



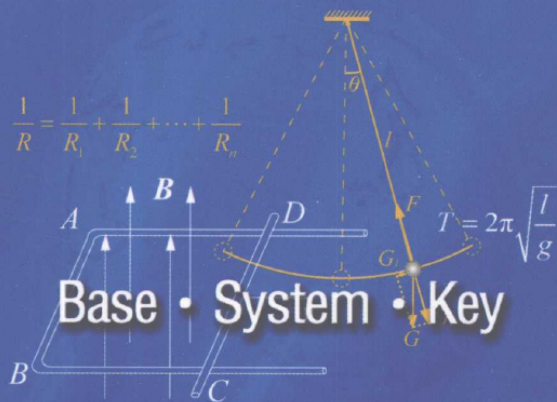
超级高中专题系列

超级物理专题题典

电场与恒定电流

• 紧扣大纲 关注高考 •

丛书主编 孙亚东
本册主编 黄家琪



—— 学习物理必备的全面工具书 ——

世界图书出版公司



盛世教育 超级高中专题系列

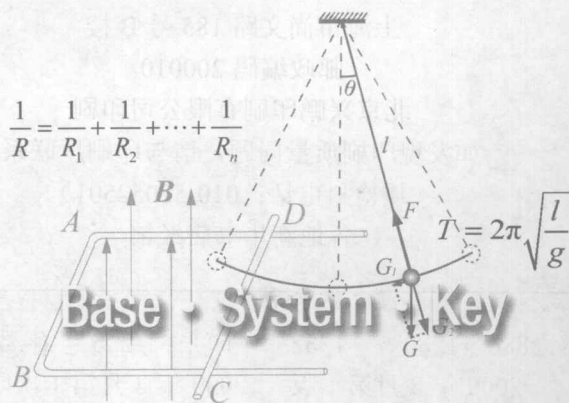
超级物理专题题典

电场与恒定电流

丛书主编 孙亚东

本册主编 黄家琪

副主编 雷平



世界图书出版公司

上海·西安·北京·广州



高中物理专题典

图书在版编目 (C I P) 数据

超级物理专题题典——电场与恒定电流 / 黄家琪主编. —上海: 上海世界图书出版公司, 2009.3

ISBN 978-7-5062-9118-7

I. 超… II. 黄… 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 (2008) 第 064030 号

超级物理专题题典——电场与恒定电流

丛书主编 孙亚东

本册主编 黄家琪

上海世界图书出版公司 出版发行

上海市尚文路 185 号 B 楼

邮政编码 200010

北京兴鹏印刷有限公司印刷

如发现印刷质量问题, 请与印刷厂联系

(质检科电话: 010-52052501)

各地新华书店经销

开本: 880×1230 1/32 印张: 12.5 字数: 171 000

2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5062-9118-7/O · 44

定价: 16.00 元

<http://www.wpcsh.com.cn>

上海·北京·西安·武汉

前言

参考书和教材不同,它并不是学习中的必需品。然而学习好的同学,大部分都看过至少一本参考书,有个别的,甚至看完了市面上所有的参考书,这是为什么呢?

教材都是自成体系,为了配合大纲和课堂教学,其中很多内容讲述得恰到好处,可以说是提供了一个角度很好的剖面。然而要学好一门学科,必须具备3点:首先是清晰的知识框架,其次是翔实的知识内容,最后是巧妙的方法技巧。要达到这3点,从理论上讲,反复阅读教材并练习教材中的习题是可以做到的,只是需要花费较长的时间去领悟。不过,实际情况往往是限于课时进度,同学们用于学习单一科目的时间本就有限,花费在科目内部的具体知识板块的时间更加寥寥,有没有什么捷径可以走呢?答案是没有。虽然没有捷径,但却有另外一条路可供选择,这就是选择合适的参考书。好的参考书能从各种角度去剖析问题,透过现象看本质;或是补充个别知识点,完善整个知识框架;或是通过纵横向比较,揭示出本来就存在,但教科书却未明示的一些规律;或是汇总前人的经验,揭示出你原本就该知道的一些方法技巧。这套《超级物理专题题典》正是本着这样的初衷,以《超级数学专题题典》的框架为基础拓展编写的,一共包括《直线运动和曲线运动》、《力与牛顿运动定律》、《冲量与动量》等10本。

本套书在编排上体现了以下特点:

(i) 知识讲解循序渐进

知识点讲解特色突出,全套书中的每一本都分为基础知识和拓展思维两大部分。前一部分针对具体的知识点进行精析细讲,帮助读者牢固扎实地打好知识基础、建立知识体系,使学习、记忆和运用有序化。第二部分“高屋建瓴”,帮助读者在掌握和巩固基础知识的同时,突破难点、提高思维。在力求提高的同时,把握尺度,不出偏题、怪题,使之虽然难度加大,但是并不偏离高考方向。

(ii) 题目搭配合理有序

习题配备由易到难,层层延伸。基础练习题,能力练习题,历届高考题,精选星级题,3大部分6小块,覆盖高中低档各类题型,层层递进,级级延伸,为复习、备考提供丰富的资料储备;题目讲解不拘一解,详尽规范,引

引导读者去探究“一题多解”、“多题一解”、“一题多变”和“万变归一”的思想与学习方法,使读者真正能够领悟到举一反三、触类旁通的奥妙。

(iii) 框架结构明朗清晰

全书按照内容分布各种知识框架图,为读者学习和探索提供参考路标。

(iv) 成书符合使用习惯

全书采用“知识点讲解”、“对应例题”、“另一个知识点讲解”、“对应例题”的编排模式,更符合授课式的思维习惯。我们还独出心裁地引入了“考频”概念,借助于此知识点在最终高考中所占比例的统计数据来检验自己对这一知识点、这一部分内容,甚至这一类问题的掌握程度,以寻找更合适的复习之道,从而达到优质、有效的复习效果。

(v) 自成体系一书多用

本套书完全基于教材,但又不拘泥于教材。基于教材是指教材中的知识点,只要是涉及某专题的,基本上都收录进书,并分别成册;不等同于教材是指本套书并未严格按照教材的章节顺序进行编排,而是把本专题相关内容作为一个子体系加以归纳。这样做的好处不但可以让同学们在短时间内掌握此专题内容,而且还脱离了教材变动的局限性,使全国所有中学生均可选用。

对于正在学习高中物理课程的同学,可以使用本书作为课堂内容的预习复习与补充;对于正在紧张复习,即将投入的高考的同学,使用本书也可作为复习的纲要与熟悉各种题型的战场;而对于高中教育的研究者,本书可以提供一部分研究素材。

由于作者时间和水平所限,疏漏之处在所难免,敬请不吝指正。

盛世教育高考命题研究组

2007年10月

目 录

第一篇 知识篇	1
第一章 电场	3
第一节 电荷 库仑定律	4
高考考点与趋势分析	4
知识点讲解与应用	4
基础练习题	10
高屋建瓴	11
能力练习题	14
第二节 电场 电场强度 电场线	15
高考考点与趋势分析	15
知识点讲解与应用	16
基础练习题	21
高屋建瓴	23
能力练习题	27
第三节 电势 电势差 等势面	28
高考考点与趋势分析	28
知识点讲解与应用	29
基础练习题	34
高屋建瓴	35
能力练习题	40
第四节 电势差与电场强度的关系	42
高考考点与趋势分析	42
知识点讲解与应用	42
基础练习题	47
第五节 电场中的导体	49
高考考点与趋势分析	49
知识点讲解与应用	49
基础练习题	55
第六节 电容器的电容	56
高考考点与趋势分析	56
知识点讲解与应用	57

基础练习题	60
高屋建瓴	61
能力练习题	65
第七节 带电粒子在电场中的运动	67
高考考点与趋势分析	67
知识点讲解与应用	67
基础练习题	73
高屋建瓴	74
能力练习题	78
第八节 带电体在电场中的运动	80
高考考点与趋势分析	80
知识点讲解与应用	80
基础练习题	85
高屋建瓴	87
能力练习题	92
本章参考答案与解析	95
第二章 恒定电流	113
第一节 欧姆定律	114
高考考点与趋势分析	114
知识点讲解与应用	114
基础练习题	119
第二节 电阻定律 电阻率	121
高考考点与趋势分析	121
知识点讲解与应用	121
基础练习题	125
第三节 半导体与超导现象	127
高考考点与趋势分析	127
知识点讲解与应用	127
基础练习题	130
第四节 电功 电功率	131
高考考点与趋势分析	131
知识点讲解与应用	132
基础练习题	136
第五节 闭合电路欧姆定律	138
高考考点与趋势分析	138
知识点讲解与应用	138

基础练习题	144
高屋建瓴	146
能力练习题	150
第六节 串、并联电路与电路分析	152
高考考点与趋势分析	152
知识点讲解与应用	152
基础练习题	159
高屋建瓴	161
能力练习题	167
第七节 电流表和电压表 电阻的测量	168
高考考点与趋势分析	168
知识点讲解与应用	169
基础练习题	178
高屋建瓴	180
能力练习题	181
本章参考答案与解析	185
第二篇 真题篇	200
第一部分 思维陷阱	200
失分现象分析	200
应对策略	201
典例剖析	204
第二部分 高考真题	220
考纲要求	220
考点分析	221
命题趋向	222
应试策略	223
真题探究	223
选择题	223
非选择题	231
真题篇答案与解析	237
第三篇 题典篇	254
选择题	254
非选择题	275
题典篇答案与解析	297
附录一 公式定理大全	373
附录二 高中物理公式一览表	380

第一篇 知识篇

☞ 本专题知识结构图

电场与恒定电流	电场	电荷 库仑定律
		电场 电场强度 电场线
		电势 电势差 等势面
		电势差与电场强度的关系
		电场中的导体
		电容器的电容
		带电粒子在电场中的运动
		带电体在电场中的运动
	恒定电流	欧姆定律
		电阻定律 电阻率
		半导体与超导现象
		电功 电功率
		闭合电路欧姆定律
		串、并联电路与电路分析
		电流表和电压表 电阻的测量

本专题属于物理学中的电学部分,分为两个部分,第一章是电场,第二章是恒定电流。

电场一章主要研究电荷间的相互作用以及静电场的基本性质。一方面是从电荷在电场中受力运动的角度研究,另一方面是从电场力做功使能量变化的角度研究。本章涉及的基本概念有电场强度、电势、电势差和电容等。在掌握电场基本特性的基础上结合力学规律分析带电粒子或带电体在电场中的运动是本章的重要应用。

在学习本章时一定要加强对基本概念的理解,除了掌握物理量的定义,还要弄清它的物理意义,理解定义该物理量的背景和分析过程。将抽象的概念具体化。本章中很多物理量是通过别的量的比值来定义的,这是物理学中常用的定义方法,学习过程中可以对比力学中用比值定义的物理量,如速度、功率等,加深理解。

除了电学中的新内容,在研究带电粒子和带电体的运动时,还会涉及力学的规律与方法,此类问题常与牛顿运动定律,运动学公式,功与能等知识相结合,综合性

恒定电流一章主要研究电路中与电流有关的物理量和物理规律,涉及的基本概念有电流、电压、电阻、电阻率、电动势、电功、电功率等,涉及的规律有欧姆定律、焦耳定律、电阻定律、闭合电路欧姆定律。在初中已学知识的基础上,以电流为核心、以欧姆定律为主线展开,所涉及的知识在实际生活和生产中有广泛而又重要的应用,不仅是后继知识的基础,而且是将来进一步学习电工技术和电子技术的基础。学习时要注意理论联系实际,培养动手能力和创新能力。

有关物理量的测量及相关的测量仪表(电流表、电压表、欧姆表、电阻箱、滑动变阻器等)是本章的重要内容,理解电动势的含义及熟练掌握闭合电路欧姆定律是学习本章的重点和难点。

第一章 电场

本章知识结构图

电场	电荷 库仑定律	几个基本概念
		使物体带电(起电)的三种方式
		电荷守恒定律
		库仑定律
		库仑定律与牛顿运动定律的综合应用
	电场 电场强度 电场线	电场
		电场强度
		点电荷的场强
		电场线
		匀强电场
		电场的叠加
		常见电场的电场线分布
	电势 电势差 等势面	电势能
		电势
		电势差
		等势面
		常见电场的等势面分布
		能量守恒定律在电场中的应用
		电场与重力场的比较
	电势差与电场强度的关系	电场强度与电势差
		匀强电场中电势差与电场强度的关系
		电势差与电场强度关系的变形式
		区别几个计算场强的公式
	电场中的导体	导体与绝缘体
		将导体放入电场中发生的物理过程
		导体的静电平衡
		静电平衡时导体上的电荷分布
		静电屏蔽

电 场	电容器的电容	电容器
		电容
		平行板电容器
		常见电容器及电容器的参数
		平行板电容器板间场强的变化
		静电计的构造和工作原理
	带电粒子在电场中的运动	受力情况分析
		运动情况分析
		带电粒子在电场中的加速运动
		带电粒子的在匀强电场中的偏转
		示波管的基本原理
	带电体在电场中的运动	带电体在电场中的平衡
		带电体在电场中的变速运动
		用等效法处理带电体在电场中的运动问题

第一节 电荷 库仑定律

☞ 高考考点与趋势分析

本节内容是电学部分的基础,主要讲述电荷守恒定律以及电荷间的相互作用的库仑定律,在高考中一般不单独考察,而是作为解题必备的基础知识出现在其他电学题目中.

目标1 了解电荷守恒定律,知道摩擦起电和感应起电不是创造了电荷,而是使物体中的正负电荷分开.

目标2 知道元电荷、点电荷的概念.

目标3 掌握库仑定律,理解库仑定律的含义及其公式表达,知道静电力常量,会用库仑定律的公式进行有关计算.

☞ 知识点讲解与应用

1. 几个基本概念(考频5次,其中,选择题3次,非选择题2次)

(1) 电荷:实验表明,自然界只存在两种电荷,通常将丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷称为正电荷,毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷称为负电荷,同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引.

(2) 电荷量:物体所带电荷数量的多少,称为电荷量,单位是库仑,简称库,用字母C表示.正电荷和负电荷分别表示为正数和负数.

(3) 中和:正负电荷相互完全抵消的状态叫做中和.中和并不是电荷的消失,而是等量的异种电荷聚集在一起,对外界不呈现电性.从物体的微观结构可以看到,任何不带电的物体中都具有等量异号的电荷,使其整体处在中和状态.

(4) 元电荷:一个质子或一个电子所带电量的绝对值 e 称为元电荷, $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$,它是电荷量的最小单位,任何带电体的电荷量都是 e 的整数倍.

(5) 点电荷:若带电体的几何线度比起它到其他带电体的距离小得多,在研究问题时,它的形状和电荷在其中的分布对带电体间相互作用力的影响可以忽略不计,我们就可以把它抽象成一个几何点,称为点电荷.点电荷是一种理想化的物理模型.

(6) 电子的比荷:电子的电荷量 e 与质量 m_e 之比称为电子的比荷, $\frac{e}{m_e} = 1.76 \times 10^{11} \text{C/kg}$.

2. 使物体带电(起电)的三种方式(考频3次,其中,选择题3次,非选择题0次)

(1) 摩擦起电:两个物体因为相互摩擦而带上等量异种电荷,其本质是自由电子在物体间发生转移.

(2) 接触起电:两个物体相互接触后,电荷在两个物体间发生转移,从而改变物体所带电荷数.两个形状和大小完全相同的导体球接触后均分电量;若二球原来带异种电荷,则先进行电中和,再均分.

(3) 感应起电:当带电体靠近导体,使导体靠近和远离带电体的两端出现等量异种电荷的现象,叫静电感应.利用静电感应使物体带电叫感应起电,实质是使导体上的电荷重新分布后分开.

3. 电荷守恒定律(考频2次,其中,选择题2次,非选择题0次)

电荷既不能创造,也不能消灭,只能从一个物体转移到另一物体(如摩擦起电,接触起电),或者从物体的一部分转移到另一部分(如感应起电),在转移过程中,电荷的总量不变.这个结论叫电荷守恒定律.

电荷守恒定律是物理学中重要的基本定律之一,不仅适用于宏观物理过程,也适用于一切微观过程.在任何物理过程中,电荷的代数和都是守恒的.

4. 库仑定律(考频5次,其中,选择题2次,非选择题3次)

(1) 内容:在真空中,两个静止的点电荷 q_1 和 q_2 之间的相互作用力的大小和 q_1 与 q_2 的乘积成正比,和它们之间的距离 r 的平方成反比;作用力的方向沿着它们的连线,同号电荷相斥,异号电荷相吸.

(2) 公式: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$.

① 比例常数 k 叫静电力常量,在国际单位制中 $k = 9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

② 公式适用条件:a. 仅适用于真空中两个点电荷之间的相互作用的静电力(即库仑力);b. 电荷均匀分布于表面的球体可以看成电荷量集中在球心的点电荷,应用公式时, r 为球心之间的距离;c. 有人由公式推理出当 $r \rightarrow 0$ 时, $F \rightarrow \infty$,这是错误的.因当 $r \rightarrow 0$ 时,两电荷已不能再看成点电荷,不能用公式来分析静电力了.

③ 可用公式求库仑力大小, Q_1 、 Q_2 只以绝对值代入(不将表示 Q_1 、 Q_2 的带电性质的符号代入公式). 至于库仑力的方向, 可依“同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引”加以判断. 另外计算时注意, 各量均用国际单位制.

(3) 静电力具有力的共性, 如遵守牛顿第三定律, 遵循力的平行四边形定则.

(4) 研究微观带电粒子的相互作用时, 经常可忽略万有引力(因其万有引力远小于静电力).

例1 半径相同的两个金属小球 A、B 带有电量相等的电荷, 相隔一定距离, 两球之间的相互吸引力的大小为 F . 现让第三个半径相同的不带电的金属小球先后与 A、B 两球接触后移开. 这时, A、B 两球之间的相互作用力的大小是 _____.

- A. $\frac{1}{8}F$ B. $\frac{1}{4}F$ C. $\frac{3}{8}F$ D. $\frac{3}{4}F$

答案 A

解析 A、B 两球原作用的是吸引力, 故 A、B 两球带异种电荷. 设 A 球带电为 q , B 球带电为 $-q$. 根据相同金属球接触后净电荷平分, C 球与 A 球接触后, A、C 球带电均为 $\frac{q}{2}$; C 球再与 B 球接触后, B 球带电为 $-\frac{q}{4}$. 于是, A、B 两球的相互作用力变

$$\text{为 } F' = k \frac{\frac{q}{2} \cdot \frac{q}{4}}{r^2} = \frac{1}{8} k \frac{q^2}{r^2} = \frac{1}{8} F.$$

点评 (1) 两个相同的金属球接触后净电荷平分, 电荷总量不变. 在计算两球接触后所带的总电量时, 将接触前两电荷的带电量相加, 负电荷以负值代入, 正电荷以正值代入, 其代数和即为总电量, 正值表示带正电, 负值表示带负电.

(2) 根据库仑定律 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 计算两个带电体(视为点电荷)之间的库仑力时, 两带电体的电量以绝对值代入公式, 再根据“同性相斥、异性相吸”判断库仑力的方向.

例2 拿一个带负电的带电体逐渐接近(不接触)验电器的金属球, 可以看到这样的现象: 金属箔张开的角度先是减小, 到逐渐闭合, 然后又张开, 以下说法中, 正确的是 _____.

- A. 验电器原来带正电
B. 验电器原来带负电
C. 验电器原来不带电
D. 验电器可能带正电、也可能带负电

答案 A

解析 如果验电器原来不带电,带电体越靠近金属球,金属球由于静电感应所带正电荷就越多,金属箔带的负电荷也就越多,金属箔的张角就应该是一直持续增大;如果验电器原来带了少许负电荷,所观察到的现象与上述情况类似,只是金属箔的张角更大而已;如果验电器原来带了少许正电荷,当带负电的带电体从远处慢慢靠近金属球时,正电荷就会逐渐集中到金属球上,金属箔上的正电荷逐渐减少,张角减小.当达到某一距离时,所有正电荷刚好全部集中到金属球上,金属箔上不带电,金属箔闭合,带电体继续靠近,金属球上的正电荷数就超过原来所带正电荷的总和,从而金属箔上出现负电荷,越接近,金属箔上的负电荷越多,张角逐渐增大.故选 A.

点评 分析有关验电器的题目时,应将验电器的金属球和金属箔视为一个导体,再根据静电感应的原理分析带电体对验电器上电荷分布的影响.注意验电器上的电荷分布跟带电体与金属球间的距离有关,根据库仑定律,带电体与金属球距离越近,电荷间的库仑力越强,因为静电感应而移动的电荷越多.

例3 两个相同的金属小球,带电荷量之比为 $1:7$,相距为 r ,两球相互接触后再放回原来位置,则它们的库仑力可能为原来的 _____.

A. $\frac{4}{7}$

B. $\frac{3}{7}$

C. $\frac{9}{7}$

D. $\frac{16}{7}$

答案 C、D

解析 设两小球的电荷量分别为 Q 和 $7Q$,则接触前库仑力大小为

$$F = k \frac{7Q \cdot Q}{r^2}.$$

(1) 当两球同种电性时,接触后平分总电荷量,库仑力大小为

$$F' = k \frac{4Q \cdot 4Q}{r^2}, \text{此时库仑力变为原来的 } \frac{16}{7}.$$

(2) 当两球电性相反时,接触后先发生电荷中和后平分总电荷量,库仑力大小为

$$F'' = k \frac{3Q \cdot 3Q}{r^2}, \text{此时库仑力为原来的 } \frac{9}{7}.$$

点评 题目只告诉了小球的电荷量之比,而电性未知,因此需要分同种电荷与异种电荷两种情况进行讨论,否则会产生遗漏.

例4 半径为 R 的两金属球带有等量电荷 Q ,相距为 L .若 R 与 L 相比可忽略,其相互作用的库仑力大小为 F ;若 R 与 L 相比不可忽略,其相互作用的库仑力大小为 f ,则 _____.

A. 两金属球带同种电荷时, $F > f$ B. 两金属球带同种电荷时, $F < f$

C. 两金属球带异种电荷时, $F > f$ D. 两金属球带异种电荷时, $F < f$

答案 A、D

解析 当 R 与 L 相比可忽略时,由库仑定律,两金属球间库仑力 $F = \frac{RQ^2}{L^2}$. 当 R 与 L 相比不可忽略时,由于静电感应:

(1) 两金属球带同种电荷时,电荷相互排斥向两端分离,两球等效电量中心间距 $r > L$, 则其库仑力 $f = \frac{RQ^2}{L^2} < F$.

(2) 两金属球带异种电荷时,电荷相互吸引向中间靠拢,两球等效电量中心间距 $r' < L$, 则其库仑力 $f' = \frac{RQ^2}{L^2} > F$.

点评 求带电体间的静电力时,不能盲目的使用库仑定律,首先要考虑带电体是否可视为点电荷. 对于带电球体,若电荷在球体外表面上均匀分布,则可将其视为电量集中于球心的点电荷,即等效电量中心在球心. 本题中当 R 与 L 相比不可忽略时,两金属球之间因为静电感应会使球体上的电荷重新分布,其等效电量中心不再处于球心位置. 分两种情况讨论,若是异种电荷,由于相互吸引电荷整体向中间靠拢,等效电量中心间距小于球心间距;若是同种电荷,由于相互排斥电荷向两端分离,等效电量中心间距大于球心间距.

例5 如图 1-1-1 所示, A 、 B 两个点电荷的电量分别为 $+Q$ 和 $+q$, 放在光滑绝缘水平面上, A 、 B 之间用绝缘的轻弹簧连接. 当系统平衡时, 弹簧的伸长量为 x_0 . 若弹簧发生的均是弹性形变, 则 _____.

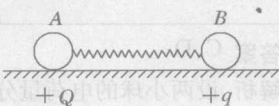


图 1-1-1

- A. 保持 Q 不变, 将 q 变为 $2q$, 平衡时弹簧的伸长量等于 $2x_0$
- B. 保持 q 不变, 将 Q 变为 $2Q$, 平衡时弹簧的伸长量小于 $2x_0$
- C. 保持 Q 不变, 将 q 变为 $-q$, 平衡时弹簧的缩短量等于 x_0
- D. 保持 q 不变, 将 Q 变为 $-Q$, 平衡时弹簧的缩短量小于 x_0

答案 B

解析 设弹簧的劲度系数为 k_1 , 原长为 l , 由平衡条件得

$$k \frac{Qq}{(l+x_0)^2} = k_1 x_0, \quad (1)$$

$$\text{对于选项 A, 有 } k \frac{Q \cdot 2q}{(l+x_1)^2} = k_1 x_1, \quad (2)$$

比较 ①② 式可得 $x_1 < 2x_0$, 选项 A 错误. 同理可知选项 B 正确.

$$\text{对于选项 C, 有 } k \frac{Qq}{(l-x_2)^2} = k_1 x_2. \quad (3)$$

比较 ①③ 式可得 $x_2 > x_0$, 选项 C 错误. 同理可知选项 D 错误.

点评 本题考查了库仑力与弹簧弹力的综合应用,要求读者学会知识的融合贯通。易出错的原因在于没有考虑弹簧的形变量会改变两球之间距离,进而影响到库仑力的大小。

例6 如图 1-1-2 所示在光滑、绝缘的水平面上,沿一直线依次排列 3 个带电小球 A、B、C(可视为质点)。若它们恰能处于平衡状态。那么这 3 个小球所带电量及电性的关系,可能为下面情况 _____。

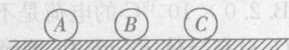


图 1-1-2

- A. -9、4、-36 B. 4、9、36 C. -3、2、8 D. 3、-2、6

答案 A

解答 要使每个球都处于平衡状态,必须使其他两球对它的库仑力大小相等,方向相反。由于只要有两个小球平衡,第三个小球一定平衡(因为三小球系统的合外力为零),可以对 A、B 两个小球列平衡式求解。对中间小球 B,由平衡条件知 $F_{AB} = F_{CB}$, F_{AB} 与 F_{CB} 方向相反,由库仑定律得 $k \frac{Q_A Q_B}{r_{AB}^2} = k \frac{Q_C Q_B}{r_{CB}^2}$, 且 Q_A 和 Q_C 为同种电荷。

再以 A 球(C 球也可)为研究对象,由 $F_{CA} = F_{BA}$ (如图 1-1-3 所示),得 $k \frac{Q_A Q_C}{r_{AC}^2} = k \frac{Q_A Q_B}{r_{BA}^2}$, 且 Q_C 与 Q_B 为异种电荷。

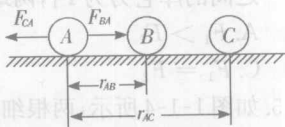


图 1-1-3

由于 $r_{AC} = r_{AB} + r_{BC} > r_{AB}$, 因此可知, $Q_B < Q_C$, 同理 $Q_B < Q_A$ (这里 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 分别表示电荷量大小)。

根据 $k \frac{Q_A Q_C}{r_{AC}^2} = k \frac{Q_B Q_A}{r_{BA}^2} = k \frac{Q_B Q_C}{r_{BC}^2}$, 得

$$\frac{\sqrt{Q_A Q_C}}{r_{AC}} = \frac{\sqrt{Q_B Q_A}}{r_{BA}} = \frac{\sqrt{Q_B Q_C}}{r_{BC}}$$

又考虑到 $r_{AC} = r_{AB} + r_{BC}$, 由上式解得

$$\sqrt{Q_A Q_C} = \sqrt{Q_A Q_B} + \sqrt{Q_B Q_C}$$

此式即为 3 球平衡时所带电荷量的大小关系。将选项中的数值代入上式, 计算知本题正确答案为 A。

点评 由本例深入研究可有一般性推论: 3 个自由带电质点平衡时, (1) 3 个电荷必在一条直线上, 两边的电荷同号且与中间的电荷异号, 中间电荷的电荷量最小, 且靠近两边电荷量较小的那个电荷。 (2) 电荷量值之间的关系是: 两侧电荷与中间电荷的电荷量值乘积的平方根之和等于外侧两电荷的电荷量的乘积的平方根。