及其表示法	326
§ 8-2 非正弦电流的有效值和功率	334

§ 8-3	在非正弦电势作用下线性串联电路中电流的计算	337
§ 8-4	元件对非正弦波形的影响	343
§ 8-5	非正弦波的谐振现象	343
第九章	带有铁心的交流电路	344
§ 9-1	在交流电路中的铁心线圈	344
§ 9-2	单相变压器	351
§ 9-3	自耦变压器	362
§ 9-4	变压器的设计	364
第十章	电工测量	367
§ 10-1	概述	367
§ 10-2	磁电式仪表	371
§ 10-3	电磁式仪表	375
§ 10-4	电动式仪表	376
§ 10-5	感应式仪表	378
§ 10-6	热电式仪表	380
§ 10-7	整流式仪表	381
§ 10-8	磁的测量	383
§ 10-9	复用电表	385
附录	习题及思考题	393

第一章 靜 电 学

§1—1. 庫 仑 定 律

(一) 物质結構

一般物质都具有原子式的結構。物质是由其最小的顆粒——分子組成，分子具有該物质的基本特性，分子是由性质相同的或不同的原子組成。例如，一个水分子是由两个氢原子和一个氧原子組成的，但無論是氧原子或是氢原子都与水的特性是截然不同的。原子是由原子核和沿一定軌道圍繞核心旋轉的电子組成，原子核是由质子和中子所組成的。

电子带負电，质子带正电，电量相等，中子不带电（原子核带正电）。质子和中子都比电子重 1840 倍。在正常情况下，电子的数目和质子的数目相等，因而一般原子是中性的。由于某种原因，原子失去了一个或几个电子，此时原子就带正电称“正离子”；反之，它若获得了一个或几个电子就带負电。

最简单的氢原子，它仅由一个电子圍繞一个质子而成（无中子），又如氦原子是由两个质子两个中子和两个电子所組成见图(1—1)。

根据实验的数据，原子的直徑大約是 2×10^{-10} 米到 3×10^{-10} 米，电子的直徑大約是 4×10^{-16} 米，前者比后者大五万多倍，原子核的直徑大約是 10^{-14} 米，也比原子小很多倍，所以电子是非常小的。电子的电量为 $e_0 = 1.6 \times 10^{-19}$ 庫仑（以后簡写为庫），电子的质量为 $m_0 = 9.107 \times 10^{-31}$ 公斤。

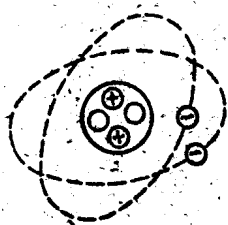


图 (1—1)

(二) 导体和电介质

实验证明，一切物体根据电的性质可分为三类：一类是导电性很强的物体称为“导体”；一类是基本上不导电的物体称为“电介

质”或“絕緣体”；还有一类是导电性介于导体与电介质之間的物体，称为“半导体”。下面就分別加以說明：

(1) 导体：这类物体具有极多带电质点（指自由电子或正負离子），它們在外电場作用下能进行有秩序的运动，所以称为“导体”。导体又可分为第一类导体和第二类导体两种：

第一类导体：其特性是电荷在这类导体內移动并不发生导体的化学性质的变化，也沒有任何显著的质量迁移，金屬属于这一类。金屬的原子很紧密地有秩序地排列成結晶的格子，簡称晶格，其原子核和內层軌道的电子結合較紧密，組成正离子位于結晶点陣的結点；形成金屬的骨架。如图(1-2)所示，为氯化鈉的結晶格子的模型。而其外层軌道的电子由于离原子核較远和原子核結合較松，它們可以在金屬原子（晶格）間自由移动，这种电子称自由电子。金屬所以能够导电主要是依靠自由电子。由于所有电子都相同，而且电子的质量比原子核小很多，所以电子移动时，并不引起任何化学性质的变化，也沒有显著的质量迁移。

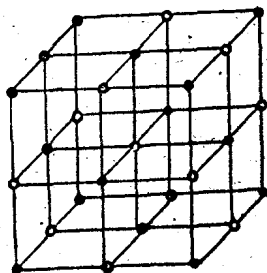


图 (1-2)

第二类导体：其特性是电荷在移动的过程中，伴随着化学变化，并且有质量的迁移。溶解了的盐、碱、酸的溶液都属于这一类，在这一类导体中无自由电子，但是有带正負电的原子或原子集团（缺少电子的原子带正电，多余电子的原子带負电），称为正、負离子，第二类导体其所以导电就依靠正、負离子，因为各种离子的化学成份和质量都不同，所以移动时就伴随着化学性质的变化，并有显著的质量的迁移。

(2) 电介质（絕緣体）：电介质的分子中只具有极少数的自由电子。而在原子內电子軌道上的其它电子都和原子核結合得非常紧密，以致很难脱离原子。因此电介质不能导电或很难于导电，如果电介质的某一部份由于外界作用获得了电子，电介质只能局部的带

了負电。如果电介质的某一部分，由于外界作用失去了电子，則电介质的其它部分的电子也不能傳到这里补充，这样电介质局部地帶了正电。

从以上导体和电介质的特点来看，它們的不同只是原子构造的不同，即自由电子的多少不同，所以不能把它們极严格的分开。

(3) 半导体：有許多物质的导电性能介于导体和絕緣体之間，这种物体称为半导体。如：硅、锗、硒，等元素和各种各样的化合物（氧化物和硫化物）。其中，有的半导体其电阻随温度有急剧变化的特性，有的半导体有吸收光能而放出电子的特性等。利用半导体的这些特性，可以制成整流器、电子管、光电池、温差发电器等很多设备。半导体的理論和应用，現在正处在迅速发展的阶段。

(三) 庫侖定律和介电系数

(1) 庫侖定律：庫侖定律是根据反复实验結果总结出的两个点电荷之間相互作用的基本規律。

所謂点电荷即是体积为无限小的带电体，或带电体的体积小到大可以认为电荷集中于一点上。也或者說当带电体的体积与它到观察点之間的距离相比是非常小时，即可称为点电荷。因此点电荷的大小是一个相对的概念，例如要測量两个象恒星一样大的带电体間的电作用力，那么不管它們如恒星大的巨大体积，我們仍可以认为它們是两个点电荷，因为和它們的距离相比它們的体积是小到可以忽略的。反之，两半徑为 0.1 厘米的带电小球相距为 0.2 厘米时，就不能认为它們是点电荷了。

根据庫侖实验的結果，在真空中：两个点电荷的相互作用力和这两电荷 Q_1 、 Q_2 的大小乘积成正比，和它們間的距离 r 的平方成反比，而力的方向是在两个电荷的連綫上；当两点电荷为同性时，互相排斥，反之若两电荷異性时，

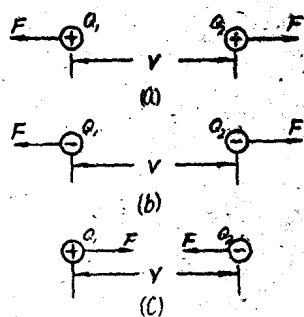


图 (1-3)

則互相吸引，如图 (1-3)。

这定律用公式来表示即： $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ (1-1)

式中 K 为比例常数，依所选择的单位有所不同，在静电单位制中 (CGSE 制)，当两点电荷的电荷量各为一个静电单位， r 为一厘米，则作用力为一达因，由公式 (1-1) 可知

$$K = 1 \frac{\text{达因厘米}^2}{\text{静电单位}^2}$$

在电工中常用实用单位制即米、千克、秒、安制 (MKSA 制) 则

$$K = \frac{10^{-5} \text{牛} \times 10^{-4} \text{米}^2}{\left(\frac{1}{3 \times 10^9}\right)^2 \text{库}^2} = 9 \times 10^9 \frac{\text{牛米}^2}{\text{库}^2}$$

在合理化实用单位制中，为了得到便于计算的公式，在真空中令

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

则库仑定律公式可写成

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (1-2)$$

(2) 介电系数：公式 (1-2) 中的 ϵ_0 是表示受媒介质影响的量，称真空中的介电系数，其数值是：

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi K} = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9} = \frac{1}{36\pi \times 10^9}$$

$$\begin{aligned} \text{其单位是 } [\epsilon_0] &= \frac{\text{库}^2}{\text{牛} \times \text{米}^2} = \frac{\text{库}}{\frac{\text{牛} \times \text{米}}{\text{库}} \times \text{米}} = \frac{\text{库}}{\text{焦} \times \text{米}} \\ &= \frac{\text{库}}{\text{伏} \times \text{米}} = \frac{\text{法}}{\text{米}} \end{aligned}$$

在相同的情况下不同的媒介质对电荷间作用力的影响不同，任一介质的介电系数用 ϵ 表示，其值均大于真空中的介电系数 ϵ_0 。为了便于比较，常采用任何媒介质的介电系数 ϵ 和真空中的介电系数 ϵ_0 相比的比值，这个比值用 ϵ_r 表示，称相对介电系数，即：

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad (1-3)$$

相对介电系数是一个不名数。由公式 (1-3) 中可知在真空中 $\epsilon_r = 1$ 。而其他媒介质的相对介电系数均大于 1。表 1-1 列出常用媒介质的相对介电系数。

常用介质的相对介电系数

表 1-1

物 质	相 对 介 电 系 数 ϵ_r	物 质	相 对 介 电 系 数 ϵ_r
橡 皮	4.3	橡 皮	2.7
蒸 餾 水	80	云 母	6~7.5
空 气	1.00	玻 璃	5.5~8
矿 物 油	2.2	瓷 瓦	5.8
大 理 石	8.3	青 石	6.7
人 造 云 母	5.2		

因此，庫侖定律的普遍式：

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon r^2} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2} \quad (1-4)$$

例【1-1】有两个正点电荷位于矿物油中，其电荷量 $Q_1 = 2 \times 10^{-8}$ 庫， $Q_2 = 4.5 \times 10^{-7}$ 庫，若已知其距离为 9 厘米，求两点电荷的相互作用力。

解：由公式 (1-4)

$$F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2} = \frac{2 \times 10^{-8} \times 4.5 \times 10^{-7}}{\frac{1}{9 \times 10^9} \cdot 2.2 (0.09)^2} = \frac{81 \times 10^{-15}}{2.2 \times 9 \times 10^{-9}}$$

$$= 0.455 \text{ 牛}$$

§1-2. 电 場 强 度

(一) 电 場 的 概 念

把一个通草球挂在絲綫上，使通草球带正电（或負电），再使一个金屬球也带上同样性质的电。当把通草球靠近金屬球时，就会发现通草球受到排斥，这表明它們之間有相互作用的力存在。这种力

的产生是由于在带电体的周围存在着一种物质，由于这种物质的直接作用，使带电体相互间感受到力。但这种物质不是以分子和原子形式构成，而是物质的一种特殊形态。我们称之为电场。

从以上实验可以推论出电场有以下两个基本特性：

- (1) 电场对处在电场中的电荷有力的作用；
- (2) 电场可以移动处在电场中的电荷而做功，也就是说电场中蕴藏着能量。

(二) 电场强度

当把一个小的带电质点（称实验电荷）放在电场中的不同点上，发现它所受的力的大小和方向不同，而且荷电量不同的实验电荷在电场的同一点上所受的力也不同。但是单位电荷所受的力却是一个固定值。因此，电场强度定义为：正实验电荷 q_0 在电场中任一点所受的电场力 F 和 q_0 的比值，用 E 表示。

$$E = \frac{F}{q_0} \quad (1-5)$$

它是一个矢量，方向和正电荷受力的方向一致。定义中其所以采用单位正实验电荷，是由于：

(1) 实验电荷是一个非常小的点电荷，小到把它放入电场中时，不会影响原来电场的分布，否则，若把一个带电体携进电场中就会影响原来电场的分布，不可能正确地研究原来的电场。

(2) 如果电场对正实验电荷是排斥，则对负实验电荷就会是吸引，为了使电场中任一点电场强度有固定方向，习惯上规定取正电荷为实验电荷。

(3) 实验电荷在电场中某点受力的大小除了和电场有关（带电体带电的多少，相距的位置，介质）以外，还和实验电荷的大小成正比。为了使电场内给定点上的场强具有一定的数值，不随实验电荷的大小而变，以便正确地研究电场，需要采用单位实验电荷。

电场强度的单位从公式 (1-5) 中知

$$[E]_{(1)} = \frac{[F]}{[q]} = \frac{\text{牛}}{\text{库}} = \frac{\text{焦}}{\text{米} \times \text{库}} = \frac{\text{伏}}{\text{米}}$$

(三) 点电荷电场中任一点电场强度的计算

若带电体为一点电荷则在它的电场中任一点的场强，可以通过库仑定律加以计算。

下面求图 (1-4) 正电荷 Q 的电场中 A 点的场强 (设位于真空中)

$$E_A = \frac{F_A}{q} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r_{AQ}^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_A^2} \quad (1-6)$$

由于点电荷为正，其方向如图所示。

而图 (1-5) 中点电荷为负， B 点的场强

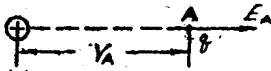


图 (1-4)

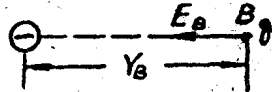


图 (1-5)

$$E_B = \frac{F_B}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_B^2}$$

其方向如图 (1-5) 所示，电场强度是一个矢量，通过公式计算出的只是其数值，而其方向应在图中确定。另外在计算过程中还应注意单位必须统一。当电量用库，距离用米，介电系数用法/米时，场强单位才是伏/米。否则，应首先将单位换成统一的 MKSA 制后，再进行计算。应注意公式 (1-6) 只适用于点电荷场强的计算。

(四) 复合电场

几个带电体所形成的合成电场称复合电场。图 (1-6) 为几个点电荷的

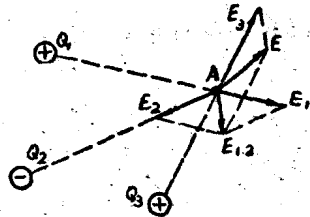


图 (1-6)

复合电场，设求 A 点的场强，则由静力学知道在图中 A 点所受的合力等于各分力的矢量和，即：

(1)：此处 [] 表示公式中各物理量的因次。

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

用公式 (1—5) 的关系代入上式得 $\vec{E}q = (\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3)q$, 所以

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 \quad (1-7)$$

即: 几个点电荷所形成的复合电场中, 某点的合成场强等于每个点电荷在该点场强的矢量和。

例【1—2】 在空气中有两个点电荷 $Q_1 = 4 \times 10^{-11}$ 庫和 $Q_2 = 6 \times 10^{-11}$ 庫, 这两电荷相距 10 厘米, 試求 D 点的电场强度, 假若垂綫 DB 平分直綫 AC , 同时

$$AB = BC = DB$$

如图 (1—7)。

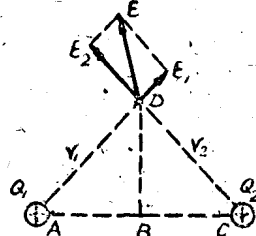


图 (1—7)

解: 先求出 D 点与电荷 Q_1 间的距离: $r_1 = \sqrt{(AB)^2 + (DB)^2} = \sqrt{5^2 + 5^2} = \sqrt{2} \times 5$ 厘米, 而 D 点与 Q_2 间的距离 $r_1 = r_2 = \sqrt{2} \times 5$ 厘米,

由 Q_1 在 D 点产生的电场强度:

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{Q_1}{4\pi r_1^2 \epsilon_0} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{4 \times 10^{-11}}{\left(\frac{\sqrt{2} \times 5}{100}\right)^2} \\ &= \frac{36 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-4}} = 72 \text{ 伏/米} \end{aligned}$$

因 $Q_2 = 1.5Q_1$ 而且 $r_1 = r_2$, 所以 Q_2 在 D 点所产生的场强

$$E_2 = 1.5E_1 = 1.5 \times 72 = 108 \text{ 伏/米}$$

$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ 而已知 $\vec{E}_1 \perp \vec{E}_2$ 所以可用勾股定理计算总场强

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{72^2 + 108^2} = 130 \text{ 伏/米}$$

其方向如图所示。

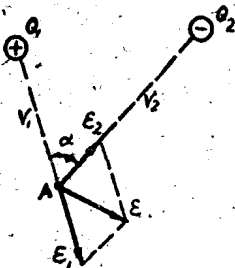


图 (1—8)

例【1—3】 已知两点电荷的位置如图 (1—8) 所示, 求这两个点电荷在真空中一点 A 上所形成的电场强度。設該点至正电荷 Q_1 的距离 $r_1 = 10$ 厘米, 至負电荷 Q_2 的距

离則是： $r_2 = 15$ 厘米，又設 $Q_1 = 2.75 \times 10^{-6}$ 庫， $Q_2 = -5 \times 10^{-6}$ 庫，而 r_1 、 r_2 間的夾角 $\alpha = 60^\circ$

$$\text{解： } E_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{2.75 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 2.5 \times 10^6 \text{ 伏/米}$$

$$E_2 = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{5 \times 10^{-6}}{(0.15)^2} = 2 \times 10^6 \text{ 伏/米}$$

所以： $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2\cos\alpha} = 2.3 \times 10^6 \text{ 伏/米}$

例【1-4】 三个点电荷位于正方形的三个頂点上如图 (1-9) 已知 $Q_1 = Q_2 = 25 \times 10^{-9}$ 庫， $Q_3 = -50 \times 10^{-9}$ 庫，三点电荷位于空气中；求 O 点的電場強度。

$$\text{解： } E_1 = E_2 = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{25 \times 10^{-9}}{25} = 9 \text{ 伏/米}$$

$$E_{12} = 2E_1 \cos 45^\circ = 9\sqrt{2} = 12.7 \text{ 伏/米}$$

$$E_3 = 9 \times 10^9 \frac{50 \times 10^{-9}}{(5\sqrt{2})^2} = 9 \text{ 伏/米}$$

$$\bar{E} = \bar{E}_{12} + \bar{E}_3 = 12.7 - 9 = 3.7 \text{ 伏/米}$$

方向与 \bar{E}_{12} 同向，见图 (1-9)。

綜合以上情况，做题时可注意以下几点：

(1) 当計算两点电荷的合成場强时：

1. 所求 A 点，若位于两点电荷的連綫上，則合成場强为 \bar{E}_1 与 \bar{E}_2 的代数和。

2. 当 \bar{E}_1 与 \bar{E}_2 相垂直时，則根据勾股弦定理进行計算。

3. 当 $E_1 \neq E_2$ 且夾角不成 90° 时，則应用余弦定理計算。

(2) 若有两个以上的点电荷合成时，則可以选择两个計算方便的点电荷先合成，然后再与其它的場强矢量逐个合成。

(五) 电力綫

(1) 概念：电力綫是在電場中画出的一种几何曲綫，曲綫上任

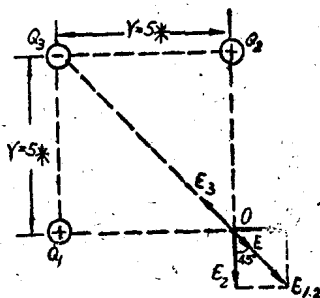
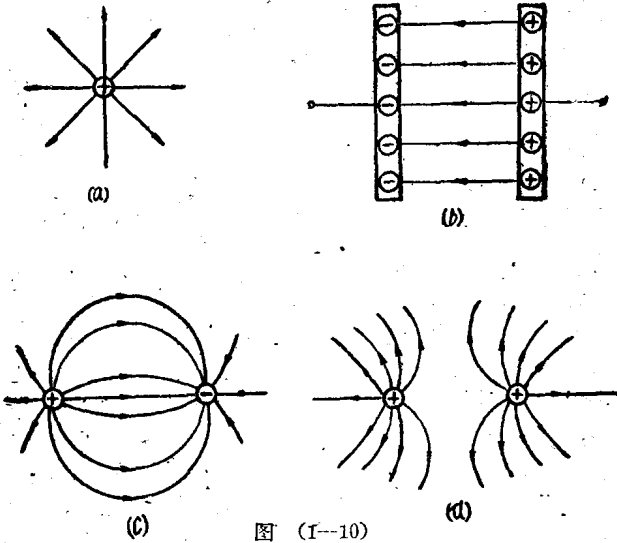


图 (1-9)

一点的切线方向都和那一点电场的方向相重合。

(2) 电力线图形：图(1—10)为电场的电力线图形。



图(1—10)

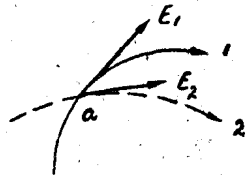
(3) 电力线的意义：用电力线可以表示出：

1. 电场的分布情况是否均匀。
2. 电场强弱。电力线越密处，场强越强，反之越弱。
3. 电场的方向。

(4) 特性：

1. 电力线是假想的线，它只是用来帮助我们了解电场的分布。
2. 在静电场中，电力线总是起始于正电荷，而终止于负电荷。

3. 两条电力线永远不能相交，因为电力线上任一点只能代表电场的唯一的方向，如果两条电力线相交，那么在交点处，如图(1—11)中A点，就存在两条切线，表示电场有两个方向，这是与事实不相符合的。



图(1—11)