



高等职业教育
基础类课程规划教材

新编实用物理 II

GAODENG ZHIYE JIAOYU
JICHULEI KECHENG GUIHUA JIAOCAI

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主编 田丽珍 主审 刘胜友

大连理工大学出版社



高等职业教育基础类课程规划教材

新编实用物理 II

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主 编 田丽珍 副主编 郭少英 安雪晶



XINBIAN SHIYONG WULI II

大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

© 大连理工大学出版社 2005

图书在版编目(CIP)数据

新编实用物理Ⅱ / 田丽珍主编. — 大连: 大连理工大学出版社, 2005.6
高等职业教育基础类课程规划教材
ISBN 7-5611-2894-0

I. 新… II. 田… III. 物理学—高等学校:技术学校—教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 065221 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市凌水河 邮政编码:116024

电话:0411-84708842 传真:0411-84701466 邮购:0411-84707961

E-mail: dulp@dulp.cn URL: <http://www.dulp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:10.25 字数:221千字

印数:1~6000

2005年6月第1版

2005年6月第1次印刷

责任编辑:赵 部

责任校对:徐晓亮

封面设计:波 朗

定 价:15.00元

新世纪高等职业教育教材编委会教材建设 指导委员会

主任委员:

曹勇安 黑龙江东亚学团董事长 齐齐哈尔职业学院院长 教授

副主任委员(以姓氏笔画为序):

马必学	武汉职业技术学院院长	教授
王大任	辽阳职业技术学院院长	教授
冯伟国	上海商业职业技术学院副院长	教授 博士
刘兰明	邯郸职业技术学院副院长	教授 博士
刘长声	天津对外经济贸易职业学院副院长	副教授
李竹林	河北建材职业技术学院院长	教授
李长禄	黑龙江工商职业技术学院副院长	副研究员
陈 礼	广东顺德职业技术学院副院长	教授
金长义	广西工业职业技术学院院长	副教授
赵居礼	陕西工业职业技术学院副院长	副教授
徐晓平	盘锦职业技术学院院长	教授
高树德	吉林交通职业技术学院副院长	教授
戴裕崑	天津轻工业职业技术学院副院长	副研究员 博士

秘书长:

杨建才 沈阳师范大学职业技术学院院长

副秘书长(以姓氏笔画为序):

张和平 江汉大学高等职业技术学院院长
张化疆 黑龙江生态工程职业学院副院长
周 强 齐齐哈尔大学应用技术学院院长

秘书组成员(以姓氏笔画为序):

卜 军 上海商业职业技术学院
王澄宇 大庆职业学院
栗景妆 广西国际商务职业技术学院
鲁 捷 沈阳师范大学职业技术学院
谢振江 黑龙江省司法警官职业学院

会员单位:(略)

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高等教育全面转轨,以高等职业教育为主的各种形式的应用型人才培养的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,迫人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的应用型人才培养的高等职业教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育的目的问题。

众所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到置疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走理论型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,高等职业教育从专科层次起步,进而高职本科教育、高职硕士教育、高职博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高职教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)理论型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚韧不拔的努力。新世纪高等职业教育教材编审委员会就是由全国 100 余所高职院校和出版单位组成的旨在以推动高职教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职教材的特色建设为己任,始终会从高职教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的组织形式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职教学成果,探索高职教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本职特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高等职业教育教材编审委员会在推进高职教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高等职业教育教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

《新编实用物理 II》是新世纪高职教材编委会组编的基础类课程规划教材之一。

本套教材是编者通过总结多年教学实践,并吸取国内外同类教材的优点,同时考虑高等职业教育的培养目标编写而成。与同类教材相比,本套教材力求突出如下特点:

1. 注重实用性。在内容的选取上,本套教材增加了“流体力学”、“热量的传递”、“声波的传输”和“光度学”等较容易理解而又实用的内容,删掉了“相对论力学”、“量子力学”等对高职学生来说难于理解且用途不大的内容。

2. 模块式知识体系的构建顺应了高职教育的需要。在知识体系的构建上,本套教材采用了模块式结构。《新编实用物理 II》分为电磁学和波动学两大模块,每个大模块中又分为几章作为大模块中的子模块,每个子模块(每章)中又分为基本概念模块、基本规律模块和实际应用模块三个部分,从而为不同专业的学生选学不同的内容提供了方便。

3. 淡化理论,注重内容的简洁性。本套教材在编写的过程中,力求体现内容的简洁性,省略或简化了不必要的推导,直接给出了概念或规律,重在强调概念和规律的实际应用,从而使学生在系统掌握物理知识的同时,还了解它在工程技术中的一些实际应用。

4. 突出新颖性。本套教材不仅在每一章的实际应用部分介绍了与该部分物理知识有关的实用技术的典型应用实例,而且还增设了几个“物理学与高新技术”方面的专题,从而体现了物理知识在科技发展和人类进步中所起的巨大作用,同时还使读者对物理学的重要性有足够的认识,激发他们的学习兴趣和热情。

本套教材分为 I、II 两个分册:I 分册包括力学基础及应用、热学基础及应用;II 分册包括电磁学基础及应用、波动学基础及应用。高职院校各专业可根据自己的实际情况选择不同的分册。

《新编实用物理 II》由辽阳职业技术学院田丽珍任主编,邯郸职业技术学院郭少英、辽宁机电职业技术学院安雪晶任副主编。具体编写分工如下:田丽珍编写第 1~3 章、第 6 章、物理学与高

新技术(一)、(三)、(四)以及附录;郭少英编写第5章和第7章;安雪晶编写第4章和物理学与高新技术(二)、(五)。湖南生物机电职业技术学院刘胜友老师审阅了全部书稿并提出了很多宝贵的意见,在此谨致谢忱。

尽管我们在《新编实用物理 II》教材的特色建设方面作出了很多努力,但由于编者能力和水平所限,不当之处仍在所难免,恳请各相关教学单位和读者在使用本教材的过程中给予关注,并将意见和建议及时反馈给我们,以便下次修订时改进。

所有意见和建议请发往:gzjckfb@163.com

联系电话:0411-84707604 13352244668

编 者

2005年6月



第一篇 电磁学基础及应用

第1章 静电场	3
1.1 静电场的基本概念	3
1.2 静电场的基本规律	8
1.3 静电场中导体和电介质的静电特性及应用	18
1.4 静电技术的应用	25
思考与练习一	26
第2章 稳恒电流的磁场	29
2.1 稳恒磁场的基本概念	29
2.2 稳恒磁场的基本规律	31
2.3 磁介质的磁化特性及其规律	45
2.4 磁场效应与实用技术	50
思考与练习二	51
物理学与高新技术(一)	55
第3章 电磁感应	57
3.1 电磁感应的基本概念	57
3.2 电磁感应的基本规律	58
3.3 电磁感应与实用技术	66
思考与练习三	72
物理学与高新技术(二)	74
第4章 电磁场与电磁波	77
4.1 电磁场的两个基本假设	77
4.2 麦克斯韦的电磁场理论	79
4.3 电磁波及其应用	80
思考与练习四	87
物理学与高新技术(三)	87

第二篇 波动学基础及应用

第5章 声波基础	93
5.1 描述波动的基本物理量	93
5.2 波动的基本规律	97
5.3 声波的应用	101

思考与练习五	105
第 6 章 光波基础	107
6.1 光的基本概念	107
6.2 光的基本现象及规律	109
6.3 光在生产和科学技术中的实际应用	125
思考与练习六	130
物理学与高新技术(四)	133
第 7 章 光度学基础	135
7.1 光度学的基本物理量	135
7.2 光度学的基本规律	138
7.3 光度学现象及应用	141
思考与练习七	145
物理学与高新技术(五)	145
附录	
附录 I SI 中 7 个基本量基本单位的定义	148
附录 II 常用物理常数表	149
习题答案	150

第一篇

电磁学基础及应用

电磁学是经典物理学的重要组成部分,它是研究电磁场的基本性质、运动规律以及电磁场与带电粒子之间相互作用规律的一门学科。电磁运动是物质的一种基本的普遍的运动形式,电磁相互作用是自然界中四大相互作用之一。从电荷(包括运动电荷)或电流产生电场和磁场、电场和磁场对电荷或电流产生作用、电场和磁场之间的相互作用以及电磁场对物质作用所引起的各种效应等,无一不是电磁学所研究的内容。电磁现象和机械现象一样广泛地存在于自然界。特别是在现代社会中,不论是日常生活、生产活动,还是各种高新技术的开发和利用,电磁学都在其中起着非常重要的作用。事实证明,在人类社会中,现代化的程度越高,电磁学的应用范围越广。因此,高职院校的大学生学好电磁学的基本理论并了解其实际应用意义十分必要。

本篇我们对电磁学的研究,主要是运用类比的方法来研究电磁场的性质和规律。其基本内容包括:(1)静电场;(2)稳恒电流的磁场;(3)电磁感应;(4)电磁场与电磁波。学习本篇不仅能使我们完整地掌握电磁场的基本理论知识,而且还可以使我们获得科学方法论上的教益。

第1章 静电场

本章导读

相对于观察者静止的电荷所激发的电场叫做静电场。静电技术在日常生活、生产、电工电子技术乃至高新技术中都有着广泛的应用,掌握好本章内容并了解其有关应用十分必要。本章讲解静电场的基本概念和基本规律,并在此基础上介绍静电技术的一些重要应用。通过本章的学习,学生不仅能掌握静电场的重要理论和实际应用,同时还能真切地感受到自然科学在促进人类进步和科技发展方面所起到的重要作用。

基本要求

1. 正确理解电场强度、电势等概念的内容及其物理意义;
2. 正确理解库仑定律、电荷守恒定律,静电场中的高斯定理、环路定理的内容和物理意义,并熟练掌握用静电场的高斯定理计算电场强度的方法;
3. 知道静电场中的导体和电介质的基本性质及其在工程技术中的实际应用,并了解静电场在科学技术中的重要应用。

静电场主要研究相对于观察者静止的电荷所产生的电场的基本性质和规律,以及静电场与导体、电介质的相互作用、相互影响等。本章主要从电荷在电场中受力和电场力对电荷做功两个方面介绍如下知识:(1)静电场的基本概念(如电场强度、电势等);(2)静电场的基本规律(如高斯定理和环路定理等);(3)静电场在导体和电介质中所表现出来的静电特性(如尖端放电、静电屏蔽等),同时,对于电工和电子设备中的基本元件之一——电容器,本章也着重介绍其基本特性、类型及其作用;(4)静电技术的实际应用。

1.1 静电场的基本概念

为了描述静电场的基本规律,在这一节中我们首先给出电荷与电量的概念,然后重点介绍电场、电场强度、电通量、电势、电势差以及电势能等基本概念。

1.1.1 电荷与电量

1. 电荷

人们对电的认识最早来自摩擦起电。许多物体经摩擦后都具有吸引轻小物体的能力,这时我们就说它带了电(或带了电荷),带有电荷的物体叫做带电体。实验指出,自然界只存在正负两种电荷:用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷叫做正电荷;用毛皮摩擦过的硬橡胶棒所带的电荷叫做负电荷。电荷之间存在着相互作用力:同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引。

2. 点电荷

电荷最基本的性质是与其他电荷的相互作用。实验发现,在研究任意两个带电体之间的相互作用力时,力的大小和方向与带电体的几何形状、电荷的种类、电量的多少、电荷的分布及相对位置等许多因素有关,非常复杂。但是当两个带电体相距足够远,以致带电体本身的线度比起两者间的距离来可以忽略不计时,我们可以把带电体当作一个带电的“几何点”。这时,带电体的形状、大小和电荷分布等因素已无关紧要,而两者间的距离就有了完全确定的意义,从而使问题的研究大为简化。这种把带电体抽象为一个带电的“几何点”的理想化模型叫做点电荷。

3. 电量

物体所带电荷数量的多少,称为电量。电量有正电量(带正电荷的电量)和负电量(带负电荷的电量)。正负电荷完全抵消的状态叫做中和。任何不带电的物体并不意味着其中没有电荷,而是其中具有等量异号的电荷,从而使整体处于中和状态,因而对外不显电性。实验证明,自然界中任何带电体或其他微观粒子的电荷都只能是某一基本电荷的整数倍,即物体所带电荷是不连续的,这称为电荷的量子化。该基本电荷的电量与一个电子所带电荷电量的绝对值相同,记作 e 。在国际单位制中,电量的单位是库仑,符号是 C。根据 1986 年发布的数据 $e = 1.60217733 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

■ 1.1.2 电场与电场强度

1. 电场

关于电荷和电荷之间的相互作用是怎样进行的,历史上有两种观点:一种认为两个电荷之间的相互作用是所谓的超距作用,即这种作用的传递既不需要介质也不需要时间;另一种观点则认为两个电荷之间的相互作用是通过场来传递的。从法拉第开始到麦克斯韦,许多科学家经过深入的实践研究证明,通过场传递相互作用的观点是正确的。场的概念现在已成为近代物理学中最重要的基本概念之一。

根据场的观点,任何电荷都将在自己的周围空间激发电场。电场有两个基本属性:一个是力的属性,一个是能的属性。所谓力的属性,就是电场会对处于其中的任何电荷产生力的作用,这种力称为电场力(也叫静电力)。两个电荷之间的电场力实际上是一个电荷所产生的电场作用在另一个电荷上的电场力。具体如图 1-1 所示。

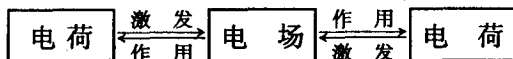


图 1-1 电场及电场力

电场是一种特殊的物质,它和实物粒子一样,具有质量、能量和动量,所不同的是它不是由分子、原子所组成。相对于观察者静止的电荷所激发的电场叫做静电场。

2. 电场强度矢量

电场强度的概念是为了从力的方面研究静电场在空间的分布规律而引入的。电场中各点处场的特性,可利用试探电荷进行研究。试探电荷应满足两个条件:(1)试探电荷所带的电量 q_0 必须很小,使得它被引入被测电场中时,在实验精度的范围内,不会影响原有电场的分布;(2)它的线度很小,可以视为点电荷。这样,我们说点电荷位于电场中某点才有意义。

研究表明,把试探电荷放在电场中任一给定点(称为场点)处,改变试探电荷所带电荷 q_0 的量值,各试探电荷所受电场力 F 的大小将与电荷量成正比的改变,力的方向不变。即对给定的场点,比值 F/q_0 具有确定的大小和方向。但是,在不同的场点比值 F/q_0 的大小和方向一般不同。这说明比值 F/q_0 只与试探电荷所在场点的位置有关,而与试探电荷的电量无关,即比值 F/q_0 只是场点位置的函数。这一函数,从力的方面反映了电场本身所具有的客观性质。因此,我们将比值 F/q_0 定义为电场强度,简称场强,用 E 表示。

$$E = F/q_0 \quad (1.1)$$

场强是矢量。由式(1.1)可知,在电场中某点处,场强的大小等于单位正电荷在该点所受电场力的大小;场强的方向与该单位正电荷在该点所受电场力的方向相同。在国际单位制(SI)中,场强的单位是牛每库(N/C)。

根据场强的定义,单位正电荷在场中某点受力为 F ,那么一个具有电量 q 的点电荷在该点所受的电场力为

$$F = qE \quad (1.2)$$

显然,正电荷所受电场力方向与场强方向相同,负电荷所受电场力方向与场强方向相反。

■ 1.1.3 电通量

1. 电场线

电场线是为了形象地描述电场的分布而假想出来的一系列曲线。为了使电场线既能表示电场中电场强度的方向分布,又能表示各点电场强度的大小分布,我们对电场线作如下规定:

(1) 电场线上每一点的切线方向与该点场强 E 的方向一致。

(2) 在任一场点,使通过垂直于 E 的单位面积的电场线数目(称电场线密度)正比于该点处场强 E 的大小。设通过电场中某点垂直于场强方向的无限小面元 dS 的电场线数为 $d\Phi_e$,则该点处的电场线密度就是 $d\Phi_e/dS$ 。在 SI 中,场强的大小应等于电场线密度,即 $E = d\Phi_e/dS$ 。于是电场线的疏密就反映了场强的大小分布。在电场中,电场线密集处场强大,稀疏处场强小。

电场线有如下性质:

(1) 在静电场中,电场线起于正电荷(或无限远),止于负电荷(或无限远),不形成闭合曲线。因此可以说,正电荷是电场线的源,负电荷是电场线的尾。

(2) 在没有电荷的地方,两条电场线不会相交,也不会中断。

电场线只是形象描述场强分布的一种手段,实际并不存在,但借助于实验可将电场线模拟出来。

2. 电场强度通量(简称电通量)

通量是描述矢量场性质的一个重要特征量。对于任何矢量场都可引入通量概念。

在电场中穿过任意曲面的电场线的总条数称为穿过该面的电场强度通量(即电通量),以 Φ_e 表示。

根据电通量的定义和电场线的规定可知,穿过面元 dS 的电通量为

$$d\Phi_e = E \cdot dS \quad (1.3a)$$

穿过任意曲面 S 的电通量为

$$\Phi_e = \int_S d\Phi_e = \int_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} \quad (1.3b)$$

式中“ $\int_S$ ”代表对整个曲面 S 取积分。

穿过任意闭合曲面的电通量为

$$\Phi_e = \oint_S d\Phi_e = \oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} \quad (1.3c)$$

应该注意的是:电通量是对矢量场中某一曲面而言的,只能说通过某一曲面的电通量,而不能说通过某一点的电通量。

根据定义,电通量是标量,但可正可负,其正负取决于面元的法线方向 n (当我们赋予面积为矢量时,面积的法线 n 的方向即为 $d\mathbf{S}$ 的方向) 与场强 $\mathbf{E}$ 之间的夹角为 θ , 若 $\theta < \frac{\pi}{2}$, 电通量 $\Phi_e > 0$; 若 $\theta > \frac{\pi}{2}$, 电通量 $\Phi_e < 0$ 。对于非闭合曲面, n 的方向可以任意规定,但对于闭合曲面, n 的方向则不可以任意规定,在通常情况下,我们规定由内向外的方向为各面元法线 n 的正方向。因此,由电场线穿出闭合曲面时,电通量为正;由电场线穿入闭合曲面时,电通量为负;如果穿出和穿入闭合曲面的电场线数相等,则电通量为 0。

■ 1.1.4 电势能和电势

1. 电场力的功 A_{ab}

当试探电荷 q_0 在场强为 $\mathbf{E}$ 的电场中从 a 点沿某一路径移动到 b 点时,静电力所做的功定义为

$$A_{ab} = \int_a^b q_0 \cdot \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad (1.4)$$

可以证明,试探电荷在任意给定的静电场中移动时,静电力对电荷所做的功,仅取决于被移动的电荷的电量以及电荷所经路径的起点和终点的位置,而与移动的具体路径无关。所以静电力是保守力,静电场是保守力场。

2. 电势能

由于静电场是保守力场,因而可以引入电势能的概念。电荷 q_0 在静电场中某一位置所具有的能量,叫做电势能。

又由于保守力的功等于势能增量的负值,所以,电荷在静电场中从 a 点移到 b 点,静电力对 q_0 作的功等于 a 点和 b 点处电势能增量的负值。即

$$A_{ab} = \int_a^b q_0 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -(W_b - W_a)$$

如同重力势能一样,电势能也是相对的物理量,要使电荷在电场中某点具有确定值,必须首先选定电势能零点(即电势参考点),电荷 q_0 在电场中某点 a 处所具有的电势能 W_a 在量值上等于将 q_0 从 a 点移到电势能零点(如 b 点) 电场力所作的功。

$$W_a = \int_a^{b(\text{参考点})} q_0 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad (1.5)$$

在SI中,电势能的单位是焦耳(J),在实际应用中,电势能还有一个单位叫做“电子伏”(eV)。1电子伏表示1个电子通过1伏电势差时所改变的电能。它们的关系是

$$1\text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\text{J}$$

电势能是电荷 q_0 与电场(或产生电场的场源电荷 Q) 所共同具有的,既与电荷的电量 q_0 有关,又与它在静电场中的位置有关。

3. 电势

由于电势能既与电场本身的性质有关,又与电荷的电量 q_0 有关,因而电势能不能用来描述静电场的基本性质。然而人们发现,尽管电势能 W_a 与电量 q_0 有关,但 W_a/q_0 却与电量 q_0 无关,该比值能反映电场本身在 a 点的能量性质,于是定义

$$U_a = \frac{W_a}{q_0} = \int_a^{b(\text{参考点})} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad (1.6a)$$

U_a 为电场中 a 点电势。它是用来描述电场能量性质的基本物理量。上式表明,电场中某点的电势等于单位正电荷在该点所具有的电能,也等于把单位正电荷从该点移到电势零点(参考点)电场力所作的功。某一点的电势仅仅取决于电场本身的性质,而与该点是否有电荷无关。

静电场中任意两点的电势之差称为电势差。用 U_{ab} 表示:

$$U_{ab} = U_a - U_b = \int_a^b \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad (1.7)$$

a 、 b 两点的电势差等于把单位正电荷从 a 点移到 b 点时电场力所作的功。

电势和电势差都是标量,其单位都是焦每库(J/C)。这个单位有个专门名称,叫做伏特,简称伏,用V表示,即 $1\text{J/C} = 1\text{V}$

几点说明:

(1) 注意区分电势和电势能:电势是从能量的角度来描述静电场性质的物理量,与电荷电量 q_0 无关;电势能是静电场与电荷 q_0 之间的相互作用能,与 q_0 有关,它不能直接描述给定点的电场性质。

(2) 注意区分电势和电势差:电势的值是相对的,其值取决于电势零点(参考点)的选择;电势差是绝对的,其值与电势零点的选择无关。改变电势零点,各点电势的数值随着改变,但两点之间的电势差却不会改变。

电势零点的选择,原则上是任意的。在通常情况下,当带电体分布在有限空间时,电势零点一般选在无穷远处,这时电势的定义式可以写成:

$$U_a = \int_a^{\infty} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad (1.6b)$$

当带电体的电荷分布在无限空间时,则不能规定无限远处的电势为零,此时,我们可以规定任意位置(假如 b 点)为电势零点,这时的电势只能用(1.6a)计算。

在一般的实用中,常选地球的电势为零;在电子仪器中,常取机壳或公共地线电势为零,只要测出各点与机壳或公共地线之间的电势差,就很容易判断仪器工作是否正常。

电势的定义式(1.6)建立了场强和电势的积分关系,如果已知电场中的场强分布,就可以利用这一关系求出电场中的电势分布,这种方法常称为计算电势的场强积分法。由于电场力作功与路径无关,所以利用上述公式积分时,可任意选取便于积分的路径进行计算。