

普通高中课程标准实验教材

PUTONG GAOZHONG KECHENG BIAOZHUN SHIYAN JIAOCAI

随堂纠错

SUITANGJIUCUO

超级练

物理

选修3-1

浙江教育出版社

普通高中课程标准实验教材

PUTONG GAOZHONG KECHENG BIAOZHUN SHIYAN JIAOCAI

随堂纠错

SUITANGJIUCUO

主 编 郑青岳

编 者 赵顺法 沈江天 徐佩佩

陈征燕 王如彬

超 级 练

物 理

选修3-1

浙江教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

随堂纠错超级练. 物理. 3-1: 选修 / 郑青岳编著.
—杭州: 浙江教育出版社, 2007
ISBN 978-7-5338-7096-6

I. 随... II. 郑... III. 物理课 - 高中 - 教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 117064 号



随堂纠错超级练

物理 3-1 选修

主 编 郑青岳
出 版 浙江教育出版社
(杭州市天目山路 40 号 邮编: 310013)
发 行 浙江省新华书店集团有限公司
总 策 划 邱连根
责任编辑 周延春
装帧设计 韩 波
责任校对 郑德文
责任印务 吴梦菁
图文制作 杭州富春电子印务有限公司
印刷装订 临安曙光印务有限公司

开 本 890 × 1240 1/16
印 张 9.75
字 数 290 000
版 次 2007 年 8 月第 1 版
印 次 2007 年 8 月第 1 次
印 数 0 001—6 000
标准书号 ISBN 978-7-5338-7096-6
定 价 13.00 元

联系电话: 0571-85170300-80928

e-mail: zjyy@zjcb.com

网 址: www.zjeph.com

版权所有 翻印必究

《随堂纠错超级练》丛书编委会

(以姓氏笔画为序)

方青雅(台州中学)

史定海(鄞州中学)

庄志琳(桐乡高级中学)

朱建国(杭州外国语学校)

任学宝(杭州学军中学)

任富强(慈溪中学)

沈玉荣(杭州学军中学)

沈骏松(嘉兴市教育研究院)

李兆田(嘉兴高级中学)

郑青岳(玉环县教育局教研室)

苗金德(绍兴鲁迅中学)

周红(杭州学军中学)

姜水根(宁波效实中学)

赵力红(富阳中学)

胡伯富(杭州市教育局教研室)

高宁(杭州第四中学)

郝伟友(金华市教育局教研室)

冯任几(湖州中学)

刘岩(杭州第十四中学)

许军国(宁波市教育局教研室)

朱恒元(义乌中学)

任美琴(台州回浦中学)

伊建军(杭州高级中学)

沈金林(平湖中学)

杨志敏(杭州市教育局教研室)

郑日锋(杭州学军中学)

林金法(温岭中学)

周业宇(丽水市教育局教研室)

施丽华(宁波效实中学)

赵一兵(杭州高级中学)

胡辛(杭州第二中学)

枯荣(绍兴市教育局教研室)

徐勤(杭州学军中学)

潘伟男(湖州第二中学)

丛书总策划 邱连根



教材解读

归纳学习要点,梳理知识脉络,方便理解与记忆。

名师引路

揭示重点,剖析难点,点拨学法,提供学习心理辅导。

解题方略

分类题型,总结问题解决的规律,并揭示解题技巧。

纠错在线

供学生记录做题过程中出现的错误,提倡随时总结自己的不足之处。

学习 DIY

由学生自己总结本阶段的成功与不足,明确今后的努力方向。

拓展阅读

提供与教材有关的阅读资料,让学生通过阅读与探究拓展视野,发散思维,形成开放的学习平台。

第一章 静电场

1.1 电荷及其守恒定律

教材解读

1. 电荷

典例剖析

同步训练

拓展提高

自我测试卷

参考答案

名师引路

纠错在线

学习 DIY

拓展阅读

名师引路

纠错在线

学习 DIY

拓展阅读

名师引路

纠错在线

学习 DIY

拓展阅读

典例剖析

选择“基础”,分析解题思路与方法,提供表达示范。

理解巩固

提供理解、巩固基本知识和技能的题。覆盖教材要点,强化重点,题量适宜,注重实效。

发展提高

提供提升知识层次、发展学生解决问题能力的优秀试题。

高考链接

列举历年高考中与本节有关的真题,让学生同步了解高考命题的要求与特点。

自我测试卷

参照高考题型,提供囊括本章知识要点及考点的试题,供学生自我测评。

参考答案

提供全书所有习题的标准答案。部分习题还配有简要的提示内容。

出版前言

作为深入贯彻新课程标准精神,全面体现最新教学理念的一个新的尝试,我社精心编构出版了这套“随堂纠错超级练”丛书,以满足当前高中各科教学的急需。

这是一套涵盖高中各主要学科,包括课堂教学和阶段复习各环节的同步实战型丛书。丛书名即反映了其主要特点:随堂,就是基本知识随堂通;纠错,就是出现错误当堂纠;超级练,就是巩固提高分层练。

在设计模块时,我们根据方便、实用的原则,花大力气进行了创新优化:

提炼教材精华,涵盖知识考点 “教材解读”板块,本着“双基”的要求和高考命题的导向,用简练的文字,从识记知识、能力目标与发展提高三个维度归纳整理教材内容,分析学习重点与难点,回顾往年高考的考点与热点,辨疑解惑,为学生指点迷津。

荟萃典例基题,剖析解题方略 “典例剖析”板块,科学选择各类范例“基题”,先通过多角度的详细剖析,给学生示范解题过程,再在分类类型的基础上,总结各类习题的一般解法与规律,以举一反三,提高解题能力。

精选名题范例,循序梯级设置 “同步训练”板块,本着循序渐进、层级提高的原则,遵照《浙江省高中新课程实验教学指导意见》的要求,将配套练习按照教学的内在规律分成三个训练梯次:理解巩固、发展提高和高考链接。其中,“理解巩固”是全体学生在模块学习后要达到的要求,重在学科基本概念、理论以及知识的理解与记忆;“发展提高”是指部分学生在模块学习后可以达到的较高要求,旨在提高学生对所学知识、概念、原理的应用以及与生活生产的结合能力;而“高考链接”则是根据知识点选择历年有代表性的高考真题,让学生试做,以同步了解往年高考命题的基本特点。所有这些练习题目,除了荟萃历年未各级各类试卷的名题范例以外,更有许多体现近年高考走向、凝聚名师心得的创新题目。

警示易入歧途,督促随堂自纠 根据心理学关于认知就是反馈纠错过程的原理和高考状元们都注重自我纠错的成功实践,本书在同步训练及自我测试卷部分的附栏,预留了一定空间,以方便学生进行自我“纠错在线”和归纳、总结、记录纠错心得。

为了更好地与当前的实际教学模式接轨,实践“自主学习”的精神,除上述板块外,我们还增加了“拓展阅读”,提供与教材有关的阅读资料,让学生通过阅读与探究拓展视野,发散思维,形成开放的学习平台。

此外,每章后均附有自我测试卷,供学生自我测评。

在编排上,为了使各模块条理清晰,方便实用,我们采用了左右分栏、上下切块的版面设计,大致做到了知识体系一目了然,复习翻检信手拈来。

限于水平和时间,本丛书必定存在疏漏和不足,恳切希望得到批评指正,以便我们进一步修订和提高。



第一章 静电场	1
1.1 电荷及其守恒定律	1
1.2 库仑定律	5
1.3 电场强度	11
1.4 电势能和电势	18
1.5 电势差	23
1.6 电势差与电场强度的关系	27
1.7 静电现象的应用	31
1.8 电容器的电容	36
1.9 带电粒子在电场中的运动	41
自我测试卷	50

第二章 恒定电流	54
2.1 电源和电流	54
2.2 电动势	56
2.3 欧姆定律	59
2.4 串联电路和并联电路	62
2.5 焦耳定律	67
2.6 电阻定律	72
2.7 闭合电路的欧姆定律	77
2.8 多用电表	84
2.9 实验:测定电池的电动势和内阻	89
2.10 简单的逻辑电路	94
自我测试卷	98

第三章 磁场	103
3.1 磁现象和磁场	103
3.2 磁感应强度	105
3.3 几种常见的磁场	109



3.4 磁场对通电导线的作用力	115
3.5 磁场对运动电荷的作用力	120
3.6 带电粒子在匀强磁场中的运动	124
自我测试卷	131
参考答案	135





第一章 静电场

1.1 电荷及其守恒定律

教材解读

基本知识

1. 电荷的种类和电荷相互作用的规律

自然界的电荷只有两种,即正电荷和负电荷。用毛皮摩擦过的硬橡胶棒所带的电荷叫做负电荷,用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷叫做正电荷。

电荷间相互作用的规律:同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引。

2. 原子呈电中性的原因

物质是由原子构成的,而原子又是由原子核和核外电子构成的,其中电子带负电,原子核带正电。由于原子核的正电荷的数量与电子的负电荷的数量一样多,因此整个原子对外界较远位置表现为电中性。

3. 使物体起电的两种方式

(1) 摩擦起电:两个物体通过相互摩擦而分别带上等量异种电荷的过程叫做摩擦起电。

(2) 感应起电:当一个带电体靠近(但不接触)导体时,导体中的电荷分布会发生变化,显示出带电现象。这种现象叫做静电感应。利用静电感应使金属导体带电的过程叫做感应起电。

(3) 无论是摩擦起电还是感应起电,本质上都是使微观带电粒子(如电子)在物体之间或物体内部转移,而不是创造出了电荷。

4. 电荷守恒定律

表述一: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;在转移过程中,电荷的总量保持不变。

表述二:一个与外界没有电荷交换的系统,电荷的代数和保持不变。

电荷守恒定律不仅在一切宏观过程中成立,在微观过程中也成立,它是物理学中普遍适用的基本规律。

5. 电荷量、元电荷及比荷

(1) 电荷量:电荷的多少叫电荷量,其国际单位为库仑,简称库,用C表示。

(2) 元电荷:电子或质子所带电荷量的绝对值为 $e=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$,这一最小的电荷量 e 称为元电荷。任何带电体的电荷量或者等于 e ,或者是 e 的整数倍。

(3) 带电粒子的比荷:带电粒子的电荷量 q 与其质量 m 的比值 $\frac{q}{m}$ 即为其比荷。

深入理解

对摩擦起电和感应起电的深入理解

(1) 摩擦起电:当两个物体相互摩擦时,一些束缚得不紧的电子往往从一个物体转移到另一个物体,于是原来电中性的物体由于得到电子而带负电,失去电子的物体则带正

名师引路

请对照左栏,仔细阅读教材,思考以下问题:本节教材有哪些知识要点?具体内容是什么?请尽可能地用自己的话表述出来。

本节主要介绍电荷的基础知识,包括电荷和电荷量、元电荷以及比荷等概念,从微观的角度描述了物体带电的本质及使物体带电的方法,并通过摩擦起电和感应起电等现象,说明电荷既不能创造,又不能消灭,只是在物体内或物体间发生转移,以此来感受电荷守恒定律的普遍性。

认识和分析物体起电的原因,要从物质的微观原子结构入手。摩擦起电的原因不是不同物质的原子核由于束缚电子能力的不同而发生了电子的转移;静电感应的原因是由于同种电荷相斥,异种电荷相吸而使导体上的自由电子受力的作用而发生了移动。

在学习中,要注意元电荷是指电子或质子所带的电荷量 e ,而非指电子或质子本身。所有带电体的电荷量或者等于 e ,或者是 e 的整数倍。这就是说,电荷量是不能连续变化的物理量。



解题方略

这里提供的是本节习题的主要题型及一般解法。阅读后，你理解老师是如何思考并解决问题的吗？你受到什么启发？你还有更好的解法吗？

例 本题考查静电感应及电荷守恒定律。在分析静电感应或摩擦起电等问题时，要善于运用电荷守恒定律，理解不管是哪种起电方式，都是由电荷发生转移引起的，从而判断出相关物体或物体各部分所需电荷的电性、电荷量及电荷的分布情况。

纠错在线

做题的目的是评估自己的学习效果，提高解题的准确率与速度。每次做题时，你都应该认真、仔细。题目做错是正常的，但作业完成后，务必将做错的那些习题标出来，分析出错的原因，这样你就可以在纠错中不断进步。

做对_____题；

做错_____题；

原因分析_____

电。根据电荷守恒定律，由于在转移过程中，电荷的总量保持不变，因此经过摩擦，两个物体将会带上等量异种电荷。

(2) 感应起电：当一个带电体靠近导体时，由于电荷间的相互吸引或排斥，导体中的自由电子便会趋向或远离带电体，使导体靠近带电体的一端带异种电荷，远离的一端带同种电荷。根据电荷守恒定律，导体中的电荷的代数和保持不变，因此感应后，其两端将带上等量异种电荷。

典例剖析

例 如图 1.1-1 所示，左边是一个原先不带电的导体，右边 C 是一只带正电的导体球。若用绝缘工具沿图示某条虚线将导体切开，将导体分为 A 、 B 两部分，并假设这两部分所带电荷量的数值分别为 Q_A 、 Q_B ，则下列结论正确的是 ()

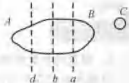


图 1.1-1

- A. 沿虚线 d 切开，则 A 带负电， B 带正电，且 $Q_A > Q_B$
- B. 只有沿虚线 b 切开，才有可能使 A 带正电， B 带负电，且 $Q_A = Q_B$
- C. 沿虚线 a 切开，则 A 带正电， B 带负电，且 $Q_A < Q_B$
- D. 无论沿哪一条虚线切开，都会使 A 带正电， B 带负电，而 Q_A 、 Q_B 的值与所切的位置有关

解析 因为导体原先不带电，即导体上的正、负电荷的总量相等。将不带电的导体置于带正电的导体球 C 的附近，由于静电感应，自由电子发生移动，导体的右端 B 将感应出负电荷，左端 A 感应出正电荷。根据电荷守恒定律，一个与外界没有电荷交换的系统，电荷的代数和总是不变的，所以无论从何处将导体切开，切开的两部分总是带等量的异种电荷。但所切位置不同，所切开的两部分所带的等量异种电荷的数值会有所不同。故 A 、 B 、 C 项中的三种说法均错误， D 项正确。

答案 D

同步训练



理解巩固

- 把两个完全相同的金属球 A 和 B 接触一下，再分开一段距离，发现两球之间相互排斥，则 A 、 B 两球原来的带电情况可能是 ()
 - A. 带有等量异种电荷
 - B. 带有等量同种电荷
 - C. 带有不等量异种电荷
 - D. 一个带电，一个不带电
- 下列对物体带电和起电现象的叙述中，正确的是 ()
 - A. 带电物体一定具有多余的电子
 - B. 摩擦起电过程的实质是电子从一个物体转移到另一个物体
 - C. 微观粒子所带的电荷量总是可以连续变化的
 - D. 感应起电说明电荷可以从物体的一部分转移到另一部分
- M 和 N 是两个不带电的物体。在互相摩擦后， M 带 $1.6 \times 10^{-10} \text{ C}$ 的正电荷。则下列判断正确的是 ()
 - A. 摩擦之前， M 和 N 的内部没有任何电荷
 - B. 摩擦的过程中，自由电子从 N 转移到了 M
 - C. 在摩擦后， N 一定带有 $1.6 \times 10^{-10} \text{ C}$ 的负电荷

D. 在摩擦过程中, M 失去了 1.6×10^{-10} 个电子

4. 使带电的金属球靠近不带电的验电器, 验电器的箔片张开。如图 1.1-2 所示为验电器上感应电荷的分布情况, 其中正确的是 ()

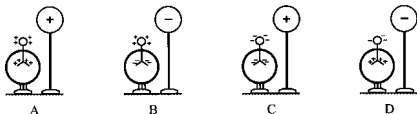


图 1.1-2

5. 如图 1.1-3 所示, 当将带正电荷的球 C 移近不带电的枕形金属导体时, 枕形导体上电荷的移动情况是 ()

- A. 枕形金属导体上的正电荷向 B 端移动, 负电荷不移动
B. 枕形金属导体中的负电荷向 A 端移动, 正电荷不移动
C. 枕形金属导体中的正、负电荷同时分别向 B 端和 A 端移动
D. 枕形金属导体中的正、负电荷同时分别向 A 端和 B 端移动

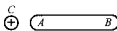


图 1.1-3

6. 在原子物理中, 常用元电荷作为电荷量的单位。元电荷的值为 _____, 一个电子所带的电荷量为 _____, 一个质子所带的电荷量为 _____。任何带电体所带的电荷量, 等于电子或质子的电荷量, 或是它们电荷量的 _____。

7. α 粒子(氦原子核)所带的电荷量为 _____。一个带有 $0.32 \mu\text{C}$ ($1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{C}$) 正电荷的小尘埃, 失去的电子个数为 _____。

8. 带电微粒所带的电荷量不可能是 ()

- A. $2.4 \times 10^{-19} \text{C}$ B. $-6.4 \times 10^{-18} \text{C}$
C. $-1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ D. $3.2 \times 10^{-20} \text{C}$



9. 有四位同学在实验室里进行了有关摩擦起电的实验。下列操作中, 可以使他们手中的棒带电的是 ()

- A. 甲同学直接用手拿着铜棒与丝绸摩擦
B. 乙同学直接用手拿着玻璃棒与丝绸摩擦
C. 丙同学套着橡胶手套, 再拿着铜棒与丝绸摩擦
D. 丁同学套着橡胶手套, 再拿着硬橡胶棒与毛皮摩擦

10. 静电在生产、生活中有着重要的作用, 如静电除尘、静电复印等。静电应用依据的原理几乎都是让带电的物质微粒在静电力作用下奔向并吸附到电极上。现有三个粒子 a 、 b 、 c 均从 P 点向下射入带正、负电的两电极之间, 它们的运动轨迹如图 1.1-4 所示, 则下列说法正确的是 ()

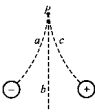


图 1.1-4

- A. a 带负电荷, b 带正电荷, c 不带电荷
B. a 带正电荷, b 不带电荷, c 带负电荷
C. a 带负电荷, b 不带电荷, c 带正电荷
D. a 带正电荷, b 带负电荷, c 不带电荷



纠错在线

这些高考真题你会做吗？做不出没有关系，因为你至少了解了与本节知识有关的高考命题的一些路数。

学习·DIY

请回顾一下本节的内容概要、主要题型。问问自己：概念清楚了吗？解题正确率与速度如何？

高考链接

11. (2005·全国卷)已知 π^+ 介子、 π^- 介子都是由一个夸克(夸克 u 或夸克 d) 和一个反夸克(反夸克 $\bar{u}$ 或反夸克 $\bar{d}$) 组成的，它们所带的电荷量如下表所示，表中 e 为元电荷。

	π^+	π^-	u	d	$\bar{u}$	$\bar{d}$
所带电荷量	$+e$	$-e$	$+\frac{2}{3}e$	$-\frac{e}{3}$	$-\frac{2}{3}e$	$+\frac{e}{3}$

下列说法正确的是

- A. π^+ 由 u 和 $\bar{d}$ 组成
B. π^+ 由 d 和 $\bar{u}$ 组成
C. π^- 由 u 和 $\bar{d}$ 组成
D. π^- 由 d 和 $\bar{u}$ 组成

拓展阅读

富兰克林与静电研究

1746 年，美国著名的政治家、外交家和科学家富兰克林得到了伦敦友人赠送的一只莱顿瓶。从此，他便开始了对电现象的研究，他的研究成果使得人类对电的认识大大前进了一步。

富兰克林最大的成就是统一了天电和地电，破除了人们对雷电的迷信。在用莱顿瓶进行放电实验的过程中，富兰克林面对着火花的闪光和劈响声，意识到莱顿瓶的电火花可能就是一种小型的雷电。为了验证这个想法，他必须设法将天空中的雷电引到地面上来。1752 年 7 月的一个雷雨夜，富兰克林用绸子做了一个大风筝，风筝顶上安上一根尖细的铁丝，然后用丝线将铁丝连起来通向地面，丝线的末端拴一把铜钥匙，钥匙又插进一个莱顿瓶中。富兰克林将风筝放上天空时，一阵雷电打下来，只见丝线上的毛毛头全都竖立起来。他用手靠近铜钥匙，即发出电火花，天电终于被捉下来了。富兰克林冒着生命危险，发现储存了天电的莱顿瓶可以产生一切地电所能产生的现象，证明了天电与地电是一样的。



图 1.1-5

富兰克林的第二大贡献是发明了避雷针。早在 1747 年，富兰克林就从莱顿瓶实验中发现了尖端更易放电的现象。等他发现了天电与地电的统一性后，就马上想到利用尖端放电原理将天空威力巨大的雷电引入地面，以避免建筑物遭到雷击。1760 年，富兰克林在费城一座大楼上竖起了一根避雷针，效果十分显著。费城各地竞相效仿，到 1782 年，全城已装了 400 多根避雷针。

富兰克林还提出了正电和负电的概念。在 1747 年的一封信中，富兰克林指出，电的本性是某种电液体，它不均匀地渗透在一切物体之中。当某物体内的电液体与其外界的电液体处于平衡时，该物体便呈电中性，当内部的电液体多于外界时，则呈正电性；当内部的电液体少于外界时，则呈负电性；正电与负电可以抵消。由于电液体总量不变，因此电荷总量不变，在摩擦过程中，电不是被创生而是被转移。富兰克林的电性理论可以解释当时出现的绝大部分电现象，因而获得了公认。今天，我们知道，电的本质实际上是带负电荷的电子的定向移动，正电恰好意味着电子的缺失，负电才是电子的多余。富兰克林将这个概念弄反了，但他的“缺失”和“多余”模型却被继承了下来。

富兰克林对科学的未来寄予了极大的希望，他说：“科学的迅速发展，使我有时遗憾地

感到我降生太早,人们不可能预计1 000年内人类征服世界方面将达到何种程度。”在今天,富兰克林的很多预言都变成了现实,这不能不让我们佩服他的天才思想。他给自己写的墓志铭为“印刷工富兰克林”。富兰克林死后,人们把法国人杜尔格的两句话“从苍天那里取得了雷电,从暴君那里取得了民权”刻在他的墓碑上,以纪念他对电研究的贡献。富兰克林的研究工作不仅完善了静电理论,而且使静电研究进入到动电研究的新领域,为电的应用奠定了基础。

1.2 库仑定律

教材解读

基本知识

1. 点电荷

点电荷是一个带有电荷的点,它是一个理想化的物理模型。当带电体间的距离比它们自身的线度大得多,以至带电体的形状、大小及电荷分布状况对它们之间相互作用力的影响可以忽略不计时,带电体就可以看成一个带电的点,叫做点电荷。

2. 库仑定律

(1) 内容:真空中两个静止点电荷之间的相互作用力,与它们的电荷量的乘积成正比,与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。

(2) 数学表达式:静电力(或库仑力) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 其中静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。

(3) 方向:在两个点电荷的连线上,同种电荷相斥,异种电荷相吸。

(4) 适用条件:真空中的点电荷。

3. 电荷在两个相同金属球之间等量分配的原理

如果不受外界影响,两个外形完全相同的金属球A和B,相互接触后所带的电荷量将完全相同,即带上等量的同种电荷。设A球所带的电荷量为 Q_A ,B球所带电荷量为 Q_B ,则

两球接触后所带的电荷量 $Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2}$ 。这里要注意的是, $Q_A + Q_B$ 是电荷量之和,而非电荷量的绝对值之和。外形不同的两个导体相互接触后,它们所带的电荷量一般不相等。

深入理解

1. 库仑扭秤实验所蕴含的设计思想

1785年,法国物理学家库仑发现了电荷之间的相互作用规律,提出了电学中的第一个定律——库仑定律。他的探究过程的创新性主要体现在:

(1) 美妙的类比猜想。类比就是根据两个不同对象的部分特性相似而推出其他性质也可能相似的一种推理方法。库仑将静电力与万有引力进行类比,猜想静电力也与距离的平方成反比,并用扭秤进行实验,很好地验证了这一猜想。如果事先没有进行这样的类比,仅靠实验数据的积累,库仑定律的发现可能要推迟好多年。

(2) 巧妙的实验设计。一是发明了库仑扭秤,将微小力的测量转化为角度的测量,很好地实现了小量的放大;二是利用两个相同金属球电荷等量分配的原理,很好地控制了带

学习·DIY

名师引路

本节介绍了对电荷间相互作用力的影响因素的探究过程,得出了其作用规律——库仑定律。

库仑定律适用于真空中两个静止的点电荷之间的相互作用力,与周围是否有其他电荷无关。点电荷与以前学过的“质点”、“单摆”等模型类似,是一个理想模型,严格地说实际上是不存在的。但只要带电体本身的大小跟它们之间的距离相比可以忽略,带电体就可以看做点电荷。当两个带电体相距很近时,它们就不能再被视为点电荷,它们之间的相互作用的库仑力也不再遵循库仑定律。

库仑定律公式和万有引力公式形式上很相似,但两者存在着很大的区别:首先,万有引力是引力,而库仑力既有引力又有斥力;其次,电子和质子间的万有引力比它们之间的静电引力小得多,因此在研究微观带电粒子间的相互作用时,主要考虑库仑力,而忽略万有引力。

在解答物体受库仑力作用的有关平衡或运动问题时,其方法与解答力学问



名师引路

题是相同的,只是在受力分析时要多考虑一个库仑力而已。此外,还要注意影响库仑力大小的有关因素,特别要注意当两个带电体电荷量或距离发生变化时,库仑力也要发生变化。

解题方略

例1 本题考查带电物体在库仑力作用下的平衡问题。求解这类问题的步骤为:①确定研究对象,对研究对象进行受力分析,特别要明确库仑力的大小和方向及影响其大小和方向的有关因素;②运用平衡条件或牛顿运动定律,利用矢量三角形及正交分解等方法求解。

例2 本题考查多个电荷相互作用下的较复杂的平衡问题。在求解这类问题之前,应先进行定性分析,弄清楚物理现象、过程和情景,再着手进行定量计算。

这类三个带电小球在库仑力作用下的平衡问题,有如下规律:①三点共线;②两个同种电荷之间夹着

异种电荷;三是提出了将球上电荷想象成集中在球心的“点电荷”,解决了带电体之间距离的测定问题。

2. 应用库仑定律时应注意的问题

(1) 理解库仑定律的适用条件。公式 $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$ 仅适用于真空中(空气中近似成立)的两个点电荷的相互作用。如果两个带电体间的距离并非远大于带电体的线度时,库仑定律不再适用。例如,两个半径为 r 、带有异种电荷的金属球,球心距离为 $3r$;由于异种电荷的相互吸引,电荷将会分布在两球近侧的球面处,两球所带电荷中心的距离将小于 $3r$;如果两个金属球带有同种电荷,由于同种电荷的相互排斥,两球所带电荷中心的距离将大于 $3r$ 。在这些情况下,都不能将电荷看做集中在两球的球心而运用库仑定律。

(2) 注意将计算库仑力的大小与判断库仑力的方向两者分别进行,即运用公式计算库仑力大小时,不必将表示电荷 q_1 、 q_2 带电性质的正、负号代入公式中,只需将其绝对值代入而算出力的大小,再依据同种电荷相斥、异种电荷相吸来判断库仑力的方向,这样可以避免不必要的麻烦和可能出现的错误。

(3) 有些同学在初学库仑定律时,会认为两个电荷量不同的点电荷相互作用时,它们所受到的库仑力也不同。实际上,两个点电荷之间的相互作用力遵循牛顿第三定律——大小相等、方向相反,并且在一条直线上。如果一个点电荷同时受到另外两个点电荷的作用力,这两个力遵循力的合成法则,根据平行四边形定则,可求出这个点电荷受到的合力。

典例剖析

例1 如图1.2-1所示,质量为 0.2 g 的带电小球 B 用丝线吊起。若将所带电荷量为 $4.0 \times 10^{-8}\text{ C}$ 的小球 A 靠近它,当两个小球在同一高度相距 3 cm 时,丝线与竖直线的夹角 $\theta=45^\circ$ 。此时,小球 A 受到的库仑力为多大? 小球 B 所带的电荷量为多少?

解析 根据题给条件,可知小球 B 处于平衡状态。对小球 B 作受力分析,它受重力 mg , 丝线的拉力 F_1 和小球 A 对 B 的静电斥力 F 的作用,如图1.2-2所示。这三个力的合力为零,故 $F=mg\tan\theta=2.0 \times 10^{-3}\text{ N}$ 。

题中小球 A 、 B 都视为点电荷,它们之间相互排斥的库仑力

大小 $F=k\frac{q_Aq_B}{r^2}$, 所以有 $k\frac{q_Aq_B}{r^2}=mg\tan\theta$, 得 $q_B=5.0 \times 10^{-8}\text{ C}$ 。

小球 A 受到的库仑力与小球 B 受到的库仑力互为作用力和反作用力,所以小球 A 受到的库仑力大小为 $2.0 \times 10^{-3}\text{ N}$ 。小球 A 与小球 B 相互排斥,而小球 A 带正电,所以小球 B 也带正电,因此 $q_B=5.0 \times 10^{-8}\text{ C}$ 。

答案 $F=2.0 \times 10^{-3}\text{ N}$, $q_B=5.0 \times 10^{-8}\text{ C}$

例2 在真空中同一条直线上相距 L 的 A 、 B 两点,固定着电荷量分别为 $+4Q$ 和 $-Q$ 的点电荷。

(1) 将另一个点电荷 C 放在该直线上的哪个位置时,可以使它在库仑力作用下保持静止?

(2) 若放在 A 、 B 两点的点电荷不固定,将点电荷 C 放入后,要求这三个点电荷在只有库仑力作用的情况下都保持静止,那么引入的这个点电荷 C 应该是正电荷还是负电荷? 其所带电荷量又为多大?

解析 (1) 如图1.2-3所示,要使点电荷 C 处于平衡,它受 A 、 B 的作用力必须必须在一条直线上,故 C 只能在 A 、 B 连接的直线上。分三种情况讨论:①假设 C 在 AB 连线之间,那

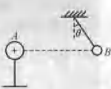


图1.2-1

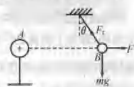


图1.2-2

么无论它带什么性质的电, A 、 B 对其作用力的方向均相同, 不可能使 C 静止, 故排除。②假设 C 在 AB 连线的延长线上, 且处于 A 的左侧。此时 A 对 C 产生的库仑力与 B 对 C 产生的库仑力方向相反, 但 C 离 A 近, A 所带电荷量又多, A 对 C 产生的库仑力将大于 B 对 C 产生的库仑力, 也不可能使 C 静止, 故排除。③假设 C 在 AB 连线的延长线上, 且处于 B 的右侧。此时 C 可能处于静止状态。

设点电荷 C 置于 B 的右侧且与 B 的距离为 x , 所带电荷量为 q , 则 C 静止时有 $k \frac{4Q \cdot q}{(L+x)^2} = k \frac{Q \cdot q}{x^2}$, 解得 $x = L$ 。

(2) 要使这三个点电荷在只有库仑力作用的情况下都保持静止, 从(1)已知 C 所处位置。要使 A 、 B 也保持静止, C 必须带正电。设 C 带电荷为 q , 则 A 处于平衡时有 $k \frac{4Q \cdot q}{(2L)^2} = k \frac{4Q \cdot Q}{L^2}$, 得出 $q = 4Q$ 。

答案 (1) C 置于 B 的右侧且与 B 的距离为 L 。(2) C 应是正电荷, 所带电荷量为 $4Q$

例3 有两个完全相同的带电金属小球 A 、 B , 所带的电荷量分别为 $Q_A = 6.4 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_B = -3.2 \times 10^{-9} \text{ C}$ 。若让这两个金属小球相互接触, 则在接触过程中, 电子将如何转移? 转移了多少个?

解析 当两个小球接触时, 小球 B 所带的负电荷先被小球 A 所带的正电荷完全中和, 小球 A 中剩余的正电荷重新分配。由于两个小球完全相同, 因此剩余的正电荷被平均分配, 即接触后两个小球所带的电荷量为

$$Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{6.4 \times 10^{-9} - 3.2 \times 10^{-9}}{2} \text{ C} \\ = 1.6 \times 10^{-9} \text{ C}$$

在接触过程中, 电子由 B 球转移到 A 球。当 B 球中的多余电子被完全中和后, 电子还将继续转移, 直至 B 球带 Q'_B 的正电荷。这样, 转移的电荷量一共为 $\Delta Q = -Q_B + Q'_B = 3.2 \times 10^{-9} \text{ C} + 1.6 \times 10^{-9} \text{ C} = 4.8 \times 10^{-9} \text{ C}$ 。

$$\text{转移电子数 } n = \frac{\Delta Q}{e} = \frac{4.8 \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.0 \times 10^{10} \text{ 个}$$

答案 电子由 B 球转移到 A 球, 转移的数量为 3.0×10^{10} 个

同步训练



1. 下列关于点电荷的说法中, 正确的是 ()

- A. 大小、形状可以忽略的带电体可看做点电荷
- B. 点电荷所带的电荷量一定很小
- C. 点电荷的体积一定很小
- D. 点电荷所带电荷量可多可少

2. 如图 1.2-4 所示是库仑扭秤实验的装置图, 库仑利用它总结出了真空中两个电荷之间相互作用力所满足的规律——库仑定律。关于库仑所做的这个扭秤实验, 下列说法正确的是 ()

- A. 实验利用悬丝扭转的角度大小来显示斥力大小
- B. 实验利用反射光点的移动来放大斥力的效果
- C. 实验测量了 C 小球电荷量的具体数值



图 1.2-4

解题方略

一异种电荷(两同夹异);
③夹于中间的电荷所带的电荷量最小(两大夹小);
④两侧电荷所带的电荷量与它们离中间电荷的距离平方成正比(近小远大)。

例3 本题考查两个相同金属球接触后的电荷量分配。对两个导体接触而发生电荷转移的问题, 要注意以下两点: ①金属中有大量自由移动的电子, 正离子只在自己的平衡位置附近振动, 不能自由移动, 而电子可以从一个物体转移到另一个物体, 故发生转移的只是自由电子; ②两个导体接触后, 电荷量的变化相当于先把两球的总电荷量汇总(代数和), 然后根据两个带电体的形状进行重新分配(对完全相同的两个小球, 电荷量均分)。

纠错在线





纠错在线

JUEZHUO/ANXIAN

D. 利用本实验也可发现两个异种电荷相互作用的规律

3. 下列关于库仑定律的说法中,正确的是 ()

A. 库仑定律适用于任意两个带电体之间的相互作用

B. 若点电荷 Q_1 的电荷量大于 Q_2 的电荷量,则 Q_1 对 Q_2 的库仑力大于 Q_2 对 Q_1 的库仑力

C. 当两个电荷间的距离趋近于零时,库仑力将趋向无穷大

D. 库仑定律和万有引力定律的表达式相似,都是距离平方反比定律

4. 两个点电荷甲和乙同处于真空中。

(1) 若甲所带的电荷量是乙的 4 倍,则甲对乙的库仑力是乙对甲的库仑力的 _____ 倍。

(2) 若把每个电荷所带的电荷量都增加为原来的 2 倍,那么它们之间的相互作用力变为原来的 _____ 倍。

(3) 若保持原电荷所带的电荷量不变,将距离增加为原来的 3 倍,那么它们之间的相互作用力变为原来的 _____ 倍。

(4) 若保持其中一个电荷所带的电荷量不变,将另一个电荷所带的电荷量变为原来的 4 倍,为了保持相互作用力不变,则它们之间的距离应变为原来的 _____ 倍。

(5) 若把每个电荷所带的电荷量都增大为原来的 4 倍,那么它们之间的距离必须变为原来的 _____ 倍,才能使它们的相互作用力不变。

5. 在真空中有两个点电荷,其中一个所带的电荷量是另一个的 4 倍。当它们相距 0.05 m 时,相互斥力为 1.6 N;则当它们相距 0.1 m 时,相互斥力为 _____ N。

6. 如图 1.2-5 所示,两个带电小球,其质量 $m_1 = m_2$,所带电荷量 $q_1 > q_2$ 。用两根轻丝线将两个球等高悬挂起来,两丝线与竖直方向的夹角分别是 α 和 β 。若两个小球恰在同一水平线上,那么下列说法正确的是 ()

A. $\alpha < \beta$

B. $\alpha > \beta$

C. $\alpha = \beta$

D. m_1 所受的库仑力一定大于 m_2 所受的库仑力

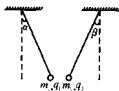


图 1.2-5

7. 在光滑的绝缘水平面上放着带电小球甲和乙。若它们所带的电荷量 $q_{\text{甲}} = 4q_{\text{乙}}$,质量 $m_{\text{甲}} = 3m_{\text{乙}}$,则它们在库仑力的作用下产生的加速度之比是 ()

A. $a_{\text{甲}} : a_{\text{乙}} = 1 : 12$

B. $a_{\text{甲}} : a_{\text{乙}} = 12 : 1$

C. $a_{\text{甲}} : a_{\text{乙}} = 1 : 3$

D. $a_{\text{甲}} : a_{\text{乙}} = 3 : 4$

8. 如图 1.2-6 所示,真空中三个点电荷 A、B、C 的电荷量均为 $+Q$,彼此均相距 a 放置。

(1) C 所受的库仑力是多大?

(2) 如果将 A、B 都移到它们连线的中点 P, C 受到的库仑力又是多大?

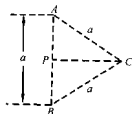


图 1.2-6

9. 真空中相距 30 cm 的 A、B 两个点电荷, 已知 $Q_A = 4.0 \times 10^{-5} \text{ C}$, $Q_B = 1.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ 。现在要在 A、B 连线上的某点 C 放一检验电荷, 使它受力为零, 试确定 C 点的位置。

10. 两个完全相同的金属小球 A、B, 已知 A 球所带的电荷量为 $+5.0 \times 10^{-9} \text{ C}$, B 球所带的电荷量为 $-7.0 \times 10^{-9} \text{ C}$, 两球相距 1 m。那么它们之间的库仑力有多大? 若把它们接触后放回原处, 它们之间的相互作用力又为多大?



11. 有三个相同的金属小球 a、b 和 c。开始时 c 不带电, 而 a 和 b 带等量异种电荷, 且相隔一定距离放置, a、b 之间的库仑力为 F。现将 c 球分别与 a、b 接触后再拿开, 则 a、b 之间的库仑力将变为 ()

A. $\frac{F}{2}$ B. $\frac{F}{4}$ C. $\frac{F}{8}$ D. $\frac{3F}{16}$

12. 两个半径为 0.3 m 的金属球, 球心相距 1.0 m。当它们都带了 $1.5 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的正电荷时, 相互作用力为 F_1 ; 当它们分别带 $+1.5 \times 10^{-5} \text{ C}$ 和 $-1.5 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的电荷量时, 相互作用力为 F_2 。则 ()

A. $F_1 = F_2$ B. $F_1 < F_2$ C. $F_1 > F_2$ D. 无法判断

13. 如图 1.2-7 所示, 用两根绝缘细线挂着两个质量相同的不带电的小球 A 和 B, 此时上、下细线受的力分别为 F_A 、 F_B 。如果使 A 带正电, B 带负电, 此时上、下细线受力分别为 F'_A 、 F'_B , 则 ()

A. $F_A < F'_A$ B. $F_B > F'_B$
C. $F_A = F'_A$ D. $F_B < F'_B$



图 1.2-7

14. 宇航员在探测某星球时, 发现该星球均匀带电, 且电性为负, 所带电荷量为 Q, 表面无大气。在一次实验中, 宇航员将一电荷量为 $-q$ ($q < Q$) 的粉尘置于离该星球表面 h 高处, 该粉尘恰处于悬浮状态。宇航员又将此粉尘带到距该星球表面 2h 处, 无初速释放, 则此带电荷粉尘将 ()

A. 背向星球球心方向飞向太空
B. 仍处于悬浮状态
C. 沿星球自转的线速度方向飞向太空
D. 向星球球心方向下落

纠错在线

JUEZHUOXIAN