

锦囊妙解

创新导学专题

高中物理

电 子

丛书主编 司马文 曹瑞彬
丛书副主编 冯小秋 钟志健
本册主编 丁锁勤

品牌连续热销 8 年



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

锦囊妙解

创新导学专题

高中物理

电 学

丛书主编 司马文 曹瑞

丛书副主编 冯小秋 钟志

执行主编 江 海

本册主编 丁锁勤

编 者	万强华	孙志明	许学龙	曹建峰	毛金才	李庆春	周志祥
	朱燕卫	金尤国	胡志彬	丁锁勤	钱 勇	吴志山	何福林
	沈桂彬	李小慧	朱时来	王春和	周拥军	王新祝	李家亮
	丁 勇	肖亚东	吴淑群	张季锋	李金光	刘亮生	蒋 莉
	陈桂宏	袁宝祥					



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图书在版编目(CIP)数据

锦囊妙解创新导学专题·高中物理·电学/司马文,曹瑞彬丛书主编;丁锁勤本
册主编. —北京:机械工业出版社,2010.10

ISBN 978-7-111-31934-4

I. ①锦… II. ①司…②曹…③丁… III. ①物理课-高中-教学参考资料
IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 181889 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:石晓芬

责任印制:杨 曦

北京双青印刷厂印刷

2010 年 10 月第 1 版 第 1 次印刷

169mm × 228mm · 17 印张 · 415 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-31934-4

定价: 23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

锦囊妙解丛书面世多年，备受广大读者厚爱，在此深表感谢。为了对得起广大读者的信任，对得起自己的职业良心，我们密切关注课程改革的新动向，在原有基础上，精益求精，反复修订，使得锦囊妙解丛书与时俱进、永葆青春。目前奉献给读者的《锦囊妙解创新导学专题》丛书，力求凸显创新素质的培养，力求知识讲解创新、选择试题创新、剖析思路创新，从而力求让学生阅读后，能更透彻、迅速地明晰重点、难点，在掌握基本的解题思路和方法的基础上，举一反三、触类旁通，全面提升学生的创新素质，在学习、应试中得心应手、应付裕如。

本丛书以每个知识点为讲解元素，结合“课标解读”、“知识清单”、“易错清单”、“点击高考”、“模拟演练”等栏目设计，突出教材中的重点和难点，并将高考例题的常考点、易错点进行横竖梳理，多侧面、多层次、全方位加以涵盖，使分散的知识点凝聚成团，形成纵横知识网络，有利于学生的记忆、理解、掌握、类比、拓展和迁移，并转化为实际解题能力。

本丛书取材广泛，视野开阔，吸取了众多参考书的长处及全国各地教学科研的新思路、新经验和新成果，选例新颖典型，难度贴近高考实际。讲解完备，就某一专题进行集中、全面的剖析，对知识点的讲解自然更细致。一些问题及例题、习题后的特殊点评标识，能使学生对本专题的知识掌握起来难度更小，更易于理解，从而达到举一反三、触类旁通的功效。

本丛书以“新课程标准”为纲，以“考试说明”与近年考卷中体现的高考命题思路为导向，起点低、落点准，重点难点诠释明了，高考关键热点突出，专题集中，能很好地培养学生思维的严谨性、解题的灵活性、表达的规范性。

古人云：授人以鱼，只供一饭之需；授人以渔，则一生受用无穷。让学生掌握“捕鱼之术”，其实就是创新教育的主要目标。本丛书策划者、编写者以此为共识，精诚合作，千锤百炼，希望本丛书不但帮助你学到知识，掌握知识，而且能掌握其学习方法，养成创新意识，增强创新能力，那将能让你终身受益。

司马文

曹瑞彬

编写说明

迈进高中的大门，学完力学，学生又开始进入电学的学习。相对于力学而言，电学部分的概念多、原理多、公式多、容易混淆的知识点多，很多同学有这样一种感觉：上课能够听得懂，但一旦自己独立解题时往往茫无头绪，有一种无处着力的感觉。别急，本书帮你解决以上问题，本书有以下两个特点：

1. 源于课本，但又高于课本，编者把教材所包含的信息充分挖掘出来，并进行系统整理，进一步丰富了知识的内涵，并拓宽了知识的外延。

2. 本书是对课堂教学的拓宽和提升，绝不是课堂教学的重复，而是在课堂教学基础上的升华，使学生能够站得更高，看得更远。

物理学习的关键是物理情景的构建，本书力求为学生构建物理情景搭建一座桥梁，使学生更容易学好物理，在物理学习的殿堂中享受成功的喜悦。愿本书成为学生学习物理的助力，敬请您就本书的不足和疏漏之处提出批评指导意见，谢谢！

编 者

目 录



前言 编写说明

第一章 静电场 / 1

- 第一讲 电荷及其守恒定律 / 1
- 第二讲 库仑定律 / 6
- 第三讲 电场强度 / 14
- 第四讲 电势能和电势 / 25
- 第五讲 电势差和电场强度的关系 / 34
- 第六讲 电容器的电容 / 42
- 第七讲 带电粒子在电场中的运动 / 50

第二章 恒定电流 / 62

- 第一讲 导体中的电场和电流 / 62
- 第二讲 电动势 / 69
- 第三讲 部分电路欧姆定律、串联和并联 / 78
- 第四讲 焦耳定律、电阻定律 / 94
- 第五讲 闭合电路欧姆定律 / 104
- 第六讲 多用电表 / 117
- 第七讲 简单的逻辑电路 / 124

第三章 磁场 / 130

- 第一讲 磁现象和磁场 / 131
- 第二讲 磁感应强度 / 134
- 第三讲 几种常见的磁场 / 142
- 第四讲 磁场对通电导线的作用力 / 147
- 第五讲 磁场对运动电荷的作用力 / 154
- 第六讲 带电粒子在匀强磁场中的运动 / 163

第四章 电磁感应 / 173

- 第一讲 电磁感应现象 / 174
- 第二讲 法拉第电磁感应定律 / 181
- 第三讲 楞次定律 / 198
- 第四讲 感生电动势和动生电动势 / 206
- 第五讲 互感、自感和涡流 / 215

第五章 交变电流 / 221

- 第一讲 交变电流的产生 / 221
- 第二讲 描述交变电流的物理量 / 228
- 第三讲 电感和电容对交变电流的影响 / 236
- 第四讲 变压器 / 241
- 第五讲 电能的输送 / 248

第六章 传感器 / 254

- 第一讲 传感器及其工作原理 / 254
- 第二讲 传感器的应用 / 259

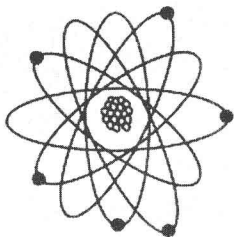
第一章

静电场

第一讲

电荷及其守恒定律

课标解读



【知识与技能】

- (1) 知道两种电荷及其相互作用, 知道电荷量的概念。
- (2) 知道摩擦起电, 知道摩擦起电不是创造了电荷, 而是使物体中的正负电荷分开。
- (3) 知道静电感应现象, 知道静电感应起电不是创造了电荷, 而是使物体中的电荷分开。
- (4) 知道电荷守恒定律。
- (5) 知道什么是元电荷。

【过程与方法】

- (1) 通过对初中知识的复习使学生进一步认识自然界中的两种电荷。
- (2) 通过对原子核式结构的学习使学生明确摩擦起电和感应起电不是创造了电荷, 而是使物体中的电荷分开。对一个与外界没有电荷交换的系统, 电荷的代数和不变。

【情感、态度与价值观】

- (1) 进一步培养良好的思维习惯。
- (2) 通过对本节的学习培养学生从微观的角度认识物体带电的本质, 给学生渗透看问题要透过现象看本质的思想。

知识点一

电荷

1. 两种电荷

自然界中只有正、负两种电荷。

2. 基本特点

(1) 同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引。

(2) 任何带电体都能吸引轻小物体。

3. 起电方式

(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电, 如: 用丝绸摩擦玻璃棒, 玻璃棒带正电; 用毛皮摩擦橡胶棒, 橡胶棒带负电。

说明: 摩擦起电时, 电荷并没有凭空产生, 其本质是发生了电子转移。

(2) 感应起电: 当一个带电体靠近导体时, 由于电荷间相互吸引或排斥, 导体中的自由电荷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, 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) 接触起电: 一个导体带电时, 电荷间会相互排斥, 如果接触另一个导体, 电荷就会转移到这个导体上, 使这个导体带电。

4. 起电的实质

(1) 物体由原子组成, 原子由原子核和核外电子组成, 电子带负电, 原子核带正电, 整个原子对外显示电中性。

(2) 物体失去电子带正电, 物体得到电子带负电。物体带电的实质就是电子的得与失。

(3) 在物体内部, 原子核是相对固定的, 内部的质子更不能脱离原子核而移动, 所以起电过程中转移的都是核外电子。

例题1 关于摩擦起电和感应起电的实质, 下列说法正确的是 ()

- A. 摩擦起电现象说明了机械能可以转化为电能, 也说明通过做功可以创造电荷
- B. 摩擦起电说明电荷可以从一个物体转移到另一个物体
- C. 感应起电说明电荷可以从物体的一部分转移到物体的另一部分
- D. 感应起电说明电荷从带电的物体转移到原来不带电的物体上去了

【解析】 摩擦起电的实质: 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, 失去电子的物体带正电, 即电荷在物体之间转移。

感应起电的实质: 当一个带电体靠近导体时, 由于电荷之间的相互吸引或排斥, 导致导体中的自由电荷趋向或远离带电体, 使导体上靠近带电体的一端带异种电荷, 远离的一端带同种电荷, 即电荷在物体的不同部分之间转移。

【答案】 BC

点评 本题的关键是要正确区分摩擦起电和感应起电的实质。

注意，再懂吃透三种起电的方式是关键。

变题1 绝缘细线上端固定，下端悬挂一个轻质小球 a ， a 的表面镀有铝膜，在 a 的附近，有一个绝缘金属球 b ，开始 a 、 b 都不带电，如图 1-1-1 所示，现在使 a 带电，则

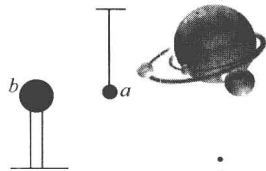


图 1-1-1

- A. a 、 b 之间不发生相互作用
- B. b 将吸引 a ，吸住后不放
- C. b 立即把 a 排斥开
- D. b 先吸引 a ，接触后又把 a 排斥开

【解析】 当 a 带上电荷后，由于带电体要吸引轻小物体，故 a 将吸引 b 。这种吸引是相互的，故可以观察到 a 被 b 吸引过来。当它们相互接触后，电荷从 a 转移到 b ，它们就带上了同种电荷，根据电荷间相互作用的规律，它们又将互相排斥。

带电体能够吸引轻小物体是带电体的基本性质，不能忽视。

【答案】 D

知识点二

电荷守恒定律

(1) 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。

(2) 另一种表述：一个与外界没有电荷交换的系统，电荷的代数和总是保持不变。

说明：电荷守恒定律是自然界最重要的基本规律之一；在一定的条件下，电荷是可以产生和湮灭的，但电荷的代数和不变，如：一对正、负电子可同时湮灭，转化为光子。

例题2 两个完全相同的金属球，一个带 $+6 \times 10^{-8} \text{C}$ 的电荷量，另一个带 $-2 \times 10^{-8} \text{C}$ 的电荷量。把两球接触后再分开，两球分别带电多少？

【解析】 两个完全相同的金属球接触后再分开，要平均分配电荷量，故两球均带电 $q = (q_1 + q_2) / 2 = [(+6 \times 10^{-8}) + (-2 \times 10^{-8})] / 2 \text{C} = 2 \times 10^{-8} \text{C}$ ，带正电。

【答案】 两球均带电 $2 \times 10^{-8} \text{C}$ ，且均为正电。



知识点三

元电荷

(1)电荷的多少叫做电荷量。符号: Q 或 q ,单位:库仑,符号:C。

(2)元电荷:电子所带的电荷量,用 e 表示。电荷量 e 的值: $e=1.60\times 10^{-19}\text{C}$ 。

注意:所有带电体的电荷量或者等于 e ,或者等于 e 的整数倍,就是说,电荷量是不能连续变化的物理量。

(3)比荷:电子的电荷量 e 和电子的质量 m_e 的比值为 $e/m=1.76\times 10^{11}\text{C/kg}$ 。

例3 关于元电荷的理解,下列说法中正确的是 ()

- A. 元电荷就是电子
- B. 元电荷是表示跟电子所带电荷量数值相等的电荷量
- C. 元电荷就是质子
- D. 物体所带的电荷量只能是元电荷的整数倍

【解析】元电荷是电子所带的电荷量,自然界中任何带电体的电荷量都是元电荷的整数倍。

【答案】BD

元电荷是自然界最小的电荷量。

易错清单

易错点一

应用电荷间相互作用的规律时抓不住问题的实质,盲目套用。

典例1 以下对静电现象的说法中正确的有 ()

- A. 只有两个物体都带电时,它们之间才有电的相互作用
- B. 一个物体带电,另一个物体不带电时,它们之间也可能有电的相互作用
- C. 一个带电物体与一个不带电的导体靠近时,可能产生斥力
- D. 带电物体与一个不带电的绝缘体靠近时,可能产生引力

【解析】错选A是因为片面理解电荷之间的相互作用,一个物体不带电时因为物体内部的正电荷与负电荷总量相等,对外不显电性,但当物体与带电体靠近时,物体中的正负电荷都与带电体有电的相互作用;C是不可能的,由于静电感应,不带电导体与带电导体靠近的一端带与带电导体相反的电荷,远离的一端带与带电导体相同的电荷,所以表现为与带电体相互吸引。

【答案】BD

【提醒】正确理解电荷间的相互作用规律是解决问题的关键。



易错点二

带电导体相互接触后电荷的再分配问题。

典例2 以下说法中正确的有 ()

- A. 一个电荷量为 $+Q$ 的金属球与一个电荷量为 $-Q$ 的金属球接触后再分开, 每个球的电荷量均为零
- B. 一个电荷量为 $+Q$ 的金属球与另一个不带电的金属球接触后再分开, 每个球一定带 $+\frac{Q}{2}$ 的电荷量
- C. 一个电荷量为 $+2Q$ 的金属球与一个电荷量为 $-Q$ 的金属球接触后再分开, A球的电荷量为 $+Q$, B球的电荷量为零
- D. 实心金属球A带 $+Q$ 电荷量, 半径、材料都与A相同的空心金属球B不带电, 把A、B接触后再分开, 每个球一定带 $+\frac{Q}{2}$ 的电荷量

【解析】B的错误在于没有明确两个金属球的大小, 所以它们不一定平分电荷量; C错在两个带异种电荷的金属导体接触后要发生中和, 然后两导体再分配“净电荷”。另外, 物体带电时, 净电荷只分布在导体外表面上, 所以两个金属球接触后分配电荷量时, 与实心、空心无关。

【答案】AD

【提醒】明确电荷的中和, 了解电荷再分配时净电荷仅分布在导体的外表面而与实心、空心无关是解题的关键。

注意啦! 导体带电时, 净电荷只分布在导体的外表面。

点击高考

(2006·北京)使带电的金属球靠近不带电的验电器, 验电器的箔片张开。图1-1-2中各图表示验电器上感应电荷的分布情况, 正确的是 ()

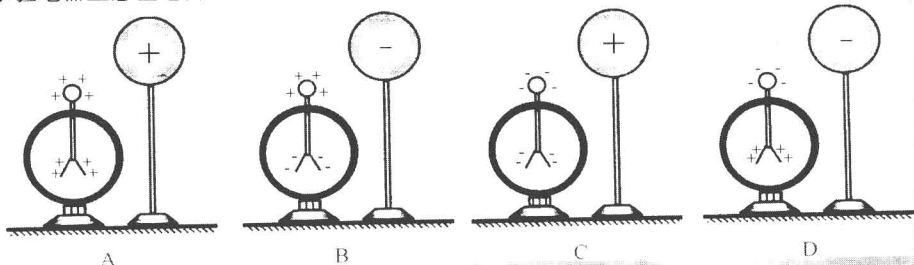


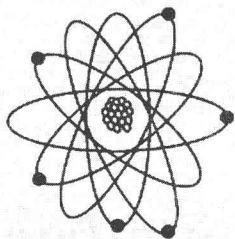
图1-1-2

点拨 正确区分摩擦起电、感应起电和接触起电三种起电方式。

【解析】本题考查的是感应起电, 同种电荷相互排斥, 异种电荷相互吸引。

【答案】B

课标解读

**【知识与技能】**

(1)理解库仑定律的内容、表达式,并能进行与力学分析方法相结合的有关计算。

(2)知道静电力常量。

(3)了解点电荷的概念。

【过程与方法】

(1)知道点电荷是一种理想化模型,渗透控制变量的科学研究方法。

(2)会用类比的方法进行比较学习。

(3)通过点电荷概念的建立过程,体会建立理想化模型的方法。

(4)通过实验探究影响电荷间相互作用力的因素,体验库仑定律的建立过程。

【情感、态度与价值观】

(1)进一步培养良好的思维习惯。

(2)增强科学研究中基本建模意识。

(3)提高灵活运用库仑定律及力学知识分析和解决实际问题的能力。

【重点】

对库仑定律的理解和结合力学知识的综合应用。

【难点】

真空中点电荷之间作用力是一对相互作用力,遵从牛顿第三定律。

知识点一

点电荷的概念

- (1)点电荷是指没有大小、没有形状、具有电荷量的一个理想化的模型。
- (2)一个带电体能否看做点电荷,完全取决于带电体之间的距离与自身的几何形状及大小的比较,与带电体的大小无关。
- (3)均匀带电的球体或球壳,可视为电荷量集中于球心处的点电荷。



例题1 下列关于点电荷的说法,正确的是 ()

- A. 点电荷是一种理想化模型,实际上并不存在
- B. 只有体积很小的带电体才能看成点电荷
- C. 当两个带电体的大小及形状对它们之间的相互作用力的影响可以忽略时,这两个带电体可看成点电荷
- D. 一切带电体都可以看成点电荷

【解析】点电荷是人们为了研究问题方便而引入的一种理想化模型,实际上并不存在,故 A 对;能否看成点电荷不是看带电体的体积大小,也不是看电荷量大小,而是看带电体的体积大小、形状、电荷分布对电荷之间的作用力的影响程度是不是可以忽略不计,所以 B、D 错误, A、C 正确。

【答案】AC

点评 点电荷具有相对意义,能看成点电荷的带电体的体积和电荷量不一定小;体积和电荷量小的带电体也不一定能看成点电荷。

注意:一个带电体能否看做点电荷,是相对于具体问题而言的,不能单凭其大小和形状确定!你真的记住了吗?那么请你做一做变题。

变题1 下列哪些物体可视为点电荷 ()

- A. 电子和质子在任何情况下都可以看成点电荷
- B. 均匀带电的绝缘体在一定条件下可视为点电荷
- C. 带电的细杆在一定条件下可视为点电荷
- D. 带电的金属球一定不能视为点电荷

【解析】所谓点电荷是指本身的线度比相互之间的距离小得多的带电体。因此,电子和质子虽然很小,但也不是任何情况下都可以看成点电荷的;均匀带电的绝缘体、带电的细杆、带电的金属球虽然比较大,但在一定条件下也可视为点电荷,所以 B、C 正确。

【答案】BC

知识点二

库仑定律的理解

(1)内容:真空中两个静止点电荷之间的作用力跟它们的电荷量的乘积成正比,跟距离的平方成反比,作用力的方向在它们的连线上。

(2)表达式: $F=k\frac{Q_1Q_2}{r^2}$, 其中 F 叫做静电力或库仑力, Q_1, Q_2 分别

是两个静止点电荷电荷量的大小, r 是两个点电荷之间的距离, k 是静电力常量 $9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$, 方向:沿两电荷的连线。同种电荷相互排斥, 异种电荷相互吸引。

(3)适用条件:真空中的点电荷。

适用条件
可是非常
关键的哦!

例题2 两个半径为 R 的金属带电球所带电荷量分别为 q_1 和 q_2 , 当两球心相距 $3R$ 时, 相互作用的静电力大小为 ()

- A. $F=k\frac{q_1q_2}{(3R)^2}$ B. $F>k\frac{q_1q_2}{(3R)^2}$ C. $F<k\frac{q_1q_2}{(3R)^2}$ D. 无法确定

【解析】 因为两球心距离不比球的半径大得多, 所以金属带电球不能看做点电荷, 必须考虑电荷在球上的实际分布。如果是同种电荷, 相互排斥, 分布于最远的两侧, 电荷中心距离大于 $3R$, 则选择 C; 如果是异种电荷, 相互吸引, 分布于最近的两侧, 电荷中心距离小于 $3R$, 则选择 B; 故本题选择 D。

【答案】 D

【题眼】 本题有两个问题需要判断: 第一, 能否直接使用库仑定律 (即判断是否符合点电荷的条件)? 第二, 它们带何种性质的电荷 (题目没有交代, 所以要分别讨论)。两个问题抓准了, 问题也就解决了。

变题2 两个半径为 R 的绝缘带电球所带电荷量分别为 q_1 和 q_2 , 并均匀分布在球体上, 当两球心相距 $3R$ 时, 相互作用的静电力大小为 ()

- A. $F=k\frac{q_1q_2}{(3R)^2}$
B. $F>k\frac{q_1q_2}{(3R)^2}$
C. $F<k\frac{q_1q_2}{(3R)^2}$
D. 无法确定

【解析】 因为是绝缘体, 电荷量均匀分布在球体上, 不能移动, 可认为电荷都集中在球心, 则有 $F=k\frac{q_1q_2}{(3R)^2}$ 。

【答案】 A

当心啦! 库仑定律不是随便可以直接使用的! 先看是否符合适用条件之一——必须符合点电荷要求! 现在再请你思考一个问题, 如果有人根据库仑定律表达式, 设想当 $r \rightarrow 0$, 得出 $F \rightarrow \infty$ 的结论, 你认为正确吗? 为什么?

知识点三

静电力的叠加

两个电荷之间的相互作用力——静电力符合力的独立作用原理,即当一个电荷受到几个电荷对它的作用时,则它与任意一个电荷的作用力都遵循库仑定律,它受到的合力等于各力的矢量和。

例题3 中子内有一个电荷量为 $+\frac{2}{3}e$ 的上夸克和两个电荷量为 $-\frac{1}{3}e$ 的下夸克,一简单模型是三个夸克都在半径为 r 的同一圆周上,如图1-2-1所示。能正确表示出各夸克所受静电作用力的是图1-2-2中的

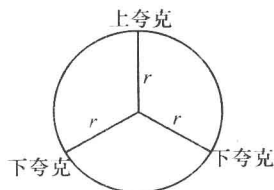


图1-2-1

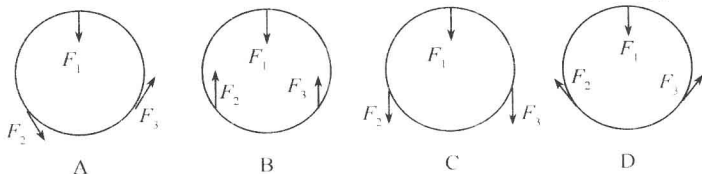


图1-2-2

【解析】对上夸克和下夸克分别作受力分析,由对称性可知,两下夸克对上夸克的作用力必竖直向下;由于上夸克对下夸克的作用力是两个下夸克之间作用力的两倍,夹角为 120° ,所以二者合力恰好都竖直向上。

【答案】B

变题3 本题以中子内的夸克结构模型为研究对象,情景新颖,但应用原理并不复杂,只要注意静电力的受力分析和对称的几何关系,问题即可解决。

变题3 如图1-2-3所示,三个完全相同的金属小球 a, b, c 位于等边三角形的三个顶点上, a, c 带正电, b 带负电, a 带电荷量比 b 小,已知 c 受到 a 和 b 的静电力的合力可用四条有向线段中的一条表示,它应是

- A. F_1 B. F_2
C. F_3 D. F_4

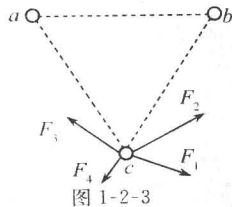


图1-2-3

【解析】根据“同性相斥、异性相吸”规律,确定小球 c 受到 a 和 b 的库仑力方向,考虑 a 带电荷量小于 b ,所以 F_b 大于 F_a , F_b 与 F_a 的合力只能为 F_2 ,所以B正确。

求几个力的合力时,可以先独立进行受力分析,不受其他力影响;静电力也遵守矢量合成法则。

【答案】B

知识点四

库仑力作用下带电体的平衡问题

库仑力作为一种力,同样遵循力学基本规律,比如牛顿定律、平行四边形法则、动能定理等。处理问题的思路是:电学问题→力学方法。

例题4 两个电荷量分别为 Q 和 $4Q$ 的负点电荷 a 、 b ,在真空中相距 L ,如果引进另外一个点电荷 c ,正好使得三个电荷都处于静止状态,试确定 c 的位置、电性、电荷量。

【解析】 每个点电荷都处于静止状态,说明它们各自受到的合力均为零。如图 1-2-4 所示,设点电荷 a 和 c 相距为 x ,则点电荷 b 和 c 相距为 $L-x$,所以对点电荷 c ,受到合力为零: $k \frac{q_c Q}{x^2} = k \frac{q_c 4Q}{(L-x)^2}$,解得: $x = \frac{1}{3}L$ ($x = -L$ 不合题意)。

对点电荷 a ,受到合力为零: $k \frac{q_c Q}{(\frac{L}{3})^2} = k \frac{4Q^2}{L^2}$,解得 $q_c = \frac{4}{9}Q$ 。

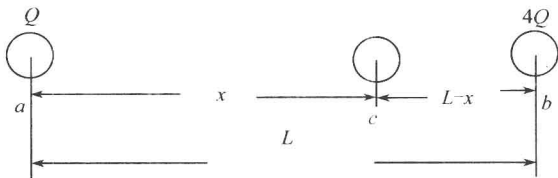


图 1-2-4

【答案】 点电荷 c 为正电荷, $q_c = \frac{4}{9}Q$ 。

【点评】 三个电荷的平衡问题关键是要要求每个电荷受到合力为零,因此第三个电荷放置的位置应该合理,基本原则是:同种电荷放中间,异种电荷放两边。

我告诉你一个记忆口诀:“三点共线、两同夹异、两大夹小、近小远大”!想一想,是否有道理呀?

知识点五

库仑力作用下带电体的加速问题

例题5 如图1-2-5所示,光滑绝缘水平面上固定着A、B、C三个带电小球,它们质量均为 m ,间距均为 r ,A、B带正电,电荷量均为 q 。现在对C施加一个水平向右的力 F 的同时,放开三个球,要使得三球在运动过程中保持间距 r 不变,求:

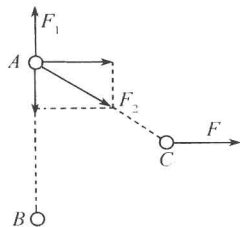


图1-2-5

(1)C球的电性和电荷量;(2)水平力 F 大小。

【解析】(1)要使得三球在运动过程中保持间距 r 不变,分析A球受力情况, F_1 是B球的排斥力, F_2 是C球的吸引力,A才能具有向右的加速度。所以C球带负电。由图可知, $F_2 \cos 60^\circ = F_1$, $F_1 = k \frac{q^2}{r^2}$,

$$F_2 = k \frac{qq_c}{r^2}, \text{ 所以 } q_c = 2q。$$

$$(2) \text{ 对A球:根据牛顿第二定律有 } a = \frac{\sqrt{3}F_1}{m} = \sqrt{3} \frac{kq^2}{mr^2}。$$

$$\text{对系统用整体方法: } F = 3ma, \text{ 所以 } F = 3\sqrt{3}k \frac{q^2}{r^2}。$$

【答案】(1) $q_c = 2q$, 正电;(2) $F = 3\sqrt{3}k \frac{q^2}{r^2}$ 。

整体法和隔离法是静力学、动力学中常用的解题方法;牛顿第二定律还是解题主要应用的规律。

易错清单

易错点一

缺口问题(等效思想、对称方法)。

典例1 如图1-2-6所示,一个半径为 R 的圆环均匀带电, ab 为极小缺口,缺口长为 $L(L \ll R)$,圆环的带电荷量为 $+Q$,在圆心放一个电荷量为 $-q$ 的点电荷,求该点电荷受到的库仑力。

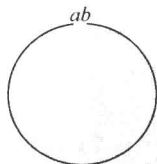


图1-2-6

【解析】利用叠加原理,以假设圆环没有缺口,圆心的点电荷受到库仑合力为零为突破口,即可求解。设想与缺口对称的另一边,存在与缺口大小一样的点电荷,其电荷量为 $Q' = \frac{Q}{2\pi R - L}$,则圆心处的点电荷受到库仑力为 $F = k \frac{Q'q}{R^2}$

$$= k \frac{LQq}{(2\pi R - L)R^2}, \text{ 方向背向缺口 } ab。$$

【答案】 $F = k \frac{Q'q}{R^2} = k \frac{LQq}{(2\pi R - L)R^2}$, 方向背向缺口 ab 。

【提醒】求解缺口问题的关键是利用了等效思想和对称方法。容易出错的地方是等效点电荷量的大小分配。