

高等院校非物理专业推荐教材

DAXUEWULIXUE

DAXUEWULIXUE

DAXUEWULIXUE

大学物理学

金庆华 周宗文 郭 儒 编著

(下册)

南开大学出版社

高等院校物理学专业各课程教材

大学物理学

第一版 第一分册

1

主编：王怀璋

高等院校非物理专业推荐教材

大学物理学

(下册)

金庆华 周宗文 郭 儒 编著

南开大学出版社

天津

内容简介

《大学物理学》分上、下册。下册内容包括真空、导体和电介质中的静电场,直流电路、稳恒磁场、磁介质、电磁感应和麦克斯韦方程组,波动光学(干涉、衍射、偏振),量子物理基础以及在原子、分子、固体和原子核中的应用。

本书内容精练,注意增加量子物理和狭义相对论的内容及应用,力求经典内容现代化。适当减少了习题中的难度。

本书可作为高等学校理、工科非物理专业本科物理教材,也可供师范、专科的教师和学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学.下册 / 金庆华,周宗文,郭儒编著.

—天津:南开大学出版社,2003.11

ISBN 7-310-01979-2

I. 大... II. ①金...②周...③郭... III. 物理学
—高等学校—教材 IV. 04

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第069657号

出版发行 南开大学出版社

地址:天津市南开区卫津路94号 邮编:300071

营销部电话:(022)23508339 23500755

营销部传真:(022)23508542

邮购部电话:(022)23502200

出版人 肖占鹏

承印 南开大学印刷厂印刷

经销 全国各地新华书店

版次 2003年11月第1版

印次 2003年11月第1次印刷

开本 880mm×1230mm 1/32

印张 13.625

字数 391千字

印数 1—3000

定价 20.00元

目 录

第三部分 电 磁 学

第一章 真空中的静电场	(1)
§ 1 电相互作用	(1)
1.1 电荷 电荷守恒定律	(1)
1.2 库仑定律 静电力的叠加原理	(4)
1.3 电场和电场强度	(5)
1.4 场强的叠加原理	(6)
§ 2 静电场的高斯定律	(12)
2.1 电场线(电力线)	(12)
2.2 电场通量	(13)
2.3 静电场的高斯定律	(15)
§ 3 静电场的环路定理和电势	(21)
3.1 静电场的环路定理	(21)
3.2 电势差与电势	(23)
3.3 电势叠加原理	(25)
3.4 等势面 电势的梯度	(27)
习题	(32)
第二章 静电场中的导体和电介质	(35)
§ 1 静电场中的导体	(35)
1.1 导体的静电平衡条件	(35)
1.2 导体壳和静电屏蔽	(38)

1.3	电容和电容器	(41)
§ 2	静电场中的电介质	(46)
2.1	电介质对电容的影响 相对电容率	(46)
2.2	电介质的极化	(48)
2.3	极化强度和极化电荷	(51)
2.4	各向同性线性电介质的极化规律	(53)
2.5	电位移矢量 有电介质时的高斯定律	(53)
2.6	铁电体、永电体和压电体	(56)
§ 3	静电场中的能量	(59)
3.1	带电体系的静电能	(59)
3.2	电场的能量和能量密度	(62)
	习题	(67)

第三章 稳恒电流和稳恒电场 (71)

§ 1	电流和电流密度	(71)
1.1	电流和电流强度	(71)
1.2	电流密度	(72)
§ 2	稳恒电流	(74)
2.1	电流的连续性方程	(74)
2.2	电流稳恒的条件	(75)
§ 3	欧姆定律的微分形式和电阻	(76)
3.1	欧姆定律和电阻	(76)
3.2	欧姆定律的微分形式	(77)
3.3	电流的功和功率	(78)
3.4	超导体	(79)
§ 4	电源和电源电动势	(81)
4.1	电源	(81)
4.2	电源电动势	(82)
4.3	电源充放电时的路端电压(以丹聂耳电池为例)	(83)
§ 5	直流电路	(84)

5.1	一段含源电路的欧姆定律	(85)
5.2	全电路欧姆定律	(85)
5.3	电路中任意两点之间的电势差	(86)
§ 6	基尔霍夫方程组	(90)
6.1	基尔霍夫第一方程组	(90)
6.2	基尔霍夫第二方程组	(91)
6.3	基尔霍夫方程组应用举例	(92)
§ 7	电容器的充放电过程	(95)
7.1	电容器的充电过程	(95)
7.2	电容器的放电过程	(97)
	习题	(99)
第四章	稳恒磁场	(102)
§ 1	磁场	(102)
1.1	磁现象	(102)
1.2	磁感应强度	(104)
1.3	磁感应线和磁通量	(106)
§ 2	带电粒子在磁场中的运动	(107)
2.1	带电粒子在磁场中的圆周运动	(107)
2.2	带电粒子在磁场中的螺旋运动	(109)
2.3	带电粒子荷质比的测定	(111)
2.4	霍耳效应	(112)
§ 3	磁场对载流导线的作用 磁矩	(115)
3.1	安培定律	(115)
3.2	平面载流线圈在磁场中受的力矩 磁矩	(116)
§ 4	毕奥—萨伐尔定律	(119)
4.1	毕奥—萨伐尔定律	(120)
4.2	磁场的叠加原理	(120)
4.3	运动电荷的磁场(非相对论性的)	(121)
§ 5	磁场的安培环路定理	(126)

§ 6 两平行长直电流之间的相互作用	(131)
6.1 两平行长直载流导线之间的相互作用	(132)
6.2 电流强度的单位	(133)
习题	(133)
第五章 磁介质	(138)
§ 1 磁介质	(138)
1.1 磁导率	(138)
1.2 磁介质的分类	(139)
§ 2 顺磁质和抗磁质的磁化	(139)
2.1 分子电流和分子磁矩	(139)
2.2 顺磁质和抗磁质的磁化	(140)
§ 3 磁化强度 磁化电流	(141)
3.1 磁化强度	(141)
3.2 磁化电流与磁化强度的关系	(143)
§ 4 有磁介质时的安培环路定理 高斯定律	(144)
4.1 有磁介质时的安培环路定理	(144)
4.2 有磁介质时的高斯定律	(147)
§ 5 铁磁质	(148)
5.1 铁磁质的磁化规律	(148)
5.2 铁磁质的分类	(150)
习题	(151)
第六章 电磁感应和电磁波	(154)
§ 1 电磁感应现象及其基本规律	(154)
1.1 电磁感应现象	(154)
1.2 电磁感应定律	(156)
§ 2 感应电动势	(159)
2.1 动生电动势	(159)
2.2 感生电动势	(163)

§ 3 互感和自感	(166)
3.1 互感	(166)
3.2 自感	(168)
3.3 RL 电路	(171)
§ 4 磁场的能量	(174)
4.1 自感磁能	(174)
4.2 磁场的能量密度	(176)
§ 5 涡流	(176)
§ 6 电磁场理论的基本概念	(178)
6.1 电磁场的基本规律	(178)
6.2 位移电流	(179)
6.3 麦克斯韦方程组	(182)
§ 7 电磁振荡和电磁波	(183)
7.1 LC 振荡电路	(183)
7.2 电磁波	(185)
习题	(190)

第四部分 波动光学

第一章 光的干涉	(195)
§ 1 光源 光的相干性	(197)
1.1 光源	(197)
1.2 光波的描述	(198)
1.3 光的相干性	(200)
1.4 获得相干光的方法	(202)
§ 2 光程 光程差	(203)
2.1 光程	(203)
2.2 光程差	(204)
2.3 成像的等光程性	(204)
2.4 半波损失	(205)
§ 3 分波前双光束干涉	(206)

3.1	杨氏双缝干涉	(206)
3.2	分波前干涉的其他一些实验	(210)
§ 4	时间相干性 空间相干性 [*]	(212)
4.1	时间相干性	(212)
[*] 4.2	空间相干性	(213)
§ 5	分振幅薄膜干涉	(216)
5.1	分振幅薄膜等倾干涉	(216)
5.2	分振幅薄膜等厚干涉	(221)
§ 6	迈克耳孙干涉仪	(225)
6.1	迈克耳孙干涉仪的结构及原理	(225)
6.2	迈克耳孙干涉仪的干涉条纹	(226)
	习题	(229)

第二章 光的衍射

§ 1	光的衍射现象 惠更斯—菲涅耳原理	(232)
1.1	光的衍射现象	(232)
1.2	惠更斯—菲涅耳原理	(233)
1.3	衍射的分类	(234)
§ 2	单缝和圆孔的夫琅和费衍射	(235)
2.1	单缝夫琅和费衍射	(235)
2.2	圆孔的夫琅和费衍射	(242)
§ 3	光学仪器的分辨本领	(244)
3.1	瑞利判据	(245)
3.2	人眼、显微镜、照相物镜的分辨本领	(246)
§ 4	光栅衍射	(248)
4.1	衍射光栅	(249)
4.2	光栅衍射图样	(250)
4.3	光栅衍射图样的特征	(254)
§ 5	光栅光谱	(257)
5.1	角色散 D	(258)

5.2	重级现象	(258)
5.3	光栅的分辨本领	(259)
§ 6	X射线衍射 布喇格公式	(261)
6.1	X射线	(262)
6.2	X射线晶体衍射	(262)
6.3	布喇格公式	(263)
	习题	(264)

第三章 光的偏振..... (268)

§ 1	自然光和偏振光	(268)
1.1	光的偏振性	(268)
1.2	光偏振态的分类	(269)
§ 2	偏振片起偏和检偏 马吕斯定律	(273)
2.1	偏振片起偏和检偏	(273)
2.2	马吕斯定律	(274)
§ 3	反射和折射时光的偏振	(277)
§ 4	光的双折射	(281)
4.1	双折射现象	(282)
4.2	寻常光(o光)和非常光(e光).....	(284)
4.3	用惠更斯原理解释双折射现象	(284)
4.4	双折射现象的应用	(286)
§ 5	椭圆偏振光、圆偏振光、偏振光的检验	(289)
5.1	椭圆偏振光和圆偏振光的产生	(289)
5.2	线偏振光垂直通过波片后的偏振态	(290)
5.3	偏振态的检验	(291)
§ 6	分振动面的干涉——偏振光干涉	(292)
6.1	偏振片 M 与 N 的透振方向相互垂直	(293)
6.2	偏振片 M 与 N 的透振方向相互平行	(294)
§ 7	人为双折射现象*	(298)
7.1	光弹效应	(298)

7.2 克尔效应	(299)
§ 8 旋光现象	(301)
习题	(303)

第五部分 量子物理

第一章 能量量子化 波粒二象性 玻尔量子论	(309)
§ 1 黑体辐射 普朗克量子	(310)
§ 2 光电效应 爱因斯坦光子	(312)
§ 3 康普顿效应 光子与电子的碰撞	(315)
§ 4 原子模型 玻尔量子论	(318)
4.1 原子结构	(318)
4.2 原子光谱	(319)
4.3 玻尔量子论	(320)
§ 5 德布罗意物质波 物质波的波动方程	(323)
5.1 实物粒子的波粒二象性 德布罗意物质波	(323)
5.2 物质波的波动方程	(328)
习题	(328)
第二章 波函数和薛定谔方程	(330)
§ 1 波函数的统计诠释	(330)
§ 2 不确定关系	(335)
§ 3 力学量的算符表示和力学量算符的本征值方程	(337)
3.1 力学量算符的引出	(337)
3.2 力学量的算符表示和力学量算符的本征值方程	(339)
§ 4 薛定谔方程	(342)
§ 5 一维势阱问题	(346)
5.1 一维无限深势阱 分立谱	(346)
5.2 半无限深势阱	(354)
§ 6 一维方势垒	(357)

6.1	隧道效应	(357)
6.2	量子隧道效应举例	(359)
6.3	氮分子	(361)
6.4	共振隧道效应	(364)
	习题.....	(365)
第三章 原子 分子 固体..... (369)		
§ 1	氢原子	(369)
§ 2	多电子原子 原子基态的电子排布	(373)
§ 3	原子光谱	(379)
3.1	碱金属原子光谱	(379)
3.2	碱金属原子的精细结构	(382)
3.3	能级在外磁场中的分裂 塞曼效应	(384)
§ 4	激光	(385)
§ 5	X 射线	(388)
§ 6	氢分子和共价键	(391)
§ 7	固体的能带理论	(393)
§ 8	超导现象	(397)
	习题.....	(399)
第四章 原子核和原子能的利用..... (400)		
§ 1	原子核的一般性质	(400)
1.1	原子核的组成和基本性质	(400)
1.2	原子核的大小和形状	(401)
1.3	原子核的结合能	(402)
1.4	原子核的自旋和原子核的磁矩	(405)
§ 2	核力和核力的介子理论	(405)
2.1	核力的特点	(405)
2.2	核力的介子理论	(407)
§ 3	放射性衰变的基本规律	(407)

3.1	放射性衰变规律	(407)
3.2	α 衰变	(409)
3.3	β 衰变	(410)
3.4	γ 衰变 穆斯堡尔效应	(411)
§ 4	原子能的利用	(414)
4.1	原子能的可能释放形式	(414)
4.2	核裂变的原子能	(416)
4.3	核聚变的原子能	(416)
	习题	(418)
	诺贝尔物理学奖获得者名录	(419)

第三部分 电 磁 学

电磁相互作用是自然界中四种基本相互作用之一,电磁运动是物质的一种基本运动形式。在日常生活、生产实践和科学研究中,在对物质结构的深入认识中,都要涉及电磁运动。因此,深入理解、掌握电磁运动的规律是极为重要的。本部分主要是从实验事实出发,引入电磁场,介绍描述电磁运动规律的基本方程——电磁场的麦克斯韦方程组。本课程要求掌握麦克斯韦方程组的积分形式。

第一章 真空中的静电场

§ 1 电相互作用

1.1 电荷 电荷守恒定律

(1) 两种电荷

早在公元前 500 多年人们就发现了用木块摩擦过的琥珀能够吸引羽毛、纸片等轻小物体的现象。后来发现许多物质(如玻璃、硬橡胶等)经过毛皮或丝绸等摩擦后,都能吸引轻小物体,于是人们就说它们带了

电,或者说它们有了电荷。

电相互作用比万有引力相互作用强得多,而且具有与引力相互作用根本不同的性质。电荷的基本属性之一是存在两种电荷,称之为正电荷和负电荷。同号电荷互相排斥,异号电荷互相吸引。大多数宏观物体是由等量的正电荷和负电荷组成的,称为是电中性的。

定量而言,常用电量或电荷量(简称电荷)来表示物体所带电荷的多少。如图 1-1 所示的验电器,是检测电荷和电量的最简单的一种仪器。在玻璃瓶外壳上绝缘地安装一根金属杆,杆的上端有一金属球,下端有一对悬挂着的金属箔。当它们带电时,根据“同种电荷互相排斥”的性质就会使金属箔张开,所带的电荷越多,张角就越大。

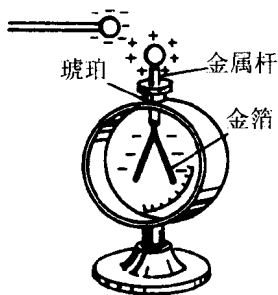


图 1-1

从验电器的实验可以看出,电荷可以从金属棒的一端移至另一端。这种允许电荷通过的物体称为导体,而不允许电荷通过的物体称为绝缘体或电介质。半导体的导电性质是介于导体和绝缘体之间的,是具有特殊电性质的材料。

从物质的微观结构来看,金属之所以导电,是因为组成金属原子的最外层价电子可以摆脱原子的束缚而在金属中自由运动,称之为自由电子;电解液之所以导电,是因为其内部存在许多可以作宏观运动的正、负离子。在半导体中,通常把导电的粒子称为载流子,包括带负电的电子和带正电的空穴。 n 型半导体中的多数载流子是电子, p 型半导体中的多数载流子是空穴。在绝缘体(电介质)内部,由于电子所受到的原子核的束缚较紧,基本上没有自由电荷,所以几乎不导电。

两个物体互相摩擦后之所以会带电,是因为通过摩擦,每个物体中都有一些电子脱离了原子束缚而转移到另一个物体上去。但是,不同质料的物体彼此向对方转移的电子数目往往不相等,所以从总体上讲,一个物体失去了电子而带正电,另一个物体得到了电子而带负电,这就是摩擦起电现象。如图 1-1 所示,当我们把带负电的物体移近金属球时,

导体(金属杆上端)中的自由电子在负电荷的排斥力作用下向远离带电体一端移动,结果导体的这一端因电子过少而带正电,另一端则因电子过多而带负电,这就是静电感应现象。由此可见,摩擦起电和静电感应现象中的起电过程,都是电荷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的过程。电荷既不能被创造,也不能被消灭。

(2) 电荷守恒定律

电荷守恒定律可以表述为:在孤立系统中(一个与外界没有电荷交换的系统内),正、负电荷的代数和在任何物理过程中保持不变。

近代科学实验证明,电荷守恒定律不仅在一切宏观过程中成立,而且在一切微观过程(例如核反应和基本粒子过程)中都普遍遵守。电荷是在一切相互作用下都守恒的一个守恒量,电荷守恒定律是物理学中普遍的基本定律之一。

(3) 电荷量子化

1906年~1917年,密立根(R. A. Millikan)用液滴法测定了电子的电荷,他三次改进了实验方法,取得了上千次的测量数据。他首先从实验上证明了,微小粒子带电量的变化不是连续的,它只能是某个元电荷 e 的整数倍,这就是说粒子的电荷是量子化的。 e 代表电子的电荷绝对值。迄今所知,电子是自然界存在的最小负电荷,质子是最小正电荷,它们与元电荷 e 的量值都相等,其1986年的推荐值为:

$$e=1.60217733(49)\times 10^{-19}\text{库仑(C)}$$

其中 C (库仑)是电量的单位。

电荷量子化是一个实验规律。假定中子电荷等于质子和电子电荷的代数和,现有的实验结果是

$$\frac{|q_n|}{|q_e|} = \left| \frac{|q_e| - |q_p|}{|q_e|} \right| < 10^{-21}$$

这表明电荷量子化已经在相当高的精度下得到了检验。

尽管在1964年盖尔曼等人提出的夸克模型,认为质子和中子等强子都是由分别具有 $-e/3$ 和 $2e/3$ 电荷的夸克组成的,但这并不破坏电荷量子化的规律。况且,迄今实验上还没有发现处于自由状态的夸克。

(4) 电荷的相对论不变性