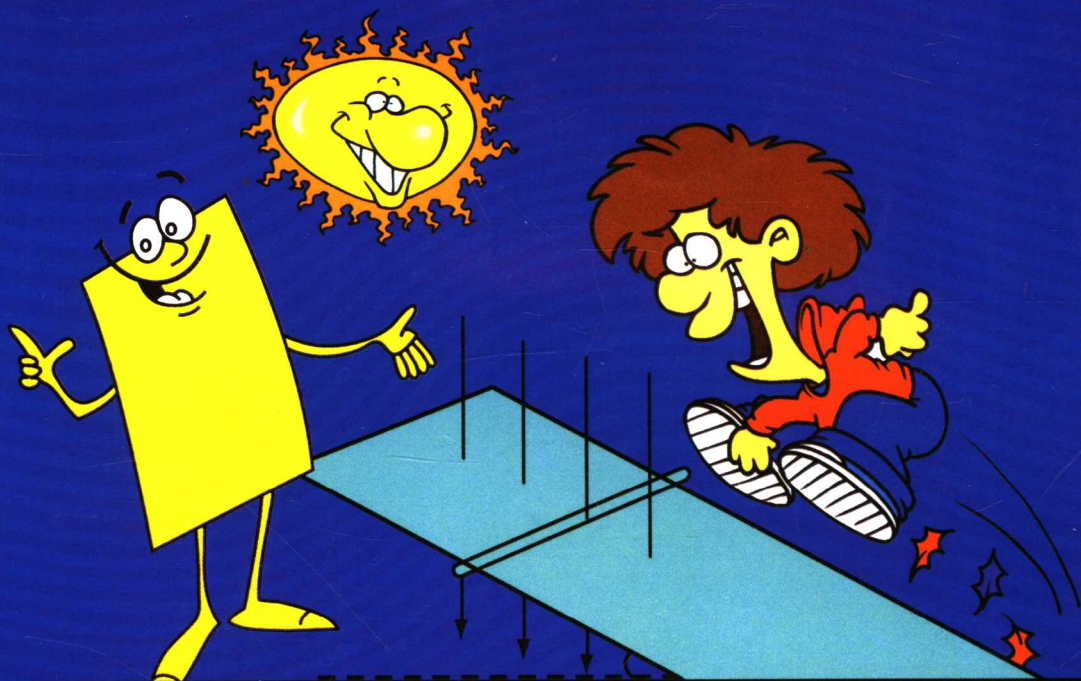


高中精学巧练丛书

上海市 **松江二中** 编写



高二物理

(试验本)

精要点拨与能力激活

丛书主编/乔世伟

副主编/徐界生

本册主编/瞿俊杰



华东理工大学出版社

EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

高中精学巧练丛书

高二物理(试验本)

精要点拨与能力激活

上海市松江二中编写

丛书主编 乔世伟

副主编 徐界生

本册主编 瞿俊杰



华东理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高二物理(试验本)精要点拨与能力激活/瞿俊杰主
编. —上海:华东理工大学出版社,2004.9

(高中精学巧练丛书/乔世伟主编)

ISBN 7-5628-1593-3

I. 高... II. 瞿... III. 物理课-高中-教学参考
资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 081761 号

高中精学巧练丛书编委会名单

主 编 乔世伟

副主编 徐界生

编 委 (以姓氏笔画为序)

孙金明 朱桂娟 张婷 徐建春 葛韵华 瞿俊杰

高中精学巧练丛书

高二物理(试验本)精要点拨与能力激活

上海市松江二中编写 丛书主编 乔世伟 副主编 徐界生 本册主编 瞿俊杰

出版	华东理工大学出版社	开本	787×1092 1/16
社址	上海市梅陇路 130 号	印张	12.5
邮政	邮编 200237 电话(021)64250306	字数	309 千字
网址	www.hdlgpress.com.cn	版次	2004 年 9 月第 1 版
发行	新华书店上海发行所	印次	2006 年 6 月第 4 次
印刷	常熟市东张印刷有限公司	印数	17111-26140 册

ISBN 7-5628-1593-3/O · 115

定价:15.00 元

前 言

本丛书可谓我校《高中教学精华丛书》的新生代。

《高中教学精华丛书》自1996年8月初版以来,即受到广大中学师生的普遍欢迎,经多次重版共销售近百万册。此后,随着教改形势的发展,教材及高考命题的变化,为进一步提高丛书质量,满足读者要求,我们于2001年6月对本丛书作了相当的修改增删,以“修订版”的新貌出现在各家书店的图书专柜上,再一次赢得了广大读者的嘉许。

然而,时代的演变,教改的推进是一个生生不息的过程,永远不允许以服务广大高中师生、服务高中教学为宗旨的我校丛书编写停步不前,只能是与时俱进,以变应变。上海市新一轮课改提出了“以国际化大都市为背景,以德育为核心,以培养学生创新精神和实践能力为重点,以学习方式的改变为特征”的明确要求,市级的各科教学的新编、新选教材闻风而动,相继进入课堂,这对我们来说是一次重编新书的机遇,也是一次探索新路的挑战,更是一次顺应高考改革方向,寻取实战效果的尝试。借百年老校之传承,积数载教改之经验,凭优良师资之实力,受二期课改之驱动,我们群策群力,集思广益,终于促成新生代婴儿的呱呱坠地,命其名为《高中精学巧练丛书》。

在以往的《高中教学精华丛书》的各个分册中,我们曾力求分别体现其实用性、针对性、侧重性、贴近性、全面性、启发性,以期适应自主学习、自主发展、应对考查、应战高考的需要,后又加大“引导性”、“示范性”的力度,掌握了变中求胜的先机。现在看来,以上种种仍需择优融入新编丛书之中。体例不同了,编排不同了,内容不同了,题路不同了,但出新并不意味着一概弃旧,一切都遵循**优化整合、发展创新**的原则,落实**能力立意,应用为要**的措施,注重**夯实基础,促进理解;循序渐进,同步操练;激活思维,拓展视野;加强研究,提升能力**……在这个大前提下,本丛书的各分册编写者各展所长,各显其能,既有共性的渗透,又有个性的发挥。从编写思路到实例举证,文理各科基本上都自有特色。由于这些特色源自于在新的教学形势高考形势下致力于提高学生知识、能力、素质水平的我校第一线教师的智慧结晶,丰硕成果,必然有利于广大师生的参考和实际操作。

本丛书杀青之际,正值学校最为繁忙之时,难免有斟酌不及、考量不周之处,恳请广大读者提出批评建议,帮助我们做好今后的修订工作。谢谢。

上海市松江二中《高中精学巧练丛书》编委会

2004年7月

编写说明

我们曾参加了上海市高中第一轮课程改革试点的全过程,积累了丰富的经验;近年来又参加了新一轮课改的实验工作,更加深了对新教材改革思路的理解,使我们编写新丛书有了更明确的指导思想和实践经验的积累。为了帮助广大高中学生主动参与教学,不断培养自己的创新思维 and 实践能力,经过我们集体研究,认真总结,精心编撰,终于完成了本书的编写。本书的基本特点是:

一、章节安排与二期课改教材基本一致,有利于教师和学生在学习中同步地参考使用。

二、根据“能力立意”的编写宗旨,在选材和编写中,对信息获取能力,分析推理能力,综合思维能力,信息转移和发散思维能力的要求进行细化和强化,设置了“本节学习要求”,“学习导引”,“范例解析”,“拓展联想”和“训练与应用”等特色版块。

【本节学习要求】简要介绍根据大纲确定的本节知识内容、能力要求以及学习水平的级别,A级为“知道”,B级为“理解”,C级为“掌握”,D级为“应用”。

【学习导引】对本节的学习方法进行指导,启发引导学生更快地突破难点,掌握规律,更好地培养理解分析和思维能力。

【范例解析】选编对理解掌握基本概念有透析作用或在应用中有“举一反三”意义的例题,帮助同学跳出题海,提高学习效率和解决实际问题的能力。

【拓展联想】本栏目选编要求是源于教材,适当延伸,注重创新能力的培养,从知识内容和能力要求的角度,为学生展开更宽广的视野,给学有余力的学生提供一块新的发展天地。

【训练与应用】从基本概念的巩固和规律的应用着眼,精选各种类型的习题,特别是加强信息获取,情景分析,教学应用以及归纳综合和发散思维等能力培养的习题。

本册书与高二教材同步,能帮助同学更好地理解、掌握高中物理中有关电路、电场、磁场和近代物理等方面的知识。还针对高二物理会考,编写了有关会考的复习提要、例题和复习自测题。针对部分加一选修物理的同学,有些章节还选编了拓展部分的自测练习题(B卷)。

希望本书对高中学生在物理知识的理解、掌握,物理科学方法和能力培养上有较大的帮助,对物理教师在教学中能提供相应的参考。

本册主编瞿俊杰。参加编写的还有张克权,肖克平。

书中若有疏漏之处,敬请批评指正。

上海市松江二中物理教研组

2004年7月

目 录

第十一章 电场	1
第一节 静电及其测量.....	1
第二节 电荷的相互作用 电场.....	4
第三节 电场的描述	10
第四节 静电的利用与防范	17
第十一章单元自测题	21
第十二章 电路及其应用	24
第一节 串并联组合电路的应用	24
第二节 练习使用多用电表	35
第三节 简单逻辑电路	46
第十二章单元自测题	53
第十三章 磁场	59
第一节 磁场 磁场的描述	59
第二节 磁场对电流的作用 左手定则	64
第三节 直流电动机	75
第十三章单元自测题(A)	79
第十三章单元自测题(B)	83
第十四章 电磁感应 电磁波	86
第一节 电磁感应现象	86
第二节 感应电流的方向 右手定则	90
第三节 楞次定律.....	100
第四节 法拉第电磁感应定律.....	104
第五节 电能及其输送.....	110
第六节 电磁波.....	114
第十四章单元自测题(A)	119
第十四章单元自测题(B)	123
第十五章 光的波粒二象性	126
第一节 光的微粒说和波动说.....	126
第二节 光电效应及其应用.....	133
第十五章单元自测题.....	140
第十六章 物质的微观结构	144
第一节 原子的核式结构.....	144
第二节 原子核.....	147

第十六章单元自测题	155
第十七章 宇宙结构和恒星演化	159
第一节 宇宙的结构	159
第二节 恒星的演化	161
会考复习	164
第一单元 运动和力	164
第二单元 周期运动	169
第三单元 机械能	173
第四单元 内能和气体的性质	176
第五单元 电场和电路	179
第六单元 磁场 电磁感应	185
第七单元 光学 原子物理	191



第十一章 电 场

场是物质存在的一种基本形态,电场是电荷周围存在的一种特殊物质。电场的最基本特性是它对放入其中的电荷产生力的作用。本章最重要的两个概念是电场强度和电势,它们分别是描述电场力的性质和能的性质的物理量。本章从静电现象出发,研究电荷间的相互作用的重要规律,它是引入电场和进一步讨论电场性质的出发点。电场线的引入则是为了形象地描述电场的分布。

第一节 静电及其测量

从静电现象出发,研究静电的产生及其原因,理解电的本质,建立电荷量与元电荷的概念。联系生产实际,消除静电不可捉摸的观念,介绍测量静电的仪器。

【本节学习要求、重点和难点】

1. 了解产生和测量静电的方法。
2. 知道物体带电的原因,能用原子结构说明电子的得失。
3. 了解电荷量、元电荷的概念。
4. 能演示简单的静电实验,会使用验电器,知道密立根油滴实验。

本节的重点是物体带电的原因、电荷量和元电荷的概念。难点是静电实验中电荷难以积聚和保留的问题。

本节学习水平为 A 级。

【学习导引】

1. 静电现象。

在日常生活和生产中随时可见由于静电而产生的各种现象。例如在空气干燥的室内,脱下带有化纤成分的衣服时,会听到轻微的“噼啪”声;若在暗室中还可看到静电放电时产生的火花。

2. 静电的产生。

物体不带电,并非物体内部没有电荷。物质是由原子组成的,而原子又由原子核和核外电子构成,电子带负电,原子核带正电。物体中原子核所带的正电荷总量与核外电子所带的负电荷总量相等时,物体对外不显电性(即呈中性)。如果物体内部正、负电荷数失去平衡,物体就带电了。

使物体带电叫做起电。起电的实质就是部分电荷发生了转移(通常都是因电子的转移而带电)。起电的方式有接触起电、摩擦起电和感应起电。

(1) 接触起电:原来不带电的物体与另一带电体相接触后带上与原带电体所带的同种

电荷。

(2) 摩擦起电:由于相互摩擦的物体间的电子的得失而使物体分别带上了等量的异种电荷。如玻璃棒与丝绸摩擦,由于玻璃棒容易失去电子而带正电,而丝绸得到电子带负电;硬橡胶棒与毛皮摩擦时,由于硬橡胶棒容易得到电子而带负电,而毛皮则失去电子而带正电。

(3) 感应起电:利用静电感应的方法使物体带电。

3. 元电荷。

电子带有最小的负电荷,质子带有最小的正电荷,它们所带的电量在数值上都是 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。实验表明,任何带电体所带的电荷量总是电荷量 e 的整数倍。为此,把 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 叫做元电荷。元电荷是目前认为自然界中最小的电荷量单位。一个电子电荷量在数值上等于元电荷所带电量,其电性为负。

【范例解析】

1. 两个完全相同的金属球,带电荷量分别为 $Q_1 = -2 \times 10^{-9} \text{ C}$ 和 $Q_2 = -4 \times 10^{-9} \text{ C}$, 当接触后再分开,两球所带电荷量分别为多少? 若两球带电荷量分别为 $Q_1 = 2 \times 10^{-9} \text{ C}$ 和 $Q_2 = -4 \times 10^{-9} \text{ C}$, 则接触后再分开,两球带的电荷量又分别为多少?

解析:完全相同的带电金属小球相接触,电荷发生了转移,电荷量的分配规律为:同种电荷总电荷量平均分配,异种电荷先中和后平均分配。所以

当 $Q_1 = -2 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_2 = -4 \times 10^{-9} \text{ C}$ 时

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{2} = \frac{-2 \times 10^{-9} + (-4 \times 10^{-9})}{2} \text{ C} = -3 \times 10^{-9} \text{ C}。$$

当 $Q_1 = 2 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_2 = -4 \times 10^{-9} \text{ C}$ 时

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{2} = \frac{2 \times 10^{-9} + (-4 \times 10^{-9})}{2} \text{ C} = -1 \times 10^{-9} \text{ C}。$$

2. 能不能用普通验电器来直接检测物体带的是何种电荷?

解析:不能。电荷是看不见的,但能被验电器检测出来(如图 11-1(a)所示)。普通验电器顶部装有一个金属球,金属球与金属杆相连,在金属杆的下端是两片很薄的金属片,当验电器不带电荷时,金属片自然下垂。当一个带电体接触到金属球时,电荷能沿着金属棒传递,金属片就带有电荷。由于同时带有同一种电荷,两金属片相互排斥而张开。不管被检验的物体带的是负电还是正电,验电器的金属片都会张开(如图 11-1(b)、11-1(c)所示)。因此,这种验电器不能用来判断电荷的正负。

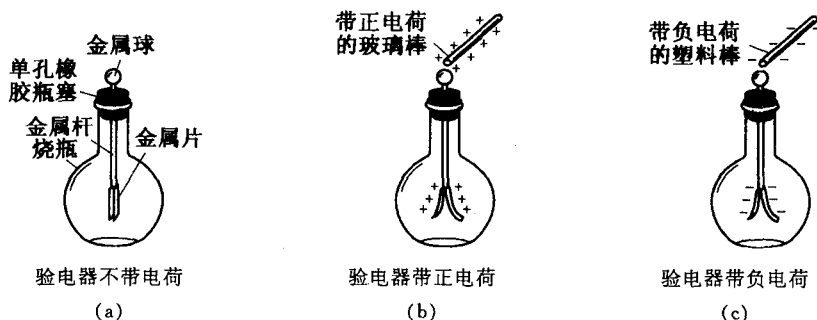


图 11-1

【拓展联想】

1. 雷电现象。

雷电是一种常见的大气放电现象。在夏天的午后或傍晚,地面的热空气携带大量的水汽不断地上升到高空,形成大范围的积雨云,积雨云的不同部位聚集着大量的正电荷和负电荷,形成雷雨云,而地面因受到近地面雷雨云的电荷感应,也会带上与云底相反符号的电荷。当云层里的电荷越积越多,达到一定强度时,就会把空气击穿,打开一条狭窄的通道强行放电。当云层放电时,由于云中的电流很强,通道上的空气瞬间被烧得灼热,温度达 $6\,000 \sim 20\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$,所以发出耀眼的强光,这就是闪电,而闪道上的高温会使空气急剧膨胀,同时也会使水滴气化膨胀,从而产生冲击波,这种强烈的冲击波活动形成了雷声。

2. 静电感应现象和感应起电。

如图 11-2 所示,A、B 是两个相互接触的导体(分别用绝缘支架固定),C 是用丝绸摩擦过的玻璃棒。当把 C 靠近 A 时,导体 A、B 上的电子由于受到 C 棒上正电荷的吸引力,由导体 B 的右端移到导体 A 左端,从而使导体 A 与 C 棒靠近的左端因多余电子而带负电,导体 B 的右端因缺少电子而带正电,这种现象叫做静电感应现象。如果将导体 A、B 分开,使 A 中的电子不能重新移回 B,然后移去 C 棒,这时导体 A 就带负电,而导体 B 就带等量正电荷,这种利用静电感应现象使物体带电的方法叫做感应起电。实验室常用这种方法使物体带电。在感应起电过程中,电荷既没有产生,也没有消失,只是从物体(A、B 接触时可看成一个物体)的一部分转移到另一部分。

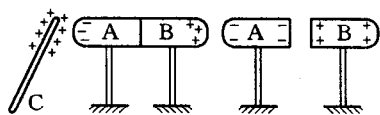


图 11-2

3. 电荷守恒定律。

在孤立的物体系统内,当一个物体的一种电荷增加,另一物体一定有等量的异种电荷增加。所有现象表明:电荷不会凭空产生,也不会凭空消失,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,系统电荷量的代数和保持不变,这个实验规律称为电荷守恒定律。等量异种电荷结合在一起,宏观上对外不显电性,这种现象称之为电中和。

【训练与应用】

1. 不带电的导体 A 与带正电的导体 B 接触之后也带正电,原因是 ()
 (A) B 有部分质子转移到 A 上。 (B) A 有部分质子转移到 B 上。
 (C) A 有部分电子转移到 B 上。 (D) B 有部分电子转移到 A 上。
2. 有 A、B、C 三个塑料小球,若 A 与 B、B 与 C 及 C 与 A 之间都存在着相互引力,并已知 A 小球带正电荷,则 ()
 (A) B、C 小球都带负电荷。
 (B) B 小球带负电荷,C 小球带正电荷。
 (C) B、C 小球中必有一个带负电荷,而另一个不带电荷。
 (D) B、C 小球均不带电荷。
3. 下列关于元电荷的说法中,正确的是 ()
 (A) 元电荷就是电子。
 (B) 元电荷就是质子。

(C) 元电荷就是原子核。

(D) 元电荷是目前认为自然界中电荷的最小单元,其大小是 $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

4. 现有丝绸、塑料薄膜、玻璃三种材料。通过实验发现,当被丝绸摩擦过的玻璃棒靠近被丝绸摩擦过的塑料薄膜时,两者相互吸引。由此可判断,下列顺序中,可使排在前面的材料跟排在后面的材料摩擦后,前者总是带正电的是 ()

(A) 丝绸、玻璃、塑料薄膜。

(B) 玻璃、丝绸、塑料薄膜。

(C) 玻璃、塑料薄膜、丝绸。

(D) 塑料薄膜、丝绸、玻璃。

5. 有一个验电器与几个带电情况不明的小球。仅利用验电器,我们可以检验出 ()

(A) 每个小球是否带电及带电多少。

(B) 每个小球是否带电及带何种电荷。

(C) 每个小球是否带电及是否带同种电荷。

(D) 每个小球的各自带电情况。

6. 以下说法中正确的是 ()

(A) 密立根用摩擦起电的实验发现了电子。

(B) 密立根用摩擦起电的实验测定了元电荷的电荷量。

(C) 密立根用油滴实验发现了电子。

(D) 密立根用油滴实验测定了元电荷的电荷量。

7. 1 库电量等于 _____ 个电子电量。某电荷带电 $-2.56 \times 10^{-13} \text{ C}$, 它 _____ (填多余或缺少) _____ 个电子。

8. 一般情况下,静电具有 _____、_____ 的特点。测量静电的常用仪器有 _____、_____。

9. A 物体原来带 $2.5 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的正电荷,与原来不带电的 B 物体相互摩擦后变为带 $1.5 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的负电荷。求:(1)B 带的电荷量和带电性质;(2)此过程中 A 物体得到(或失去)了多少个电子?

10. 冬天干燥的天气和夏天潮湿的天气,哪种天气情况下你可以观察到更多的静电现象? 为什么?

【参考答案】

1. (C) 2. (C) 3. (D) 4. (B) 5. (C) 6. (D) 7. 6.25×10^{18} , 多余, 1.6×10^6
 8. 电压较高,电荷量小,验电器,电荷量表,静电电压表 9. (1) $4.0 \times 10^{-5} \text{ C}$, 正电荷;
 (2) 2.5×10^{14} 个 10. 冬天干燥的天气里我们能更多地观察到静电现象,因为潮湿的空气会使带静电的物体失去净电荷。

第二节 电荷的相互作用 电场

自然界只有两种电荷:正电荷与负电荷。电荷之间有相互作用,同种电荷相互排斥,异

种电荷相互吸引。静止电荷间的相互作用力叫做静电力。静止点电荷间的静电力遵循库仑定律。而静止的电荷之间的作用是通过电场进行的。本节最重要的规律是库仑定律,它是引入电场和进一步讨论电场性质的出发点。

【本节学习要求、重点和难点】

1. 理解点电荷概念,理解库仑定律,了解建立库仑定律的实验仪器和过程,能用库仑定律进行数值计算和比例运算。

2. 初步知道电场和电场力的概念。

3. 知道建模和类比等物理方法,并能尝试应用这些方法。

4. 能完成显示电荷相互作用的小实验。

本节重点是点电荷概念、库仑定律的理解和应用。难点是应用库仑定律时的指数运算,用电摆进行探索研究的实验,学生难以理解库仑扭秤中带点小球为什么可作点电荷处理。

本节学习水平为B级。

【学习导引】

1. 点电荷。

点电荷是一个带电体理想化的模型。如果带电体自身的大小相对于它们之间的距离来说足够小,因而它们的形状和大小对相互作用力的影响小得可以忽略不计,那么这样的带电体就可以看成点电荷。

2. 库仑定律。

静止电荷间的相互作用力叫做静电力。静止的点电荷之间的静电力遵循库仑定律。

在真空中两个点电荷之间的作用力跟它们电量的乘积成正比,跟它们距离的平方成反比,作用力的方向在它们的连线上。其公式是 $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 。式中 K 叫做静电力恒量,在国际单位制中 $K = 9 \times 10^9 \text{ 牛} \cdot \text{米}^2 / \text{库}^2$ 。它表示两个电量均为1库的点电荷,在真空中相距1米时,它们之间的静电力大小为 $9 \times 10^9 \text{ 牛}$ 。

对库仑定律的适用条件要注意两点:一是在真空中(空气中也近似适用);二是点电荷。如果带电体不能看成点电荷,那么它们之间的静电力就不能直接应用库仑定律。如果是电荷均匀分布的球形带电体,计算两球体间的库仑力时,可以认为它的电荷全部集中在球心上,因此公式中的距离 r 就是两球形带电体球心之间的距离。这里要注意,如果是两个带电的球形金属导体,由于电荷之间的相互作用,导体球上的电荷不可能均匀分布,这时它们间库仑力大小就不能直接应用库仑定律计算,只能作一个大致的判断。

3. 在应用库仑定律计算库仑力时,电荷电量的“+”、“-”号是否要放入公式中?

在计算库仑力时, Q_1 、 Q_2 一般都用电量的绝对值代入,不放入“+”、“-”号。因为库仑力的正、负只能表示是引力或斥力,不能表示库仑力的具体方向,我们可通过作受力图或文字说明交代清楚。而放入“+”、“-”号后容易将方向的正、负和数字运算的正、负混淆起来,造成运算错误。

【范例解析】

1. 两个完全相同的金属小球,带电量之比为1:7,相距为 r ,两者相互接触后再分开,

并放回到原来的位置上,则相互作用力可能为原来的

()

(A) $\frac{4}{7}$ 。

(B) $\frac{3}{7}$ 。

(C) $\frac{9}{7}$ 。

(D) $\frac{16}{7}$ 。

解析:根据相同小球接触后要平分电荷的特性,并考虑到球的电性,即可作出判断。设两小球的电量分别为 q 和 $7q$,则原来相距 r 时的相互作用力为 $F = K \frac{q \times 7q}{r^2} = K \frac{7q^2}{r^2}$,由于两球的电性未知,接触后相互作用力的计算应分两种情况。

(1) 两球电性相同。相互接触后两球电量平分,每球带电量为 $\frac{q+7q}{2} = 4q$,放回原来位置后的相互作用力为

$$F_1 = K \frac{4q \times 4q}{r^2} = K \frac{16q^2}{r^2}$$

得

$$\frac{F_1}{F} = \frac{16}{7}$$

(2) 两球电性不同。相互接触后电荷先中和再平分,每球带电量为 $\frac{7q-q}{2} = 3q$,放回原来位置后的相互作用力为

$$F_2 = K \frac{3q \times 3q}{r^2} = K \frac{9q^2}{r^2}$$

得

$$\frac{F_2}{F} = \frac{9}{7}$$

所以答案为 C、D。

2. 竖直绝缘的墙壁上某点上固定一点电荷 A,在墙上的 P 点,用绝缘丝线悬挂另一点电荷 B。A、B 因带电而互相排斥,致使悬线与竖直方向成 θ 角。如图 11-3 所示,由于漏电使 A、B 两质点所带电荷量逐渐减少。

(1) 在电荷漏完之前悬线对悬点 P 的拉力大小将怎样改变?

(2) A、B 之间静电力将怎样改变?

解析:由于 A、B 两质点所带电荷量缓慢减小,故 B 处在一系列平衡状态,取 B 质点为研究对象,列出平衡方程。B 质点在任一平衡态受三个力作用,如图 11-4, B 质点受重力 G 、静电力 $F_{\text{静}}$ 、拉力 T 的作用。其中重力 G 与拉力 T 的合力为 R ,由于 B 质点受三力而处于平衡态,则 R 与 $F_{\text{静}}$ 大小相等、方向相反,且在一条直线上。从图 11-4 可知力矢量三角形与几何三角形 ABP 相似。

$$\therefore \frac{G}{PA} = \frac{F_{\text{静}}}{AB} = \frac{T}{PB}$$

$$F_{\text{静}} = \frac{G \cdot AB}{PA}$$

在 A、B 两质点漏电过程中, $\overline{AB}$ 不断减小,所以 A、B 两带电质点之间静电力不断减小。

$$\text{又} \because T = \frac{G \cdot PB}{PA}$$

$\therefore$ A、B 两质点漏电过程中, $\overline{PA}$ 、 $\overline{PB}$ 大小不变,故悬线对 P 点的拉力大小不变。

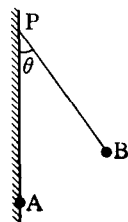


图 11-3

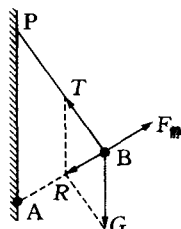


图 11-4

3. 有两个带电小球,电荷量分别为 $+Q$ 和 $+9Q$,在真空中相距 0.4 m 。如图 11-5 所示,引进第三个带电小球,正好使 3 个小球都处于平衡状态,则第三个小球带何种电荷? 应放在什么地方? 电荷量是 Q 的几倍?

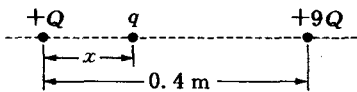


图 11-5

解析:此题可分四步分析解答:

第一步,定性判断第三个小球应放的大致位置。要使三个小球都处于平衡状态,其中任一个小球受到另外两个小球的库仑力作用,这两个力应该等值反向,因此,三个小球必须放在一条直线上,即第三个小球应放在这两个小球 $+Q$ 和 $+9Q$ 的连线上或连线的延长线上。因这两个小球带同种电荷,第三个小球不能放在这两个小球连线的两边延长线上,否则第三个小球受到这两个小球的库仑力的方向相同,合力不可能为零,因此,第三个小球只能放在这两个小球连线上的某位置上。

第二步,定量计算小球的具体位置。

设第三个小球带电荷量为 q ,放在 $+Q$ 和 $+9Q$ 的连线上距 $+Q$ 距离为 $x\text{ m}$ 处(如图 11-5 所示),由库仑定律和两力平衡条件得:

$$K \frac{Qq}{x^2} = K \frac{9Q \cdot q}{(0.4 - x)^2}$$

解得 $x = 0.1$

即第三个小球应放在 $+Q$ 和 $+9Q$ 的连线上,且距 $+Q$ 0.1 m 处。

第三步,判断第三个带电小球的电性。

第三个小球不管带何种电荷,它放在此位置本身都能平衡,但如果第三个小球带正电,前两个小球 $+Q$ 和 $+9Q$ 就不可能受力平衡,只有第三个带负电,才能同时保证 $+Q$ 和 $+9Q$ 受力也平衡。

第四步,计算第三个小球的带电量。

以 $+Q$ 为研究对象,由受力平衡条件:

$$K \frac{Q \cdot q}{(0.1)^2} = K \frac{9Q \cdot Q}{(0.4)^2} \quad \text{得: } q = \frac{9}{16}Q$$

总结:通过本题可总结出三个点电荷受库仑力均处于平衡状态的条件下具有的电荷分布特点是:三点共线,两大夹小,两同夹异。

【拓展联想】

多个点电荷的作用问题

在解决多个点电荷作用问题时,应注意以下几点:(1)每两个点电荷间就有一对库仑力,它们遵循牛顿第三定律;(2)任意两个点电荷之间的相互作用力都独立地满足库仑定律的表达式,不因其他点电荷的存在而受到影响;(3)任何一个点电荷所受的库仑力等于周围其他各个点电荷对它的作用力的合力;(4)几个库仑力或库仑力与其他性质的力合成时,均遵循平行四边形法则。

【训练与应用】

1. 以下说法中正确的是

()

(A) 只要带电体的带电量足够小,就可以把它看作点电荷。

(B) 只要带电体的体积足够小,就可以把它看作点电荷。

(C) 两块带等量异种电荷的平行板,可以把它看作点电荷。

(D) 两个带电小球相距非常近时就不能把它们看作点电荷。

2. 设 A、B 两个点电荷间的距离保持恒定,把电荷 C 移近 A、B,则 A、B 两点电荷之间的静电作用力将 ()

(A) 变大。 (B) 不变。 (C) 变小。 (D) 都有可能。

3. 一定量电荷 Q ,将其分为 q 和 $(Q-q)$ 两个点电荷,使这两个点电荷相距一个确定的距离 r 。为使它们之间有最大作用力,则 q 值应为 ()

(A) $Q/2$ 。 (B) $Q/3$ 。 (C) $2Q/3$ 。 (D) $4Q/5$ 。

4. 真空中有两个点电荷,当相距一定距离时,它们之间的相互作用力为 F ,如果要使作用力变为 $\frac{F}{2}$,则可采用的方法是 ()

(A) 把一个电荷的电量增为原来的 4 倍,另一个减为原来的 $\frac{1}{2}$,距离不变。

(B) 把一个电荷的电量增为原来的 2 倍,另一个减为原来的 $\frac{1}{4}$,距离不变。

(C) 两电荷的电量不变,使它们的距离减为原来的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 。

(D) 两电荷的电量不变,使它们之间的距离增大为原来的 $\sqrt{2}$ 倍。

5. 真空中 A、B 两个点电荷,相距 15 cm, A 所带电量是 B 的 10 倍, B 受到的库仑力是 1 N,则 A 受到的库仑力为 ()

(A) 10 N。 (B) 1 N。 (C) $\frac{1}{10}$ N。 (D) 无法确定。

6. 下面论述中正确的是 ()

(A) 库仑定律适用于点电荷,点电荷就是很小的带电体。

(B) 当两个点电荷间距离趋近于零时,库仑力就趋向无穷大。

(C) 库仑定律与万有引力定律很相似,它们都是平方反比律。

(D) 对于两个大的带电球体,库仑定律必不适用。

7. 如图 11-6 所示,质量和电量分别为 m_1 、 m_2 , q_1 、 q_2 的两球用绝缘细线悬于同一点,静止后它们恰好位于同一水平面上,细线与竖直方向的夹角分别为 α 、 β ,则 ()

(A) 若 $m_1 > m_2$, $q_1 < q_2$, 则 $\alpha < \beta$ 。

(B) 若 $m_1 = m_2$, $q_1 > q_2$, 则 $\alpha > \beta$ 。

(C) 若 $m_1 < m_2$, $q_1 = q_2$, 则 $\alpha > \beta$ 。

(D) 若 $m_1 > m_2$, $q_1 = q_2$, 则 $\alpha = \beta$ 。

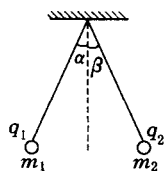


图 11-6

8. 有两个带等量电荷的相同的铜球互相靠近,并保持一定的距离。设当它们带同种电荷时,相互斥力为 F_1 ,当它们带异种电荷时,相互引力为 F_2 ,则 F_1 和 F_2 的大小关系是 ()

(A) $F_1 > F_2$ 。

(B) $F_1 < F_2$ 。

(C) $F_1 = F_2$ 。

(D) 无法比较。

9. 图 11-7 中(a)和(b)是卡文迪许测量万有引力恒量的实验装置和库仑研究静电力规律的实验装置, 有趣的是万有引力定律和库仑定律的作用规律有惊人的相似之处, 它们作用规律的相同之处为 _____, 研究它们规律的实验装置也有相同之处, 为 _____。

10. 真空中有两个相同的带等量异种电荷的金属小球 A 和 B, 分别固定在距离足够大的两处, 两球间静电力大小为 F , 用不带电的同样小球 C 先和 A 接触, 再与 B 接触, 然后移去 C, 则 A、B 间的静电力大小变为 _____。

11. 真空中有两个带不同种电荷的点电荷, A 带电为 $9 \times 10^{-8} \text{ C}$, B 带电为 A 的 4 倍, AB 相距 12 cm, 现引入点电荷 C, 使 A、B、C 都处于静止状态, 则 C 的位置为 _____, C 的电量为 _____ C。若 A、B 带同种电荷, 则使 A、B、C 都处于静止状态, C 的位置为 _____, C 的电量为 _____ C。

12. 把质量为 $2.0 \times 10^{-4} \text{ kg}$ 的带电小球 A 用丝线吊起。若将带电量为 $-4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的小球 B 靠近小球 A, 当两球在同一高度相距 3 厘米时, 丝线与竖直方向夹角 $\theta = 37^\circ$, 如图 11-8 所示。求:

- (1) 小球 B 受到的静电力大小;
- (2) 小球 A 的电量(小球 A、B 可视为点电荷, g 取 10 m/s^2)

13. 如图 11-9 所示, 真空中两个相同的小球带有等量同种电荷, 质量均为 0.1 克, 分别用 10 厘米长的绝缘细线悬挂于绝缘天花板上的一点。当平衡时 B 球偏离竖直方向 60° 角时, A 球竖直悬挂且与绝缘墙壁接触。求:

- (1) 每个小球的带电量;
- (2) 墙壁受到的压力;
- (3) 每条细线的拉力。

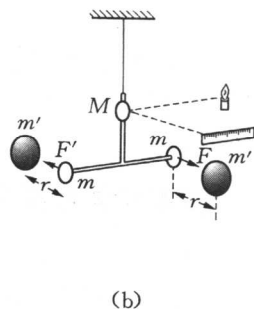
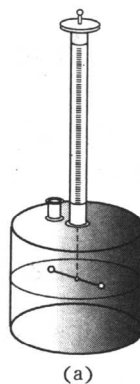


图 11-7

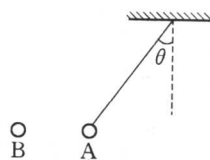


图 11-8

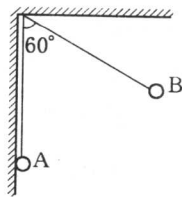


图 11-9

【参考答案】

1. (D) 2. (B) 3. (A) 4. (B)(D) 5. (B) 6. (C) 7. (A)(C) 8. (B)
 9. 相互作用力与距离平方成反比, 都用扭秤测量作用力的大小 10. $F/8$ 11. BA 连线的延长线上距 A 12 cm, 3.6×10^{-7} AB 连线上距 A 4 cm, 4×10^{-8} 12. (1) $1.5 \times 10^{-3} \text{ N}$; (2) $3.75 \times 10^{-9} \text{ C}$ 13. (1) $3.33 \times 10^{-8} \text{ C}$; (2) $8.66 \times 10^{-4} \text{ N}$; (3) $1.5 \times 10^{-3} \text{ N}$, $1.0 \times 10^{-3} \text{ N}$

第三节 电场的描述

电荷周围的空間中存在着电场。但电场却看不见、摸不着,是非分子、原子等微粒组成,然而它是客观存在的一种物质。那么如何描述电场呢?本节以电场的基本性质为出发点来描述电场。

【本节学习要求、重点和难点】

1. 理解电场线,知道电场线的作用和特点。理解电场强度,知道电场强度是描述电场关于力的性质的物理量,会用定义式和点电荷的电场强度公式进行计算。
2. 知道电势能,定性了解电势能增加或减少时电场力做负功或正功,不要求用功能关系进行有关电势能的计算。
3. 理解电势差、电势的概念,知道电势差、电势是描述电场能量性质的物理量,电势差与零电势点的点(面)的选取无关,电势与零电势点的点(面)的选取有关。
4. 理解类比方法,能对重力场和静电场运用类比方法。

本节的重点是电场强度、电势能、电势差、电势等概念;电场强度、电势差和电势的有关计算;类比科学方法。难点是电势差和电势概念的建立。

本节学习水平为B级。

【学习导引】

1. 电场强度。

静电场的两个基本特性:一个是放在静电场中的电荷会受到电场力的作用;另一个是放在静电场中的电荷具有电势能。

电场强度是描述电场的强弱和方向的物理量,它反映了电场对放入其中的电荷有力的作用这一基本特征。电场中某一点的电场强度 E ,等于放在该点的点电荷所受到的电场力 F 与该点电荷的电量 q 的比值。

电场强度的数学表达式(定义式)为 $E = F/q$,此式是普遍适用的。

若在点电荷电场中,由定义式可得到计算式 $E = K \frac{Q}{r^2}$,此式只适用于真空中的点电荷电场。

电场强度反映了电场本身的性质,只决定于形成电场的电荷(场源电荷)及电场中的位置,与放入的检验电荷的性质及带电量的多少无关。电场强度是矢量,电场中某点的电场强度方向与正电荷在该点所受到的电场力方向一致。

2. 为什么电场强度与放入电场中的电荷无关?

在物理学中,有许多物理量用比值定义,我们过去已学过的,如密度定义式 $\rho = \frac{m}{V}$ 、速度的定义式 $v = \frac{s}{t}$ 、功率定义式 $P = \frac{W}{t}$ 等等,电场强度也是用比值定义的,为 $E = \frac{F}{q}$ 。用比值定义的物理量其基本特征是被定义物理量跟定义它的物理量之间无直接因果关系。如密度是物质的一种特性,只与物质本身因素有关,与所选取质量大小和体积大小无关。但此种定义式也是一种量度式,可以用来计算出此物理量的数值。