

中等专业学校教材

工科各专业通用

物理 下册

黄伟民 吴伯善 梁帼玲 编 黄伟民 主编



内 容 提 要

本书系根据 1987 年国家教育委员会审定的中等专业学校物理教学大纲编写而成的。编写时注意到近年来中专学生的实际水平和年龄特征,体现了培养应用型人才的要求。本书深度比较恰当,内容颇具新意;既能让学生学到物理学的基础知识,又能培养他们分析和解决问题的能力;既以物理概念和规律的论述为主,又比较广泛地联系实际,尽量拓宽学生的知识面。书中还安排了精心编写的内容小结和习题,以及阅读材料、小实验等。全书层次清晰分明,语言亲切生动,插图丰富新颖,使教材的面貌焕然一新。

全书分上、下两册出版。上册包括力学、热学;下册包括电磁学、光学以及原子与原子核基本知识。与本书配套使用的中专物理教学用书还有:《物理实验》、《物理演示实验》、《物理教学参考书》(上、下册)和《物理解题指导》等。

本书可作为中等专业学校工科各专业的教材,也可供初、中级技术人员及中学教师和自学青年参考。

封面: 我国自行设计建造的秦山核电站

中等专业学校教材

物 理

工科各专业通用

下 册

黄伟民 吴伯善 梁帼玲 编

黄伟民 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海市中华印刷厂印装

*

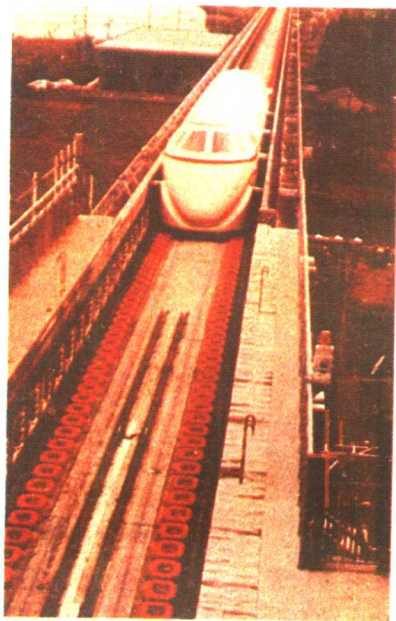
开本 787×1092 1/32 印张 8 插页 2 字数 165,000

1989 年 4 月第 1 版 1989 年 8 月第 2 次印刷

印数 61,201—75,200

ISBN 7-04-002110-2/O·752

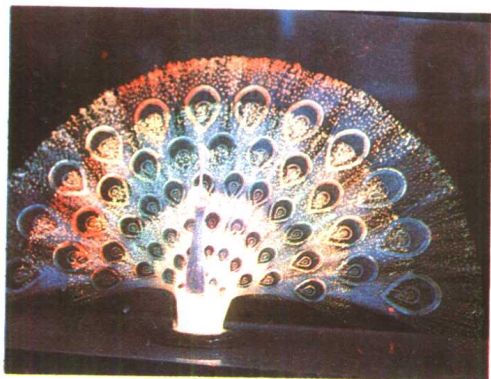
定价 2.05 元



17. 以液氮作为超导体低温介质的磁浮列车



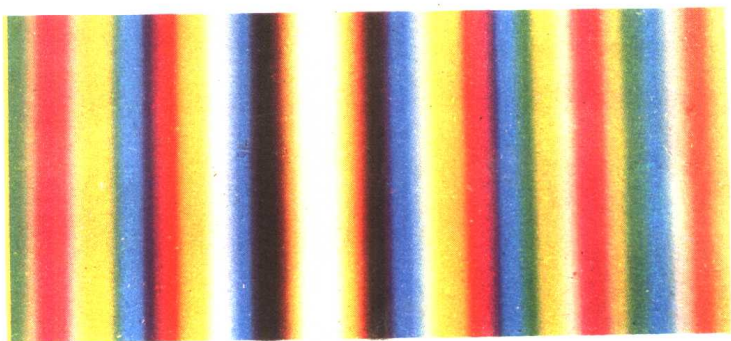
18. 光纤传光



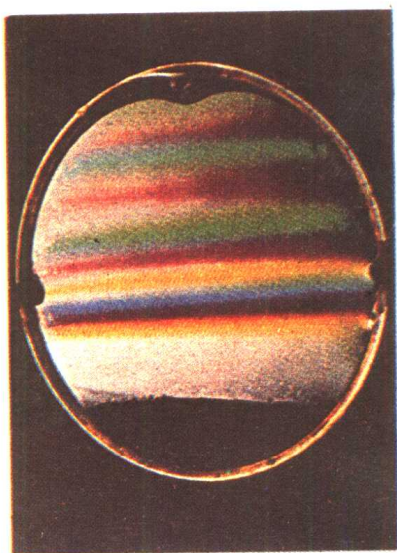
19. 光纤组成的孔雀



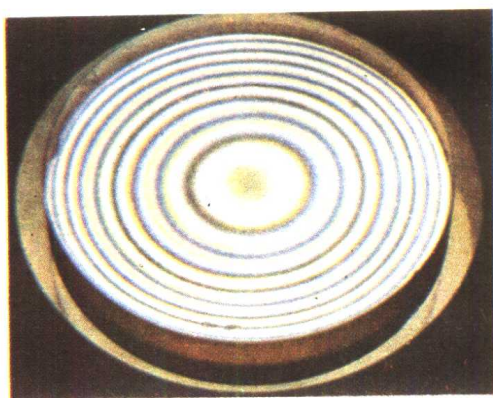
20. 透光铜镜(西汉)



21. 由白光光源获得的杨氏干涉条纹



22. 肥皂膜上的干涉条纹

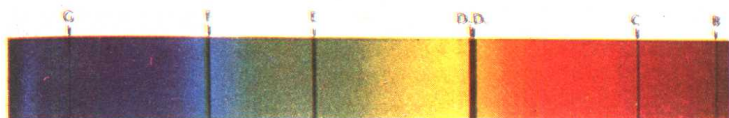


23. 牛顿环

24. 连续光谱



25. 太阳光谱



26. 明线光谱



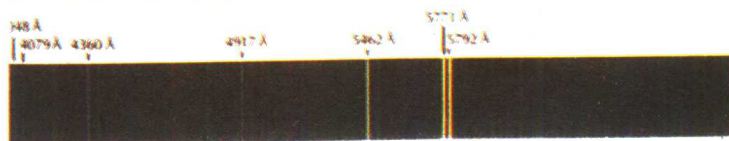
He



Li



Hg

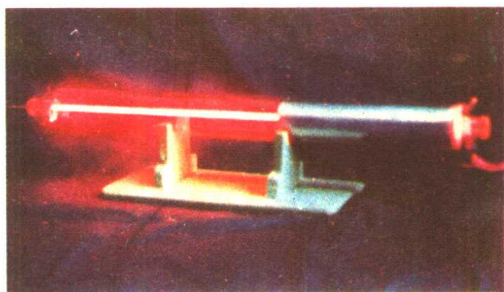


Na



27. 钠的吸收光谱

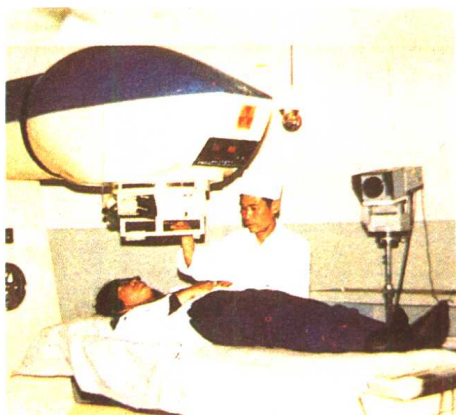




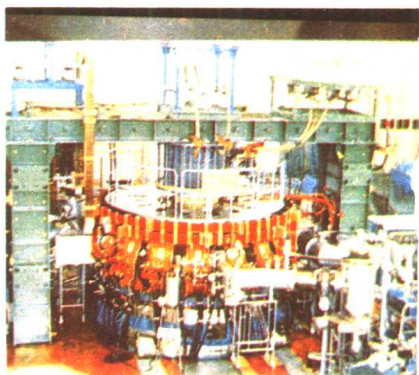
28. 氦氖激光器



29. 追踪人造卫星的
激光测距仪



30. 钴-60治疗肿瘤



31. 中国环流器1号

下 册 目 录

第三篇 电 磁 学

第十章 静电场	1
10-1 电荷守恒定律	1
10-2 真空中的库仑定律	3
10-3 电场 电场强度	6
10-4 电势能	13
10-5 电势 电势差	16
10-6 等势面 电势差与场强的关系	21
· 物理纵横 · 避雷电子九天	23
10-7 静电场中的导体	24
10-8 电容器 电容	28
10-9 静电的应用	34
第十一章 直流电	40
11-1 电流	40
11-2 电阻	43
· 物理纵横 · 物质的导电性	46
11-3 部分电路欧姆定律	48
11-4 电阻的串、并联和混联	49
11-5 电流的功和功率	57
11-6 电源 电动势	62
11-7 全电路欧姆定律	65
11-8 相同电源的串、并联	68
第十二章 电流的磁场	73
12-1 磁场	73

12-2 电流的磁场	76
12-3 磁感应强度	80
12-4 安培定律	85
· 物理学家 · 安培	87
12-5 匀强磁场对通电矩形线圈的作用	88
第十三章 电磁感应	92
13-1 磁通量 电磁感应条件	92
13-2 楞次定律	98
13-3 电磁感应定律	102
· 物理学家 · 法拉第	104
13-4 互感和自感	106
物质和能量小结(I)	113
第十四章 带电粒子在电场和磁场中的运动	115
14-1 带电粒子在电场中的运动	115
14-2 电子射线管	120
14-3 带电粒子在磁场中的运动	128
14-4 回旋加速器	130
· 物理纵横 · 用左手或用右手?	132
第十五章 电磁振荡和电磁波	133
15-1 电磁振荡	133
15-2 电磁场和电磁波	138
15-3 电磁波的发射、传播和接收	142
物理学和技术小结(I)	148

第四篇 光的基本知识

第十六章 几何光学	151
16-1 光的传播速度	151
16-2 光的反射和折射	158

16-3 全反射	159
16-4 棱镜	162
16-5 透镜	164
16-6 透镜成像作图法	166
16-7 凸透镜成像公式	171
16-8 光学仪器	174
· 物理学史 · 中国古代光学成就	178
第十七章 光的本性	180
17-1 光的波动性	180
17-2 光的色散	186
17-3 电磁波谱	187
17-4 光电效应 光的粒子性	191
17-5 光的波粒二象性	196
· 物理纵横 · 物质波	197
物理学和技术小结(II)	199

第五篇 原子和原子核基本知识

第十八章 原子和原子核基本知识	203
18-1 光谱和光谱分析	203
18-2 原子模型	207
18-3 激光及其应用	213
18-4 天然放射性	215
18-5 人工核反应 原子核的组成	219
18-6 人工放射性 放射性同位素	224
18-7 核能	227
18-8 重核裂变	230
18-9 轻核聚变	234
· 物理学家 · 我国的核弹元勋	236
物质和能量小结(II)	238

结束语	自然界统一的物理图象	240
	物理学对现代科学技术的作用	243
附录一	法定计量单位(II)	247
附录二	常用的物理恒量	248
附录三	汉英物理学名词(II)	249

第三篇 电 磁 学

电磁现象是很普遍的自然现象，电磁规律是基本的自然规律。易于输送的电，日新月异的电子技术和电子计算机技术，以巨大的威力和经济效益，改变了世界的面貌，推动着人类生产和社会的发展。正因为如此，研究电磁现象及其规律的电磁学，成为一门重要的科学。

第十章 静 电 场

在本章，你将认识一种特殊的物质——电场。关于“场”的概念和研究方法，已应用于许多领域(如引力场、磁场)，它为物理学的发展开辟了广阔天地，也为人们认识自然界的统一性提供了坚实的基础。

10-1 电荷守恒定律

钢笔杆跟头发摩擦后，能把纸屑吸起来(图 10·1)，也能使验电器的箔片张开，这是由于摩擦使笔杆带了电，或者说带了电荷。使物体带电也叫起电，除摩擦外，还有其他起电方法。表示物体拥有多少电荷的物理量，叫做电荷量，它的单位是库仑(C)。

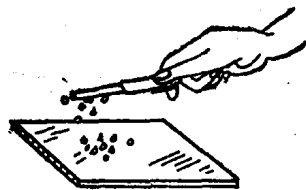


图 10·1 摩擦起电

自然界只存在两种电荷：正电荷和负电荷。你已经知道，组成物质的原子是由原子核和核外电子构成的，电子带负电，原子核里的质子带正电。通常物体所包含的正负电荷是等量的，对外呈电中性，即不带电。如果物体所包含的正、负电荷量不相等，它就带电了，这往往是由于电子转移造成的。比如，用绸布摩擦玻璃棒，玻璃棒上的一些电子跑到绸布上，绸布由于负电荷过剩，带了负电；玻璃棒由于负电荷减少（或者说正电荷过剩）而带了正电。

质子和电子所带的电荷量，是至今为止能够观察到的最小电荷量，这个最小电荷量叫做基本电荷量，记作 e ， $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 。正电荷量用正数表示，负电荷量用负数表示。质子带有 $+e$ 的电荷量，电子带有 $-e$ 的电荷量。质子和电子是一个一个的粒子，物体带电的多少，又取决于它所包含的质子数目跟电子数目的差额，所以物体所带的电荷量，只能是 e 的整数倍。

摩擦前的绸布和玻璃棒都不带电，它们的电荷量为零。摩擦后，它们所带的是等量异号电荷，电荷量的代数和仍为零。如果把它们接触，又都不带电了，这种现象叫做电荷的中和。人们研究了大量类似的电荷重新分配过程，发现不论电荷在两个或多个物体间如何重新分配，电荷量的代数和必定保持不变，这个结论叫做电荷守恒定律。在宏观或微观过程中，从未发现过违背电荷守恒定律的情况。

小实验 用塑料袋子摩擦尼龙长统袜，尼龙袜子会象气球那样膨胀起来。做一做，说说其中道理。

10-2 真空中的库仑定律

电荷之间有相互作用力,同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引。你所熟悉的验电器(图 10·2),就是利用这种性质制成的。

如果带电体的大小远小于它们之间的距离,以至带电体的大小和形状对相互作用力的影响可以忽略时,就把带电体看成一个具有该带电体全部电荷量的点,这样的物理模型叫做点电荷。象质点一样,点电荷实际上也不存在,但它突出了带电体相互作用的本质因素,既简化了问题,又使答案与真实情况大致相符。

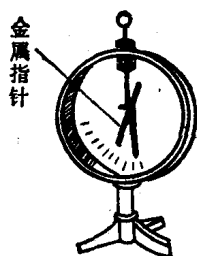


图 10·2 验电器

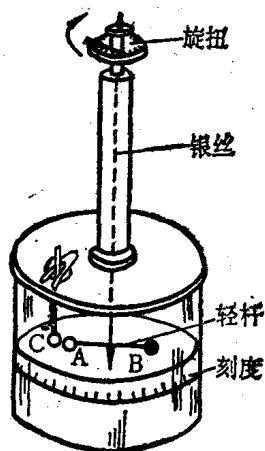


图 10·3 库仑扭秤

法国物理学家库仑(1736~1806),于 1785 年研制了一种被人叫做“库仑扭秤”的仪器,可用来测量点电荷之间的作用力。从图 10·3 中可以看到这种仪器的概貌。在很细的银丝上,悬挂一根水平轻杆,杆的两端装有两个平衡的金属小球

A、B. 让 A 球带电, 同时把固定于扭秤盖上的带有同种电荷的 C 球放在附近, 由于斥力作用, 轻杆将扭转过一个角度. 这时, 朝轻杆扭转的相反方向扭动旋钮, 使 A 球回到原来位置, 并保持静止. 这样, 银丝扭转的弹力力矩跟电荷间的斥力的力矩相平衡, 从旋钮转过的角度可计算出电荷间作用力的大小.

库仑多次测定了下面两种情况下小球 A、C 的相互作用力: (1) 两球带电量保持不变, 改变两球的距离; (2) 保持两球距离不变, 改变两球的带电量. 库仑的实验是在空气中做的, 但其结果跟在真空中相差很小. 实验的结论是: 在真空中, 任何两个电荷量为 q_1 和 q_2 的点电荷之间, 都有沿它们连线的相互作用力, 作用力的大小 F 跟乘积 $q_1 \cdot q_2$ 成正比, 而跟它们之间的距离 r 的二次方成反比, 这就是真空中的库仑定律, 用公式表达为

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (10.1)$$

式中 k 叫做静电力恒量, 实验测定出 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$. 电荷间的这种力称为静电力, 又叫做库仑力. 容易看出, 库仑定律与万有引力定律很相似. 应用库仑定律求静电力大小时, 电荷量只取绝对值就行, 力的方向另行讨论.

式(10.1)只适用于真空或空气中点电荷的情况. 理论计算指出, 均匀带电球体与其他带电体相互作用时, 可以把带电球体看成集中自己全部电荷量于球心的点电荷. 一个点电荷受到两个或两个以上点电荷作用时, 它受到的力, 是它分别受到的那些点电荷对它的作用力的合力.

【例 1】 在氢原子中,原子核只有一个质子,核外只有一个电子,它们之间距离 $r=5.3 \times 10^{-11}\text{m}$, 约为它们本身半径的 10^5 倍,故可把它们看成点电荷。求氢原子核与电子之间的库仑力 F 。

解
$$F = k \frac{e \cdot e}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(5.3 \times 10^{-11})^2}$$

$$= 8.2 \times 10^{-8} (\text{N})$$

这个力是吸引力。

讨论 氢原子核质量 $M=1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 电子质量 $m=9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 由此可算得两者的万有引力 GmM/r^2 的数量级为 10^{-47} N , 它远小于库仑力 F 。因而在研究微观世界的各种物理过程时, 万有引力可忽略不计。比如, 电子绕核运动的向心力, 可认为只来源于库仑力。

【例 2】 两个正点电荷带电 $2q$ 和 q , 相距 l , 第三个正电荷 q' 放在何处所受的合力为零?

解 设 q' 放在距 $2q$ 电荷 l' 处所受合力为零(图 10.4)。它受到 $2q$ 电荷作用力

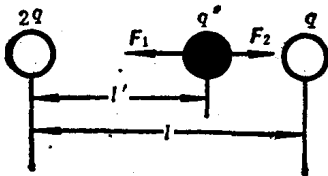


图 10.4

$$F_2 = k \frac{2q \cdot q'}{l'^2}$$

它受到 q 电荷作用力

$$F_1 = k \frac{q \cdot q'}{(l-l')^2}$$

从 $F_2 = F_1$, 可解得 $l' = (2 - \sqrt{2})l$ 。

习 题

1. 两个带电量不相等的点电荷, 它们相互作用时, 是否电荷量大的电荷受力小, 电荷量小的受力大, 为什么?

2. 假设原子核中两个质子相距 $r=1.0 \times 10^{-15}\text{m}$, 它们之间的静电斥力 F 多大?

3. 电荷量分别为 $q_1=4.0 \times 10^{-6}\text{C}$ 和 $q_2=5.0 \times 10^{-6}\text{C}$ 的两个点电荷相距多远时, 它们之间的静电力为 2.0N ?

4. 带同种电荷的两个小球相距 $r=0.10\text{m}$, 一个小球所带的电荷量是另一小球的两倍, 它们之间的作用力 $F=4.6 \times 10^{-4}\text{N}$, 求两个小球所带的电荷量.

5. 一个电荷量 $q_0=6.0 \times 10^{-6}\text{C}$ 的点电荷, 放在另外两个点电荷连线中点, 它们的电荷量 $q_1=1.0 \times 10^{-6}\text{C}$, $q_2=-1.0 \times 10^{-6}\text{C}$ (图 10-5), q_1, q_2 相距 $r=0.40\text{m}$, 求作用在 q_0 上静电力的大小和方向.

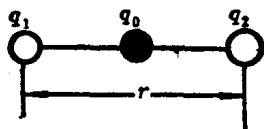


图 10-5

6. 相距 $r=6.0 \times 10^{-2}\text{m}$ 的两个点电荷, 电荷量分别为 $q_1=4.0 \times 10^{-8}\text{C}$, $q_2=1.0 \times 10^{-8}\text{C}$. 试问: 在它们之间什么位置放置第三个点电荷, 可使它受力平衡?

10-3 电场 电场强度

电场 一百五十多年前, 人们认为电荷之间的相互作用是超越空间距离直接施加于对方的(这叫做“超距作用”). 若真是这样, 库仑力应该与电荷周围的媒质无关了. 英国物理

学家法拉第(1791~1867)在不同媒质中进行同样的实验时,发现库仑力与媒质有关。他深入研究后,否认有所谓超距作用,并提出一个全新的观念:电荷周围存在着某种特殊的物质,这种物质叫做电场;电荷间的相互作用,就是借助于它们自己的电场而施加给对方的;库仑力与媒质有关,是由于不同媒质对电场有不同的影响。法拉第的观点,后来得到实验和理论的证明。

只要有电荷,它周围一定存在着电场,静止电荷产生的电场叫做静电场,产生电场的电荷称为场源电荷。

电场看不到,摸不着,怎样研究电场的性质呢?电荷在电场中要受到电场的作用,这种作用叫做电场力。电场力为我们提供了感测电场的手段。人们常用检验电荷来感测电场。检验电荷是带正电的点电荷,为了不使它自己的电场影响待测的电场,它的电荷量是很小的。

电场强度 电场对放入其中的电荷有电场力的作用,这是电场的基本性质,我们通过对这种性质的了解来认识电场。

把检验电荷 q (用丝绳拴着的带电小球)放入正点电荷 Q

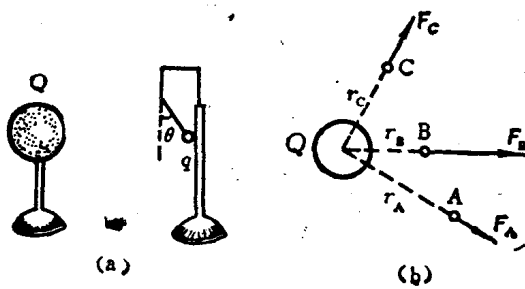


图 10-6