



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
五年制高等职业教育公共课教学用书

技术物理基础

(基础版)

第二册

龚育良

杨肇平

刘良科

主审

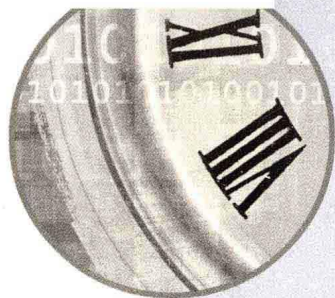
主编

全国五年制高等职业教育
公共课开发指导委员会 组编

華夏出版社



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
五年制高等职业教育公共课教学用书



技术物理基础

(基础版)

第二册

全国五年制高等职业教育
公共课开发指导委员会 组编

龚育良
杨肇平
刘良科

主审
主编

华夏出版社

图书在版编目(CIP)数据

技术物理基础/刘良科主编. —北京:华夏出版社,2006.1

ISBN 7-5080-3917-3

I. 技... II. 刘... III. 物理学—高等学校:技术学校—教材

IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 152233 号

技术物理基础. 第2册

主 编:刘良科

责任编辑:焦 玉

封面设计:刘 颖

出版发行:华夏出版社

(北京市东直门外香河园北里4号 邮编:100028)

经 销:新华书店

印 刷:北京集惠印刷有限责任公司

版 次:2006年1月北京第1版

2006年1月北京第1次印刷

开 本:787×1092 1/16开

印 张:20.75

字 数:531千字

定 价:30.00元

本版图书凡印刷、装订错误,可及时向我社发行部调换

序

2004年4~8月,教育部职成司对五年制高职教材重新进行了整体规划,在全面总结吸收“面向21世纪职业教育课程改革和教材建设规划”经验成果的基础上,动员全国各地申报职业教育教材两千余种,经组织专家评审后,制定了《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,这套五年制高职公共课教材,就是按照这个计划编写的。

在编写之前,我们对目前五年制高职公共课的教学情况进行了大量的调查研究,对现行的教材做了深入的分析比较,提出了严谨细密的编写题纲,并上报教育部职成司。在得到职成司有关领导和专家充分肯定后,开始着手这套教材的编写工作。

今年秋季率先推出的是供五年制高职院校秋季入学新生使用的《实用语文》第一册(全4册)、《应用数学基础》第一册(全3册)、《实用英语》第一册(全4册)、《技术物理基础》第一册(全2册)、《计算机应用基础》(全1册)和《应用化学基础》(全1册)。

本套教材的作者一部分是来自五年制高职院校教学一线的教师,一部分是各学科领域的专家学者,他们既具有丰富的教学经验,又都参加过教材的编写工作,具有丰富的教材编写经验。担任各门课程第一主审人的均是该学科领域里的专家,第二主审人则是来自五年制高职教学一线的优秀教师。

针对五年制高职学生目前的生源水平现状,本套教材适当降低了起点和难度,本着“少而精”的原则,使教材的难度深浅适中,既符合学生的实际水平,又加强了教学的针对性,并注意吸收新知识、新观念,强调基础性,突出实用性,体系设计合理,循序渐进,符合学生学习特征和认知规律,结构体例新颖,便于教师和学生使用。

本套教材是根据全国五年制高职教育公共课开发指导委员会《关于编写五年制高职教育公共课规划教材的指导意见》编写的,设计课程容量、课时安排,均考虑了教与学双方面的现实可操作性,让教与学成为一种互动过程,让学生

尽可能地在轻松愉悦中掌握知识。同时;为减轻学生的课业压力,我们把以往教材多配带的《练习册》的内容放到了教材的练习中,让练习成为以点代面、以精带泛的真正切实有效的思训活动。

虽然我们尽了很大努力,但教材中仍难免存在各种缺点、错误和疏漏,敬请广大教学第一线的教师和专家学者们批评指正。同时,随着我国高职教育的发展,教材也要不断发展,不断更新完善。我们将在教材使用过程中不断跟踪反馈意见,不断修订完善,以期把最好的教材奉献给广大师生。

全国五年制高等职业教育公共课开发指导委员会

2005 年 6 月

● 第8章 静电场 电子射线管

- 8.1 电荷 电荷的相互作用 /3
- 8.2 电场 电场强度 /10
- 8.3 电势能 电势差 /15
- 8.4 等势面 场强与电势差的关系 /19
- 8.5 电子射线管 /23
- 8.6 静电场中的导体 等势体 /27
- 8.7 电容器 电容 /31
- *8.8 静电在技术中的应用和防止 /37
- 本章知识小结 /41
- 复习题 /45

● 第9章 直流电 材料的电阻率

- 9.1 电流 欧姆定律 /49
- 9.2 电源 电动势 /51
- 9.3 闭合电路欧姆定律 /52
- 9.4 电阻定律 材料的电阻率 /56
- 9.5 二极管的单向导电性 /58
- 9.6 电功 电功率 /61
- 9.7 电阻的连接 /65
- 9.8 相同电池的连接 /69
- 本章知识小结 /72
- 复习题 /75

● 第10章 磁场 磁性材料

- 10.1 磁感线 磁感应强度 /79
- 10.2 电流的磁场 /86
- 10.3 磁性材料 /89
- 10.4 磁场对通电直导线的作用力 /92
- 10.5 运动电荷在磁场中的偏转 /98
- 本章知识小结 /104

复习 /106

● 第11章 电磁感应 交流电

- 11.1 电磁感应 /109
- 11.2 感应电流的方向 /111
- 11.3 感应电动势 /115
- 11.4 交流电 /118
- 11.5 磁记录 涡流 /123
- 11.6 自感 日光灯 /126
- 11.7 互感 变压器 /130
- 11.8 电能的输送 /136
- 11.9 安全用电 /139
- 本章知识小结 /145
- 复习题 /149

● 第12章 振动 波 声波 电磁波

- 12.1 机械振动的描述 单摆 /155
- 12.2 受迫振动 共振 /159
- 12.3 波 波的描述 /161
- 12.4 波的特征 /164
- 12.5 声波 超声波 /168
- 12.6 电磁波的产生和传播 /173
- 12.7 传真 电视 雷达 /177
- 本章知识小结 /181
- 复习题 /184

● 第13章 光 光学仪器

- 13.1 光的波动性 /187
- 13.2 电磁波谱 /189
- 13.3 光的粒子性 /193
- 13.4 光的反射与折射 /199

- 13.5 全反射 光导纤维 /205
- 13.6 棱镜 光谱 光谱分析 /208
- 13.7 透镜成像 /212
- 13.8 透镜成像公式 /217
- 13.9 光学仪器 /219
- 本章知识小结 /225
- 复习题 /227

● 第14章 原子 原子核能的利用

- 14.1 原子模型 原子核的组成 /231
- 14.2 天然放射现象 衰变 /236
- 14.3 核反应 核能 /239
- 14.4 当代先进能源——核电 /243
- 本章知识小结 /248
- 复习题 /250

● * 第15章 物理学与高新技术

- 15.1 综述 /253
- 15.2 信息技术 /254
- 15.3 激光技术 /263
- 15.4 空间技术 /268
- 15.5 环境科学 /277

● 实 验

第8章 静电场 电子射线管

- 8.1 电荷 电荷的相互作用
- 8.2 电场 电场强度
- 8.3 电势能 电势差
- 8.4 等势面 场强与电势差的关系
- 8.5 电子射线管
- 8.6 静电场中的导体 等势体
- 8.7 电容器 电容
- * 8.8 静电在技术中的应用和防止



8.1 电荷 电荷的相互作用

电荷 物质是由带电粒子组成的,在物质的原子内部,中心是带正电的原子核(包括带正电的质子和不带电的中子),外面是绕核运转的带负电的电子.通常原子是中性的,对外不显示电性,即处于电中性状态.

怎样使物体带上电荷呢?两种物体互相摩擦是使物体带上电荷的常用方法.用丝绸摩擦玻璃棒,玻璃棒中的电子会跑到丝绸上,玻璃棒失去电子带正电;若用毛皮摩擦橡胶棒,则橡胶棒得到电子带负电.这种现象叫**摩擦起电**.物体所带电荷的多少叫做**电荷量**,或称**电量**,常用 Q (或 q)表示.在国际单位制中,电量的单位是库仑,简称库,用字母C表示.

到目前为止,能观测到的最小电量是一个质子或一个电子的电量.这个最小电量叫做**基元电量**,又称**基本电量**,用 e 表示,且 $e=1.6\times 10^{-19}\text{C}$.用正、负数来表示正负电荷量.例如,一个质子的电量为 $+e$,一个电子的电量为 $-e$.其他物体所带的电量是基元电量的整数倍 $\pm N_e$ (其中 $N=1,2,3\cdots$).实验证明:同种电荷放在一起相互加强,异种电荷放在一起相互抵消.若是等量异种电荷放在一起就完全抵消,对外不显示电性,这种现象叫做**电中和**.

电荷守恒定律 自然界中还有多种使物体带电的方法,如感应起电、电离起电等.无论哪种方法起电,其过程都是电荷的转移或使物体中正、负电荷的分离过程.人类在长期的研究和实践中证实:电荷既不能凭空产生,也不能消灭,它们只能从一个物体转移到另一个物体,或从物体的一部分转移

到另一部分,在转移的过程中,电荷的代数和不会改变,这个结论叫做电荷守恒定律.

电荷的相互作用 相隔一定距离的带电体之间有相互作用,同种电荷相斥,异种电荷相吸,如图 8.1 所示. 电荷之间的相互作用力有多大? 它与哪些因素有关呢? 让我们做下面的实验.

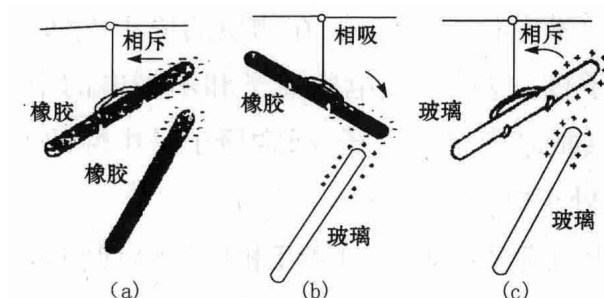


图 8.1

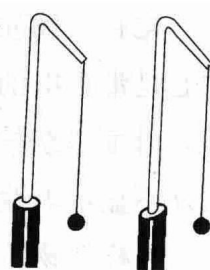


图 8.2

演示:用绝缘支架,把两个完全相同的轻质小球悬挂在丝线下端. 这个装置叫做电摆,如图 8.2 所示. 摩擦玻璃棒或橡胶棒起电后,给两个摆球带上同种电荷,两球相互排斥,摆线相对竖直方向有一偏角,将两球稍移远点,电荷间距离变

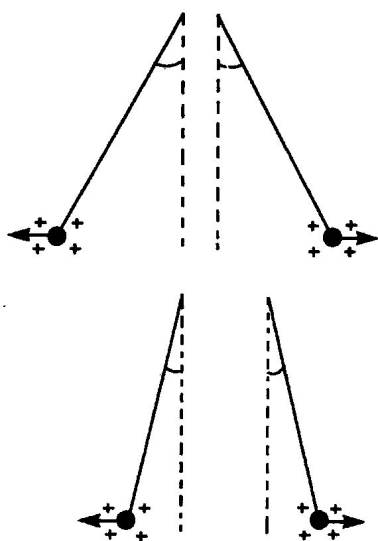


图 8.3

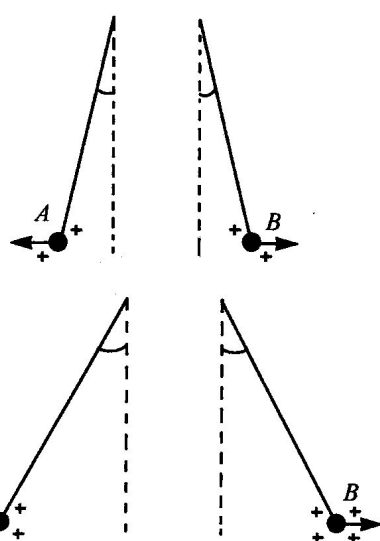


图 8.4

大,可以观察到偏角变小,如图 8.3 所示. 这表明电荷间的相互作用力减小. 若保持两个摆球的距离不变,改变摆球上的电量,摆球偏离竖直方向的角度随着摆球带电量的增加而增大,如图 8.4 所示. 这表明电荷间的相互作用力增大.

实验表明: 电荷之间的相互作用力 F 随着电荷量 Q 的增加而增大,随着电荷间的距离 r 的增大而减小.

1785 年,法国物理学家库仑(1736 年 ~ 1806 年)设计了一只扭秤,用实验研究了静止点电荷间的相互作用的规律.

什么是点电荷? 当带电体间的距离远大于它们自身的大小,以致带电体的形状和大小对相互作用力的影响可以忽略不计,可把带电体所带的电量集中在一个“点”上,从而把这样的带电体看成一个点电荷.

库仑从实验中发现的规律: 在真空中,两个静止点电荷之间相互作用力 F 的大小,跟它们的电荷量的乘积 $Q_1 \cdot Q_2$ 成正比,跟它们之间距离的二次方 r^2 成反比,作用力 F 的方向沿着它们的连线. 这个规律叫做真空中的库仑定律,用公式表示如下:

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

式中比例系数 k 叫做静电力常量,在国际单位制中,当 F 、 Q 、 r 的单位分别是 N、C、m 时,由实验测得 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$. 电荷间的这种作用力叫做静电力,又称库仑力. 空气中的库仑力与真空中的近似相等.

库仑定律是电磁学的基本规律之一. 它与万有引力定律的公式在形式上相似.

应用公式时,要注意以下三点: ①真空中的点电荷; ②取电量 Q_1 、 Q_2 的绝对值,计算静电力 F 的大小; ③根据“同种电荷相斥,异种电荷相吸”的规律确定静电力 F 的方向.

【例题 1】 试计算电子和质子间的静电引力和万有引

力,并比较两者的大小. 已知电子的质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 质子的质量 $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 两粒子间的距离 $r = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$.

分析与解答 电子和质子之间的库仑力为

$$\begin{aligned} F_{\text{电}} &= k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = k \frac{e^2}{r^2} \\ &= 9.0 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(5.3 \times 10^{-11})^2} \approx 8.2 \times 10^{-8} \text{ N} \end{aligned}$$

电子和质子之间的万有引力为

$$\begin{aligned} F_{\text{引}} &= G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{9.11 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}}{(5.3 \times 10^{-11})^2} \\ &\approx 3.6 \times 10^{-47} \text{ N} \end{aligned}$$

两力大小的比值为

$$\frac{F_{\text{电}}}{F_{\text{引}}} = \frac{8.2 \times 10^{-8}}{3.6 \times 10^{-47}} = 2.3 \times 10^{39}$$

可见,电子和质子之间的静电力是其万有引力的 2.3×10^{39} 倍. 在研究微观粒子间的相互作用时,万有引力一般可以忽略不计.

【例题2】 两个相同的金属球分别带有 $2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 和 $-6.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的电量. 如果它们相距 50 cm , 试求:

- (1) 两球的相互作用力 F ;
- (2) 让两球接触后再放回原处,两球的相互作用力 F' .

分析与解答 已知: $Q_1 = 2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, $Q_2 = -6.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, $r = 50 \text{ cm} = 0.50 \text{ m}$

(1) 两球的静电力 F 的大小为

$$\begin{aligned} F &= k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{2.0 \times 10^{-8} \times 6.0 \times 10^{-8}}{(0.50)^2} \\ &\approx 4.3 \times 10^{-5} \text{ N} \end{aligned}$$

F 的方向: 沿着两球的连线互相吸引.

(2) 两球接触,产生电中和现象. 由于两球相同,故分开

后两球带电量相等,即

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{2} = \frac{2.0 \times 10^{-8} - 6.0 \times 10^{-8}}{2} = -2.0 \times 10^{-8} \text{C}$$

将两球放回原处,两球间的静电力 F' 的大小为

$$F' = k \frac{Q'_1 \cdot Q'_2}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{(2.0 \times 10^{-8})^2}{(0.50)^2} \approx 1.4 \times 10^{-5} \text{N}$$

F' 的方向:沿着两球的连线互相排斥.

小实验 静电伞状喷泉

实验装置如图 8.5 所示.取一根橡胶管 A ,一端连接自来水龙头,另一端连接一段 10cm 的玻璃尖嘴管 B (尖嘴管内径 0.6 ~ 0.8mm).将 B 管的嘴用铁夹 C 垂直向上固定在铁支架 M 上.再取一只直径为 10cm、高 5cm 的铝质环 D ,装上绝缘塑料把柄 E 后,也固定在 M 上,并使玻璃尖嘴刚好位于 D 的下端中央.用导线将 D 和感应起电机 G 正极或负极相连.玻璃管下面放一个盛水大盆 H .打开水龙头,让细水流从 B 管嘴喷出,形成高约 30cm 的小喷泉.这时转动感应起电机 G ,使铝质环 D 带上大量正或负电荷.可以观察到:原来聚成一股的喷泉顿时像雨伞似的向四周散射.请分析产生伞状喷泉的道理.

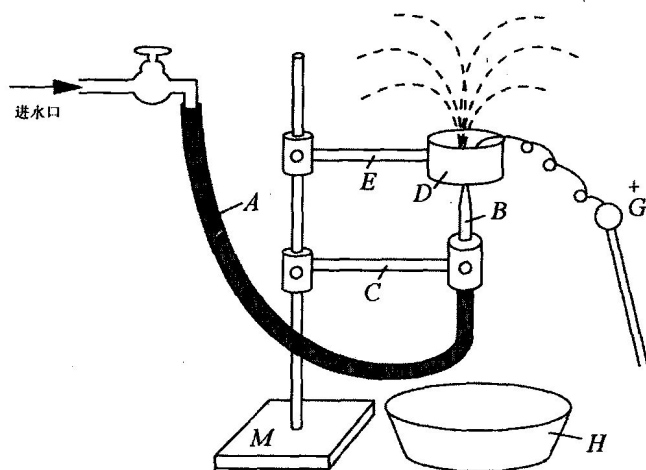


图 8.5

习 题

1. 用带负电的橡胶棒靠近用线悬挂着的一小块泡沫塑料,若互相吸引,能否判定这块泡沫塑料带正电?若互相排斥,能否判定这块泡沫塑料带负电?为什么?

2. 电荷量为 $4.6 \times 10^{-8} \text{C}$ 的电荷中含有_____个基本电量?

3. 真空中有两个点电荷,它们之间的静电力为 F . 如果保持它们的电荷量不变,将它们的距离增大为原来的 2 倍,则它们之间的相互作用力的大小为 ()

A. F ; B. $2F$; C. $\frac{F}{2}$; D. $\frac{F}{4}$.

4. 两个相同的铜球分别带有 $-4.5 \times 10^{-8} \text{C}$ 和 $2.5 \times 10^{-8} \text{C}$ 的电量,如果它们相距 100cm,试求:

(1) 两球间的相互作用力 F ;

(2) 让两球接触后再放回原处,两球的相互作用力 F' .

5. 在真空中有一个点电荷 Q ,其电量为 $6.0 \times 10^{-10} \text{C}$,试求:

(1) 在离 Q 为 10cm 的 A 点放电量为 C 的点电荷 q_1 ,点电荷 q_1 受到的静电力多大?

(2) 在 A 点放入电量为 $4.0 \times 10^{-15} \text{C}$ 的点电荷 q_2 , q_2 受到的静电力多大?

(3) 分别计算点电荷 q_1 和 q_2 在 A 点受到的静电力的大小跟它本身电量的比值. 这两个比值相同吗? 这种比值的大小跟 Q 的电量的大小有无关系?

(4) 将点电荷 q_1 放在距 Q 为 4cm 的 B 点,先计算 q_1 受到的静电力的大小,再计算这个静电力的大小跟它本身电量的比值. 在 B 点的比值跟在 A 点的一样大吗?

活动园地

阅读

库仑扭秤实验

1785年,法国物理学家库仑利用自己发明的扭秤研究了电荷之间的相互作用力。

库仑实验装置的主要部分是一个扭力测微计 M ,如图 8.6 所示。 M 下面夹着一根细金属丝,金属丝下端悬挂一根玻璃棒,玻璃棒的一端固定一个金属小球 A ,另一端装有一个平衡小球 B ,让两个金属小球带上同种电荷,两个球间的斥力使玻璃棒转过一个角度,向相反方向扭转 M ,使 A 球回到原来的位置。这时金属丝的扭转弹力的力矩与电荷间斥力的力矩平衡。从 M 转过的角度就可以计算出电荷间的相互作用力的大小。

库仑用扭秤实验测得电荷之间的作用力与距离的二次方成反比。后来科学家用更精确的实验验证了二次方反比定律。

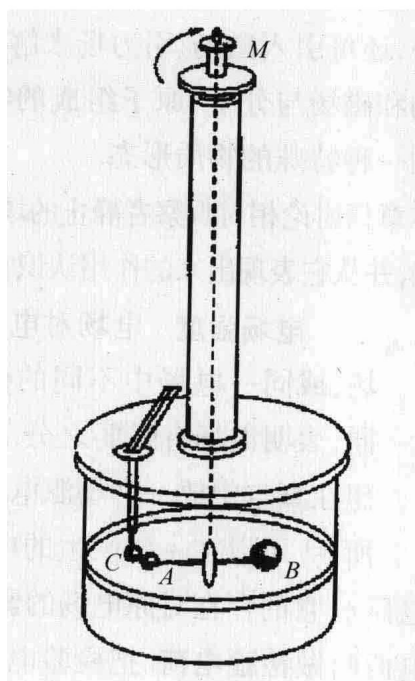


图 8.6