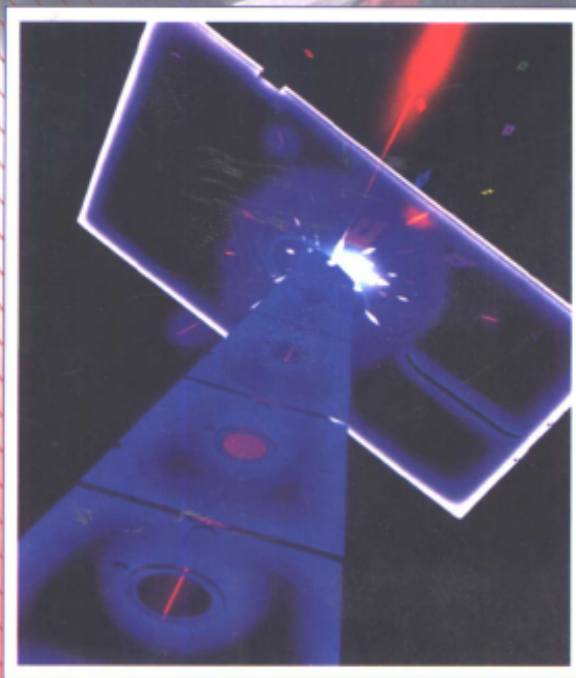


高中自学辅导实验教材

高二物理



丛书主编 王兴华等
本书主编 闫金祥等

科学出版社

(G-1066 0101)

责任编辑：曾美玉 徐一帆 / 封面设计：李西宁



高中
自
学
辅
导
实
验
教
材
高
二
物
理

ISBN 7-03-009589-8



9 787030 095893 >

ISBN 7-03-009589-8/G · 1066

定 价：24.50 元

(含习题 检测题及答案)

科
学
出
版
社

高中自学辅导实验教材

高二物理

丛书主编 王兴华 等

本书主编 闫金祥 等

科学出版社

2001

内 容 简 介

本书是根据国家教育部现行的教学大纲并参照有关版本的内容,用心理学的理论和原则编写的、以学生自学为主的实验教材。书中主要介绍:电场,恒定电流,磁场,电磁感应,交变电流,电磁波,光的反射和折射,透镜成像及其应用,光的波动性,量子论初步和原子核。本书还配有练习与参考答案。

本书可供高中二年级学生、有关教师以及其他社会青少年阅读、参考。

高中自学辅导实验教材

高二物理

丛书主编 王兴华 等

本书主编 闫金铎 等

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencecp.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2001年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2001年8月第一次印刷 印张:24 1/4

印数:1—5 100 字数:551 000

ISBN7-03-009589-8/G·1066

定价:24.50元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈兰各〉)

高中自学辅导实验教材

《高二物理》编辑委员会

顾问 王文湛(国家教育部副总督学 原国家教育部基础教育司司长)
匡培梓(原中国科学院心理研究所所长)
林崇德(原北京师范大学发展心理所所长)

编委主任 杨玉芳 林仲贤
副主任 王兴华 张景 张学甫 白振东 刘宝绵
刘克均 王洪奎 郑万军 蒋志敏 张世先

丛书主编 王兴华

本书主编 闫金祥

副主编 赵金奎 金惠锋

编委 (以姓氏笔画为序)

马小创	王庆民	王怀广	王维群	刘大光
许彤	朱真强	李文翠	李学军	吴文华
张宽	张仲云	张秀清	张铁山	周晓岩
金惠锋	赵金奎	唐学华	董会兴	鲁红稳
蒙晓明	蔡秀坤	魏子强		

审稿 赵金奎 张仲云

序 言

王兴华老师是中国科学院心理研究所一位研究人员,多年来一直从事教育心理学的研究工作,尤其是在自学辅助教学方面,积累了许多经验。她曾主编中学自学辅导教学实验教材多种,其中有数学、物理、化学等。这些教学实验教材是运用教育心理学的一些基本原理、原则,结合学生心理发展的规律特点进行编写的,很有特色。这些教材在全国一些中学进行的实验中取得了很好的效果,深受教师和学生的欢迎。

在教学改革中,如何加强对青少年全面素质的培养是近年来大家关心的问题。对青少年素质的培养问题,从中央领导直到有关教育部门都十分重视。在传统的教育中,多由教师按部就班地传授知识,强调升学率,进行满堂灌,学生和教师负担都很重。这种“应试教育”已明显不符合当前“素质教育”的要求。要大力提高青少年的全面素质,就必须在教学改革中,通过各种有效途径提高教学质量。要提高教学质量,就必须进行教材的改革。王兴华老师与富有教学经验的老师共同编写的自学辅导教材是为适应当前的教学改革需要而编写的。她先后主编出版了数学、物理、化学等自学辅导教材,相继在全国一些学校进行了教学实验。实验证明:这种自学辅导教材可以明显提高学生的学习兴趣,增强他们的学习信心,培养良好的学习习惯和自学能力,学习成绩明显提高。与此同时也大大减轻了学生和教师的负担。

中学自学辅导教材的编写最先是在一些理科课程上进行的,是否也可以适用于其他学科呢?我国著名心理学家、中国科学院心理研究所原所长潘菽教授曾这样说过:从原理上来看,应该是可以的,但要进行大量的研究工作。王兴华老师与中学富有教学实践经验的教师一起,在以往长期进行教学实验的基础上,对原有的自学辅助教学教材做了进一步的改进,使其更加完善,同时对一些文科的自学辅导教材(语文、外语、历史、地理)也做了探索性的编写。由于这些教材是运用教育心理学的原理、原则,密切结合学生的心理特点来编写的,内容深入浅出,循序渐进,重点突出,易于学习与掌握。我相信这些实验教材将会进一步开出绚丽的花朵。

中国心理学会原理事长

林仲贤

2000年4月于北京

前 言

党和国家领导人曾多次提出要深化教育改革,全面推进素质教育,减轻学生负担,提高教学质量,使学生的身心得到健康的发展。

原国家教委副主任柳斌认为,根据教材编写大纲第33条中的规定,教材在统一基本要求的前提下,可以实行多样化;要提倡鼓励编写有特色的教材,不一定成套,单科也可以。他还认为,课程教材对学习能力的要求是不容忽视的。教学要重视个性培养,发展特长,强调因材施教原则。教材结构要多考虑学生的心理因素,不能只考虑知识的逻辑关系,要以学生活动为中心来安排教学。

英国心理学家戴维·刘易斯说过,每一个正常的孩子都具有足够的聪明才智和成功的潜力,问题只在于如何有效地挖掘并将其引入正确的发展轨道。教育学和心理学家认为:成功的教育主要不在于传授知识,而在于提供获取这些知识的途径和方法,并同时激发和培养个人对学习的自然渴望。美国心理学家斯金纳主张不是对儿童讲授,而是编写“程序教材”让学生自己去学。中国科学院心理研究所原所长潘菽在1980年提出“自学辅导教学实验”,他说:“为了四化的需要,我们的教育必须进行一番实质性的改革,而中小学阶段的教学改革更是一个重要的问题。我们所需要的教学改革很可能就是自学辅导教学这样的教学方式。”

根据以上的精神,我们从心理学的角度考虑,对传统课堂教学形式进行改革。为了提高学生素质,培养新一代建设人才和接班人,我们自1989年开始组织编写了《高中数学》实验教材,1990年正式在湖北、湖南、河南、河北、江西、江苏、广东、广西、吉林、辽宁、黑龙江、四川等省市的一些学校进行教学实验。数学教学实验成功后,在师生、家长的呼吁下,1995年又编写了《高中物理》、《高中化学》自学实验教材。10多年来,使用数学、物理、化学实验教材的班级无论在平时考试还是在期中、期末考试,以及竞赛、高考时成绩都比本校同年级对照班高出10分左右,自学能力、学习积极性也都比对照班有所提高。因此,这套教材受到社会上各界人士的好评,也得到教育部有关领导的支持和承认。此课题在1993年曾被列入国家自然科学基金项目,充分说明了这一教改实验是成功的、有生命力的,同时也是可行的。

为什么课堂自学辅导教学实验深受大家的肯定和欢迎呢?这与本教材和教学法的如下特点有关。

1. 本教材编写时运用了心理学的理论、原则与方法,教材适合学生的认知规律、年龄特点和个别差异。

2. 自学教材编写上遵循了心理学的“小步子”原则。教材被分成小的模块,保证学生能够由浅入深地自学。这种教材减少了学习的挫折感,增强了自信心,提高了学习自觉性。

3. 运用及时强化原则(各章节备有练习及练习答案),学生自学时可以及时了解自学

的效果,从而激发学习兴趣,调动学习的积极性和主动性。

4. 教材中提出了学习方法与学习思路,以及启发式、产生式规则,解决了学生自学的困难,从而减少了学生的认知负荷。

5. 我们提出了与教材配套使用的课堂教学模式(回忆、自学、辅导、讲解),概括了整个课堂教学过程中“教与学”的任务。回忆,指教师在课堂上学习新课前提问与新知识有关的旧知识,为引入新知识作好铺垫,通过回忆、再认识,让学生摆脱头脑中紊乱的思维,集中注意力,引入新课(用时3分钟左右)。自学,指学生在课堂上积极主动地去看书、划重点、做眉批、做例题与习题、对答案。对答案有三个效应:(1)做对了学生划对号,是强化;(2)做错了,学生划叉号,是纠正;(3)不会做时,答案是提示。学生可以依据自己的水平调整学习进度。自学用时30分钟左右。(根据课堂上教学内容的多少、难易程度,确定自学时间。一般自学时,老师不要让学生停止自学而去听他讲解。学生只有通过自学解决了难题,才能培养出自学能力、独立思考能力、创造思维能力,才能发展个性。)辅导,指老师在学生自学时主动积极地去指导优生、辅导差生、鼓励中等生,抽查学生作业,检查学生读书是否读懂,解决学习中碰到的各类疑难问题,使各类学生都能及时得到老师的关心和帮助。讲解,指老师针对学生自学时难点、重点问题,以及典型的共性问题,予以讲解,包括纠正格式、强化概念、分析归纳知识等。通过辅导和讲解,起到弥补漏洞,使学生掌握本节课的新知识的作用,此环节用时10分钟左右。

6. 自学辅导教学的心理学原则是:(1)自定步调与群定步调相结合;(2)刺激、反应、强化相结合;(3)知道结果与不知道结果相结合;(4)外显反应、内隐反应和暗含反应相结合;(5)自然强化与人工强化相结合;(6)自学、辅导、指导、讲解相结合。

7. 自学为主的方法培养了学生的独立思考能力、观察分析能力和动手动脑能力。

8. 课堂教学以学生活动为中心,学生可以自定学习进度,基础好的可以多学、快学,基础差的可以慢学、少学(练习题分A、B题,以供选择),学生都可以学会教学大纲上规定的内容,并使有所提高,这避免了老师讲课不照顾个别差异,一刀切,满堂灌,学生被动听的情况,可有效实施因材施教。

9. 由于课堂上给学生2/3的自学时间(看书、做练习、对答案),同时老师能巡视课堂予以辅导,及时检查批改作业,这就减轻了课下学生做作业、老师改作业负担。

10. 使用本教材,学生不但学会了知识,而且学会了学习方法,培养了学习意志、学习兴趣、良好的学习习惯与学习品质。

总之,自学教材及自学方法,改变了课堂上教与学的形式,变被动学习为主动学习,也解决了传统讲授法不能解决的面向全体学生、因材施教、发展学生个性等问题。

本教材在编写过程中,得到有关领导和许多同志的指导、鼓励和帮助。

尽管编者为本教材的编写作了极大的努力,然而限于时间和水平,错误和不当之处在所难免,衷心希望参加实验的师生和广大热心的读者提出批评和指正,以便今后改进。

王兴华

2000年于北京

目 录

第一章 电场	(1)
第一节 两种电荷 电荷守恒定律	(1)
第二节 库仑定律	(3)
第三节 电场 电场强度	(6)
第四节 电场线	(9)
第五节 电场中的导体	(11)
第六节 电势差 电势	(14)
第七节 等势面	(17)
第八节 电势差与电场强度的关系	(20)
第九节 电容器 电容	(23)
第十节 带电粒子在电场中的运动	(27)
实验1 电场中等势线的描绘	(32)
实验2 练习使用示波器	(33)
本章小结	(35)
第二章 恒定电流	(37)
第一节 电流	(37)
第二节 欧姆定律	(39)
第三节 电阻定律 电阻率	(41)
第四节 电功与电热	(44)
第五节 串联电路和并联电路	(46)
第六节 电压表和电流表	(49)
第七节 滑动变阻器	(50)
第八节 闭合电路欧姆定律	(51)
第九节 电阻的测量	(53)
实验1 描绘小灯泡的伏安特性曲线	(55)
实验2 测定金属的电阻率	(57)
实验3 传感器的简单应用	(58)
实验4 把电流表改装为电压表	(60)
实验5 研究闭合电路的欧姆定律	(62)
实验6 测定电源的电动势和内阻	(62)
实验7 用多用电表探索黑箱内电学元件	(64)
本章小结	(65)
第三章 磁场	(67)
第一节 磁场 磁感线	(67)
第二节 磁感应强度 安培力	(70)

第三节	习题课(一)	(73)
第四节	电流表的工作原理	(76)
第五节	磁场对运动电荷的作用	(77)
第六节	带电粒子在磁场中的运动 质谱仪	(79)
第七节	回旋加速器	(82)
第八节	习题课(二)	(83)
第九节	安培分子电流假说 磁性材料	(86)
第十节	磁通量	(87)
本章小结		(90)
第四章	电磁感应	(92)
第一节	电磁感应现象	(92)
第二节	感应电流的方向 楞次定律	(95)
第三节	楞次定律的应用	(99)
第四节	法拉第电磁感应定律	(101)
第五节	习题课	(105)
第六节	自感	(108)
第七节	日光灯的工作原理	(111)
第八节	电磁感应中的能量转化和守恒	(113)
本章小结		(115)
第五章	交变电流	(117)
第一节	交变电流的产生和变化规律	(117)
第二节	表征交变电流的物理量	(120)
第三节	电感和电容对交变电流的影响	(121)
第四节	变压器	(123)
第五节	电能的输送	(126)
第六节	三相交变电流	(130)
第七节	感应电动机	(131)
本章小结		(133)
第六章	电磁波	(135)
第一节	电磁振荡	(135)
第二节	电磁振荡的周期和频率	(137)
第三节	电磁场	(139)
第四节	电磁波	(141)
第五节	电磁波的发射与接收	(144)
第六节	电视 雷达	(146)
本章小结		(148)
第七章	光的反射和折射	(149)
第一节	光的直线传播 光速	(149)
第二节	影的形成 日月食	(152)
第三节	光的反射 平面镜	(155)
第四节	习题课(一)	(157)

第五节 光的折射	(159)
第六节 全反射	(163)
第七节 实验:测定玻璃的折射率	(166)
第八节 棱镜	(168)
第九节 习题课(二)	(170)
本章小结	(172)
第八章 透镜成像及其应用	(174)
第一节 透镜	(174)
第二节 透镜成像作图法	(177)
第三节 习题课(一)	(180)
第四节 透镜成像公式	(182)
第五节 习题课(二)	(184)
第六节 实验:测定凸透镜的焦距	(187)
第七节 眼睛	(188)
第八节 显微镜和望远镜	(190)
本章小结	(191)
第九章 光的波动性	(193)
第一节 光学的发展概况	(193)
第二节 双缝干涉	(194)
第三节 薄膜干涉及其应用	(198)
第四节 光的衍射	(200)
第五节 光的偏振	(202)
第六节 光的电磁说	(204)
第七节 实验:用双缝干涉测光的波长	(208)
本章小结	(210)
第十章 量子论初步	(213)
第一节 光电效应 光子	(213)
第二节 光的波粒二象性	(217)
第三节 玻尔的原子模型能级	(219)
第四节 物质波	(223)
本章小结	(224)
第十一章 原子核	(226)
第一节 原子的核式结构 原子核	(226)
第二节 天然放射现象 衰变	(228)
* 第三节 探测射线的方法	(231)
* 第四节 放射性同位素的应用	(233)
第五节 核反应 核能	(234)
第六节 裂变	(235)
第七节 轻核的聚变	(238)
* 第八节 “基本”粒子	(239)
本章小结	(242)

第一章 电 场

第一节 两种电荷 电荷守恒定律

目标提示

(1) 知道自然界中只存在两种电荷,知道电量的概念,知道三种起电的方法,知道什么叫元电荷。

(2) 理解电荷守恒定律,能正确区别“中性”和“中和”两个不同概念。

通过初中的学习,我们知道可以通过接触起电和摩擦起电两种方式使物体带电,并对正负电荷及带电体间作用有了初步了解。那么,物体有无其他起电方式,带电体间相互作用规律及实质是怎样的呢?从本节开始,我们将开始讨论这些问题。

1. 两种电荷

初中时,我们已经知道,用丝绸摩擦过的玻璃棒,用毛皮摩擦过的橡胶棒,都能吸引轻小物体,它们都带上了电荷。用丝绸摩擦过的玻璃棒带正电荷,用毛皮摩擦过的橡胶棒带负电荷,同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引。大量实验表明,某种电荷如果跟丝绸摩擦过的玻璃棒带的电相互排斥,那么就一定跟毛皮摩擦过的橡胶棒带的电相互吸引;或者跟丝绸摩擦过的玻璃棒带的电相互吸引,就一定跟毛皮摩擦过的橡胶棒带的电相互排斥。由此可知,在自然界中不存在同时跟正负电荷相互排斥或者相互吸引的第三种电荷。

电荷的多少叫做**电荷量**,简称**电荷**。通常,正电荷的电荷量用正数表示,负电荷的电荷量用负数表示。电荷量的国际单位是**库仑**,符号C。

我们知道,物体是由原子组成的,原子是由原子核和核外电子组成的。原子核带正电,电子带负电。在通常的情况下,原子核所带的正电荷和核外电子所带的负电荷在数量上相等,原子不显电性即呈电中性,由原子构成的物体也呈电中性,对外表现为不带电的状态。可见,任何不带电的物体,实际上其中都有等量的正负电荷。

(完成练习册 1-1A 第 1 题)

2. 静电感应 电荷守恒定律

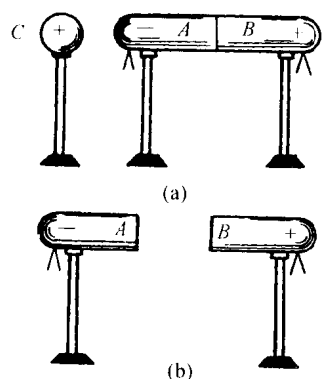
使物体带电叫做起电。起电的过程实际上是使物体中的正负电荷分开的过程。例如我们在初中学过摩擦起电,并且分析了摩擦起电的原因。在摩擦起电中,一个物体失去一些电子而带正电,另一个物体得到这些电子而带负电,摩擦起电不是创造了电荷,而是使物体中的正负电荷分开,并使电子从一个物体转移到另一个物体。

除接触起电和摩擦起电以外,有无其他使物体起电的方式呢?我们来分析一个实验。

取一对用绝缘支柱支持的金属导体A和B,使它们彼此接触,起初它们不带电,粘在它们下部的金属箔是闭合的,现在把带正电荷的球C移近导体A,可以看到A、B上的金

属箔都张开了,表示 A, B 都带上了电荷(图 1-1a)。实验表明:导体 A 上带负电荷,与 C 上的电荷异号;导体 B 上带正电荷,与 C 上的电荷同号。

如果先把 A 和 B 分开,然后移去 C ,可以看到 A 和 B 仍带有电荷(图 1-1b)。如果再让 A 和 B 接触,它们就不再带电,这说明 A 和 B 分开后所带的异种电荷是等量的,重新接触后等量异种电荷发生中和。



把电荷移近不带电的导体,可以使导体带电,这种现象叫做**静电感应**,利用静电感应使物体带电,叫做**感应起电**。

为什么会产生静电感应呢?把带电的球 C 移近金属导体 A 和 B 时,导体上的自由电子受到 C 上正电荷吸引向左移动, A 上由于出现多余电子而带负电, B 上由于缺少电子而带正电,即导体 A 和 B 带上了等量的异种电荷。感应起电也不是创造了电荷,而是使物体中的正负电荷重新分布,使电荷从物体的一部分转移到另一部分,它们正负电荷的代数和仍为零。

大量实验表明,电荷既不能创造,也不能消灭,只能从一个物体转移到另一个物体,或者从物体的一部分转移到另一部分,这个结论叫做**电荷守恒定律**。电荷守恒定律是大量实验的总结,是物理学中一个重要的基本规律,在已经发现的一切宏观和微观现象中都成立。

3. 元电荷

电子和质子带有等量的异种电荷,电荷量 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ 。实验表明,所有带电体的电荷量或者等于电荷量 e ,或者是电荷量 e 的整数倍。因此,电荷量 e 被我们称为**元电荷**,这种带电的规律叫电荷量子化。

电荷量 e 的数值最早是由美国科学家密立根通过实验测得的,在密立根实验之后,人们又做了许多实验,进一步精确测定电荷量 e ,现在测得的元电荷的精确值为

$$e = 1.60217733 \times 10^{-19} \text{C}$$

通常取作 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ 。

(完成练习册 1-1A 第 2~4 题)

思考:塑料球靠近带电体时能发生静电感应吗?

作业

1. 如图 1-2 所示,将一根用丝绸摩擦过的玻璃棒,靠近一个小通草球时

- A. 如果小球被吸引,小球必带负电
- B. 如果小球被吸引,小球必带正电
- C. 如果小球被排斥,小球必带负电
- D. 如果小球被排斥,小球必带正电

2. 关于元电荷,下列论述正确的是

- A. 把质子或电子叫元电荷
- B. 把 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 的电荷量叫元电荷

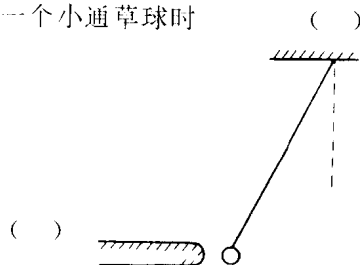


图 1-2

C. 电子带有最小的负电荷,其电荷量的绝对值叫元电荷

D. 质子带有最小的正电荷,其电荷量的绝对值叫元电荷

3. 如图 1-3 所示,两个相互接触的原来不带电的导体 A 和 B ,靠近带正电的导体球 C 放置,三者均有绝缘支架。若先将 C 移走,再把 A, B 分开,则 A _____ 电, B _____ 电;若先将 A, B 分开,再移走 C ,则 A 带 _____ 电, B 带 _____ 电。

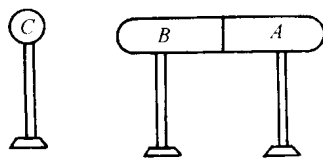


图 1-3

第二节 库仑定律

目标提示

(1) 知道点电荷的概念,知道库仑定律的适用条件和静电力常量。

(2) 理解库仑定律的含义及其表达式,会用库仑定律的公式进行有关的计算。

*(3) 了解库仑扭秤实验的原理。

前面的学习,我们知道了同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引。那么,电荷之间的相互作用力跟哪些因素有关呢?本节,我们将讨论这个问题。

库仑定律

我们做下面的实验

实验

把一个带正电的物体放在 A 处,然后把挂在丝线上的带正电的小球先后挂在 P_1, P_2, P_3 等位置处(图 1-4),比较小球在不同位置处所受电力的大小。而小球所受电力的大小可以通过丝线偏离竖直方向的角度显示出来,偏角越大,表示小球受到的电力越大。

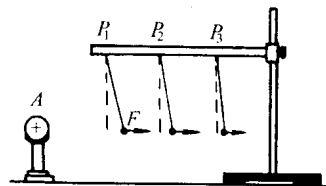


图 1-4

把小球挂在同一位置,增大或减小它所带的电荷量,比较小球所受电力大小的变化。

实验表明,电荷之间的作用力随着电荷量的增大而增大,随着距离的增大而减小。

电荷间的相互作用力叫做**静电力**或者**库仑力**。法国物理学家库仑(1736—1806)用实验研究了电荷间相互作用的静电力,于 1785 年发现了下述规律:

真空中两个点电荷之间相互作用的电力,跟它们的电荷量的乘积成正比,跟它们的距离的二次方成反比,作用力的方向在它们的连线上。这个规律叫做库仑定律。

库仑定律的适用条件是真空、点电荷。真空是一种理想状态,绝对的真空是没有的,由于空气中电荷间的相互作用与真空中的相互作用十分近似,所以常将空气中电荷间的相互作用近似当做真空条件来处理;库仑定律中所说的点电荷指的是什么呢?点电荷跟力学中的质点的概念一样,都是一种科学的抽象、理想化的模型。对于实际的带电体,如果带电体间的距离比它们自身的大小大得多,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,这样的带电体就可以看作点电荷。

如果用 Q_1 和 Q_2 表示两个点电荷的电荷量,用 r 表示它们之间的距离,用 F 表示它们之间的相互作用力,则库仑定律的表达式如下:

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

式中的 k 是一个常量,叫做**静电力常量**。在国际单位制中,由实验可得出 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。

例 1 试比较电子和质子间静电引力和万有引力。已知电子的质量 $m_1 = 9.10 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 质子的质量 $m_2 = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 电子和质子的电荷量都是 $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

解析: 电子和质子间的静电引力 F_1 和万有引力 F_2 分别是

$$F_1 = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}, F_2 = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

所以

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{k Q_1 Q_2}{G m_1 m_2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{9.0 \times 10^9 \times 1.60 \times 10^{-19} \times 1.60 \times 10^{-19}}{6.67 \times 10^{-11} \times 9.10 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}} = 2.3 \times 10^{39}$$

可以看出,电子和质子的静电引力 F_1 竟为它们的万有引力 F_2 的 2.3×10^{39} 倍,这是一个多么大的倍数啊! 正因为如此,在研究微观带电粒子的相互作用时,经常可以忽略它们间的万有引力。

注意: 应用库仑定律的公式进行计算时,电荷的正负不必代入公式进行计算,因为带入正负符号进行计算所得到的力的正负,只能说明正为斥力,负为引力,这与力的矢量运算中的正负含义是不同的,不代表方向。为了避免混淆,电荷间的库仑力方向可以直接根据“同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引”进行判断。电荷间的库仑力是相互的,同样遵循牛顿第三定律。

(完成练习册 1-2A 第 1,2 题)

例 2 两个大小相同的小球带有同种电荷,可看作点电荷,质量分别为 m_1 和 m_2 , 带电量分别为 q_1 和 q_2 , 用绝缘细线悬挂后,因静电力作用而使悬线张开,张开后分别与竖直方向成夹角 α_1 和 α_2 , 且两球同处一水平线上,如图 14-5, a 所示,若 $\alpha_1 = \alpha_2$, 则下述结论正确的是

()

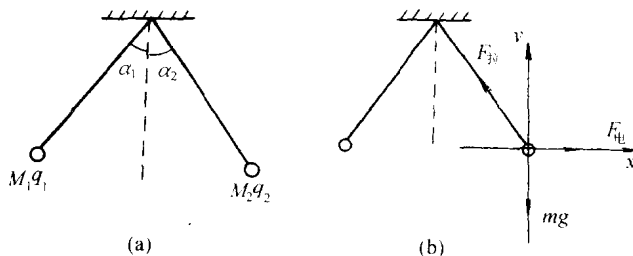


图 1-5

- A. q_1 一定等于 q_2
 B. 一定满足 $\frac{q_1}{m_1} = \frac{q_2}{m_2}$
 C. m_1 一定等于 m_2
 D. 必须同时满足 $q_1 = q_2, m_1 = m_2$

解析: 因为小球所处状态是静止的, 所以可用力的平衡条件去求解。

小球 m_1 受三个力 $F_{\text{库}}$ 、 $F_{\text{电}}$ 和 G 作用, 以水平和竖直方向建立如图 1-5(b) 所示的直角坐标系。

由平衡条件得

$$k \frac{q_1 q_2}{r^2} - F_{\text{库}} \sin \alpha_1 = 0 \quad (1)$$

$$F_{\text{库}} \cos \alpha_1 - m_1 g = 0 \quad (2)$$

由(1)、(2)两式有 $\tan \alpha_1 = \frac{k q_1 q_2}{m_1 g r^2}$

同理, 对 m_2 进行分析可得 $\tan \alpha_2 = \frac{k q_1 q_2}{m_2 g r^2}$

$\because \alpha_1 = \alpha_2 \quad \therefore \tan \alpha_1 = \tan \alpha_2$

有 $m_1 = m_2$

可见, 只要满足 $m_1 = m_2$, 不管 q_1 、 q_2 的大小如何, α_1 都等于 α_2 。所以本题正确答案应选 C。

思考: 1. 本题中, 如果 $m_1 > m_2$, α_1 和 α_2 的关系怎样呢? 如果 $m_1 < m_2$, α_1 和 α_2 的关系又怎样呢?

2. 本题中两个带电小球均是作为点电荷处理的。从理论和实验都可以证明, 当两个球形导体带电时, 在两球距离较远时, 它们之间的库仑力大小, 与认为它们的电量分别集中在各自的球心上的库仑力大小是相同的。因此, 在两球距离较远时, 可以把带电球体作为点电荷来处理。但两球体不能相距太近, 否则由于电荷间的库仑力, 会明显影响电荷的分布, 此时就不能当成点电荷处理。想一想, 此时实际作用的库仑力比作为点电荷处理时计算出的库仑力是大还是小?

(完成练习册 1-2A 第 3、4 题)

作业

1. 真空中有两个点电荷, 它们之间的静电力为 F , 如果使它们的电荷量都减小一半, 距离也减为一半, 则它们之间的静电力为 ()

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

2. 原子核的半径大约为 10^{-15}m , 假定核中的两个质子相距这么远, 它们之间的库仑力有多大?

3. 真空中有三个点电荷, 其中 Q_1 、 Q_3 固定, 知 $Q_1 = 4.0 \times 10^{-12} \text{C}$, $Q_2 = -1.0 \times 10^{-10} \text{C}$, $Q_3 = 1.6 \times 10^{-11} \text{C}$, 它们之间间距如图 1-6 所示, 求 Q_2 所受的静电力。

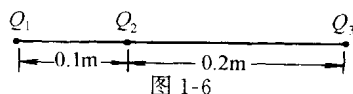


图 1-6

阅读材料 库仑扭秤实验

库仑是用图 1-7 所示的扭秤做实验的。在细金属丝下面悬挂一根玻璃棒，棒的一端有一个金属小球 A，另一端有一个平衡小球 B，在离 A 球某一距离的地方放一个同样的金属小球 C。如果 A 球和 C 球带同种电荷，它们之间的斥力将使玻璃棒转过一个角度。向相反方向扭转旋钮 M，使玻璃棒回到原来的位置，并保持静止，这时金属丝弹力的力矩与静电斥力的力矩平衡，从旋钮 M 转过的角度就可以计算出电荷间的作用力的大小。

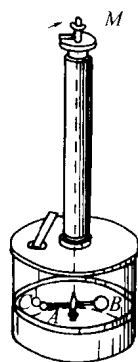


图 1-7 库仑扭秤

库仑曾经猜测电荷间的作用力与距离的二次方成反比，他用扭秤实验测量了两个带电小球在不同距离下的静电力，证实了自己的猜测。鉴于库仑总结出二次方反比定律所依据的实验精确度不高，而库仑定律是电磁学的基本定律，是否精确地满足二次方反比关系又至关重要，所以从库仑定律发表以后直到现代，科学家们用越来越精确的实验来验证二次方反比定律，也就是检验距离 r 的方次与“2”之间究竟有多大偏差。1971 年的实验表明，这个偏差如果有，也不会大于 3×10^{-6} 。可见，库仑定律是一个经过实验检验的精确度极高的物理定律。

第三节 电场 电场强度

目标提示

- (1) 知道电荷间的作用是通过电场发生的，知道电场是客观存在的一种物质。
- (2) 理解电场强度概念及其定义式，理解 $E = \frac{F}{q}$ 的比值定义法。
- (3) 能根据库仑定律和电场强度的定义式推导点电荷场强的计算式，能结合电场叠加原理进行简单的计算。

研究力学问题时，我们发现，物体间的弹力和摩擦力需通过直接接触才能发生相互作用；而电荷之间发生相互作用，不经直接接触即可发生。那么，电荷间的相互作用是怎样发生的呢？

1. 电场

经过长期的科学研究，人们认识到：电荷之间的相互作用是通过电场发生的。电场，尽管看不见，摸不到，但它是实际存在的，只要有电荷存在，电荷的周围就存在着电场。电场的基本性质是它对放入其中的电荷有力的作用，这种力叫做**电场力**。

电场虽然不能被直接感知，但可以根据它表现出来的性质研究它，认识它。这是物理学中常用的研究方法。例如，电荷 A 和 B 的相互作用是通过电场发生的：电荷 A 对 B 的作用，实际上是电荷 A 的电场对电荷 B 的作用；电荷 B 对电荷 A 的作用，实际上是电荷 B 的电场对电荷 A 的作用，图 1-8 用图框表示出了这种关系。

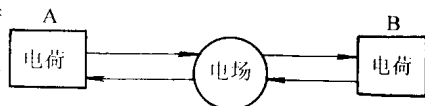


图 1-8

引入场的概念，是对物理学的重要贡献。除了电