

丛书主编 / 王后雄



考点

同步解读

高中物理 选修3-1

本册主编 / 汪建军

考点分类精讲 方法视窗导引

Kaodian

Tongbu Jiedu

防错档案预警 题型优化测训

紧扣课标，直击高考，突破难点，解析疑点，化整为零，各个击破，
点线面全方位建构“同步考点”攻略平台。

由“母题”发散“子题”，理顺“一个题”与“多个题”的关系，
寻找“一类题”在思维方法和解题技巧上的“共性”，通吃“千张纸，
万道题”，实现知识“内化”，促成能力“迁移”。



华中师范大学出版社
Huazhong Normal University Press

丛书主编/王后雄



Kaodian
Tongbu Jiedu

考点

同步解读

高中物理选修 3-1

本册主编/汪建军

随书赠送 **4** 套试卷



新出图证(鄂)字 10 号
图书在版编目(CIP)数据

考点同步解读 高中物理选修 3-1 / 丛书主编:王后雄 本册主编:汪建军

—武汉:华中师范大学出版社,2011.4(2011.9重印)

ISBN 978-7-5622-4731-9

I. ①同… II. ①王… ②汪… 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 250877 号

考点同步解读 高中物理选修 3-1

丛书主编:王后雄

本册主编:汪建军

责任编辑:胡小忠

责任校对:易雯

封面设计:甘英

选题设计:华大鸿图编辑室(027-67867361)

出版发行:华中师范大学出版社©

社址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

销售电话:027-67867076 027-67867371 027-67865356

传真:027-67865347

邮购:027-67861321

网址:<http://www.ccnupress.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:湖北恒泰印务有限公司

督印:章光琼

字数:505 千字

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:16.75

版次:2011 年 4 月第 1 版

印次:2011 年 9 月第 4 次印刷

定价:29.80 元

欢迎上网查询、购书

敬告读者:为维护著作人的合法权益,并保障读者的切身利益,本书封面采用压纹制作,压有“华中师范大学出版社”字样及社标,请鉴别真伪。若发现盗版书,请打举报电话 027-67861321。

《考点同步解读》使用图解

第一章 静电场

第1讲 电荷及其守恒定律 库仑定律

考点解读

呈现新课标内容要素,锁定不同版本教材要求,指明学习和考试的具体考点及目标。

学法导引

注重学法点拨和考试方法的指导,揭示学习的重点和难点,探讨考试命题的规律。

考点精讲

考点分类,核心总结,重点难点各个击破,典例创新导引,首创分类解析导解模式。

变式跟踪

案例学习迁移,母题多向发散,预测高考可考变式题型,层层剖析,深入变式训练。

超级链接

最佳导学模式,学案式名师点津。难点突破、防错档案、规律清单革新传统学习模式。

考点解读

1. (★★) 知道摩擦起电、接触起电、静电感应这三种起电方式。
2. (★★★) 知道电荷守恒定律,能用原子结构和电荷守恒的知识来分析摩擦起电和感应起电等静电现象。
3. (★★★) 知道点电荷的概念,了解理想化模型,体

学法导引

电荷守恒定律是自然界主要的基本定律之一,库仑定律是电场部分的基础,这两个定律是学习的重点,主要解决:

1. 通过实验引导分析,从物质微观结构的角度认识物体带电的本质、使物体带电的方法、电荷守恒定律、元

考点分类精讲

考点1 电荷及起电方式

核心总结

1. 两种电荷,物理学中规定,用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷叫正电荷;用毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷叫负电荷。自然界中只存在这两种电荷;同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引。
2. 物体起电的原因和方式

【考题1】 绝缘细线上端固定,下端悬挂一个轻质小球a,a的表面镀有铂膜,在a的近旁有一绝缘金属球b,开始时,a,b都不带电,如图1-2所示。现使a,b分别带不等量的正负电,则()。

- A. b将吸引a,吸引后不分开
- B. b将吸引a,接触后又迅速分开
- C. a,b之间不发生相互作用
- D. b立即把a排斥开

【解析】 因a带正电,b带负电,异种电荷相互吸引,轻质小球a将向b靠拢并与b接触;当小球a与b接触后,将对两球所带的电荷进行重新分配,结果两球带同种电荷(正电或负电),因此两球将会被排斥开。若a,b原带电量相等,则a,b

【答案】 B

【变式1-1】 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1-3表示验电器上感应电荷的分布情况,其中正确的是()。

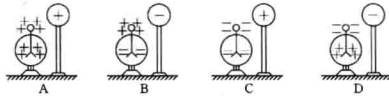


图1-3

方法视窗

接触起电时,两个物体最终的电荷量分配很复杂,大多靠实验才能确定,但在一定的条件下也能确定电荷量的分配情况。例如将一个带电金属小球跟另一个完全相同的

难点突破

- (1) 电荷守恒定律是自然界中最基本的规律,任何带电现象都不能违背电荷守恒定律。
- (2) 近代物理实验发现的正、负电子的

防错档案

元电荷不是一个带电体,而是一个电量,是电荷的单位之一。

方法视窗

(1) 库仑定律 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 中 q_1, q_2 一般只表示电荷量的大小,不包含电荷量的正负号,计算出 F 的大小, F 的方向将另行判断。

友情提示

有人根据公式 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 设想当 $r \rightarrow 0$ 时, 得出 $F \rightarrow \infty$ 的结论。从数学角度这是必然的结论,但从物理的角度分析,这一结论是错误的。其原因是,当 $r \rightarrow 0$ 时,两电荷已变

题型优化测评

学业水平测试

1. [考点1] 用毛皮摩擦过的硬橡胶棒,靠近一个塑料小球时()。
 - A. 若塑料球被硬橡胶棒吸引,说明塑料小球必定带正电
 - B. 若塑料球被硬橡胶棒吸引,说明塑料小球必定带负电
 - C. 若塑料球被硬橡胶棒排斥,说明塑料小球必定带正电
 - D. 若塑料球被硬橡胶棒排斥,说明塑料小球必定带负电
2. [考点3] 关于点电荷,下列说法中正确的是()。
 - A. 点电荷是一个带有电荷的几何点,它是实际带电体的抽象,是一种理想化的模型

高考水平测试

1. [考点1] 关于元电荷,下列说法中正确的是()。
 - A. 元电荷实质上是指电子和质子本身
 - B. 所有带电体的电荷量一定等于元电荷的整数倍
 - C. 元电荷的值通常取 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$
 - D. 电荷量 e 的数值最早是由美国科学家密立根实验测得的
2. [考点1,3] 两个相同的带电小球相距 r 时,相互作用力大小为 F ,将两球接触后分开,放回原处,相互作用力大小仍等于 F ,则两球原来所带电量和电性()。
 - A. 可能是等量的同种电荷

高考真题赏析

1. (2009,江苏高考) 两个分别带有电荷量 $-Q$ 和 $+3Q$ 的相同金属小球(均可视为点电荷),固定在相距为 r 的两处,它们间库仑力的大小为 F 。两小球相互接触后将其距离变为 $\frac{r}{2}$,则两小球间库仑力的大小为()。
 - A. $\frac{1}{12}F$
 - B. $\frac{3}{4}F$
 - C. $\frac{4}{3}F$
 - D. $12F$

量中和后再平均分配,每个小球带电量为 Q ,

$$F' = k \frac{Q^2}{(\frac{r}{2})^2}, \frac{F'}{F} = \frac{4}{3}$$

【答案】 C

2. (2009,浙江高考) 如图所示,在光滑绝缘水平面上放置三个电荷量为 $q(q>0)$ 的相同小球,小球之间用劲度系数均为 k_0 的轻质弹簧绝缘连接。当三个小球处在静止状态时,每根弹

参考答案与提示

第一章 静电场

第1讲 电荷及其守恒定律 库仑定律

【变式1-1】 B [带电体带负电,周围形成电场,在电场力的作用下,验电器金属杆中电子远离金属球,金属箔带负电,张开一角度,而距带电体较近的一端的验电器金属小球带正电,这是静电感应现象。故选B]

【变式2-1】 B [对质子H,带电荷量为 $2 \times \frac{3Q}{r} + (-\frac{1}{3})e = e$ 。

故由2个 u 夸克和1个 d 夸克组成。

【学业水平测试】

1. D [用毛皮摩擦过的硬橡胶棒带上了负电荷,由于它带电必然能吸引轻小物体,所以不能确定硬橡胶棒吸引塑料小球时,塑料小球是否带电。但如果硬橡胶棒和塑料小球相互排斥,则塑料小球必然带电,而且是和硬橡胶棒带相同种类电荷。故D正确。]

【高考水平测试】

1. B, C, D 2. A, C
3. A, B [验电器的金箔之所以张开,是因为它们都带有正电荷,而同种

优化测评

立足教材,夯实基础,习题层级清晰,与同步考试接轨,查漏补缺。

解题依据

首创解题线索助学模式。当你解题失误或解题缺乏思路时,解题依据教你回归考点知识和例题启示。

真题赏析

精选高考名题,再现考点真题,讲解精准干练,体验真题魅力,感悟高考真谛。

答案提示

提示解题思路,突破解析模式,规范标准答案,全程帮助你对照思路、比照答案、减少失误、赢得高分。

考点同步解读 高中物理选修3-1

编 委 会

丛书主编:王后雄

本册主编:汪建军

编 委:施昌伟

万 山

姚杏梅

张响亮

汪 芳

张 欣

张 剑

黄世华

吴新民

胡荷荣

左念平

王银晶

梅 凡

冯 丹

韩远林

胡 莹

刘胜明

肖平习

夏 兰

杨 萍

宋新民

周慧斌

漆应阶

王先印

李 霞

目

录

CONTENTS

第一章 静电场

第1讲 电荷及其守恒定律 库仑定律

- 考点1 电荷及起电方式/1
- 考点2 电荷守恒定律/2
- 考点3 库仑定律/3
- 考点4 静电力叠加原理/4
- 考点5 库仑定律在力学中的应用/5

第2讲 电场强度

- 考点1 电场、电场强度/9
- 考点2 点电荷的电场与匀强电场/10
- 考点3 电场强度叠加原理/11
- 考点4 电场线/12

第3讲 电势能和电势

- 考点1 电场力做功的特点/17
- 考点2 电势能 电场力做功与电势能变化的关系/18
- 考点3 电势与电势能/19
- 考点4 等势面/20

第4讲 电势差

- 考点1 电势差/26
- 考点2 电场力做功的计算方法/27
- 考点3 静电场中的功能关系/28

第5讲 电势差与电场强度的关系

- 考点1 电势差与电场强度的关系/32
- 考点2 公式 $E = \frac{U}{d}$ 的理解和应用/33
- 考点3 电势 $\varphi-x$ 图象/35

第6讲 静电现象的应用、电容器的电容

- 考点1 静电平衡/39

- 考点2 静电屏蔽/40

- 考点3 电容器 电容/42

- 考点4 平行板电容器/43

- 考点5 电容器充电和放电/44

第7讲 带电粒子在电场中的运动

- 考点1 带电粒子的加速/48
- 考点2 带电粒子的偏转/50
- 考点3 示波管及其工作原理/51

专题一 带电粒子在电场中运动的分类研究

- 考点1 带电粒子在电场中的匀变速曲线运动/58
- 考点2 带电粒子在电场中的圆周运动/59
- 考点3 带电粒子在交变电场中的直线运动/60
- 考点4 带电粒子在交变电场中的偏转/62

第二章 恒定电流

第8讲 电源和电流 电动势

- 考点1 电流/69
- 考点2 电源 电动势/70

第9讲 欧姆定律

- 考点1 欧姆定律/74
- 考点2 电阻 导体的伏安特性曲线/75
- 考点3 描绘小灯泡伏安特性实验/76

第10讲 串联电路和并联电路

- 考点1 串联电路/82
- 考点2 并联电路/83
- 考点3 混联电路/84
- 考点4 电表的改装/85
- 考点5 “半偏法”测电流表内阻/86

第11讲 焦耳定律

- 考点1 电功/92
- 考点2 电功率/94
- 考点3 焦耳定律/95

第12讲 电阻定律

- 考点1 电阻定律/99
- 考点2 伏安法测电阻/100
- 考点3 螺旋测微器 游标卡尺/101
- 考点4 测定金属的电阻率/102

第13讲 闭合电路的欧姆定律

- 考点1 闭合电路的欧姆定律/109
- 考点2 闭合电路中的电功率/110
- 考点3 电路的动态分析/112
- 考点4 含电容电路的分析方法/113

第14讲 多用电表

- 考点1 多用电表的原理/117
- 考点2 多用电表的使用/118
- 考点3 用多用电表探测黑箱内的电学元件/120
- 考点4 电路故障的检测方法/121

第15讲 实验:测定电池的电动势和内阻

- 考点1 伏安法测定电池的电动势和内阻/128
- 考点2 测定电池的电动势和内阻的其他方法/130
- 考点3 测定电池的电动势和内阻的系统误差分析/132

第16讲 简单的逻辑电路

- 考点1 “与”门/139
- 考点2 “或”门/140
- 考点3 “非”门/142

专题二 电学设计性实验

- 考点1 伏安法测电阻的变形实验/145
- 考点2 半偏法测电阻的变形实验/147
- 考点3 测电源电动势和内阻的设计性实验/149

第三章 磁场

第17讲 磁现象和磁场 磁感应强度

- 考点1 磁场/157
- 考点2 磁感应强度/158
- 考点3 磁场叠加/158
- 考点4 地磁场/159

第18讲 几种常见的磁场

- 考点1 磁感线/161
- 考点2 几种常见的磁场/162
- 考点3 磁通量/164

第19讲 磁场对通电导线的作用力

- 考点1 安培力的方向/168
- 考点2 安培力的大小/169
- 考点3 安培力的分析方法/170
- 考点4 磁电式电流表的构造及工作原理/171

第20讲 磁场对运动电荷的作用力

- 考点1 洛伦兹力/177
- 考点2 洛伦兹力的大小/178
- 考点3 电视显像管的工作原理/179

第21讲 带电粒子在磁场中的运动

- 考点1 带电粒子在匀强磁场中的运动/184
- 考点2 有关磁偏转的分析方法/185
- 考点3 质谱仪/186
- 考点4 回旋加速器/188

专题三 带电粒子在磁场中运动的综合研究

- 考点1 带电粒子在有界匀强磁场中的运动/195
- 考点2 带电粒子在匀强磁场中的极值问题/198
- 考点3 带电粒子在周期性变化的匀强磁场中运动/200
- 考点4 带电粒子在复合场中的运动/201

参考答案与提示/209

第一章 静电场

第1讲 电荷及其守恒定律 库仑定律

考点解读

1. (★★) 知道摩擦起电、接触起电、静电感应这三种起电方式。

2. (★★★) 知道电荷守恒定律,能用原子结构和电荷守恒的知识来分析摩擦起电和感应起电等静电现象。

3. (★★★) 知道点电荷的概念,了解理想化模型,体会理想化方法在科学研究中的作用。

4. (★★★★) 通过实验探究电荷间的相互作用力,理解库仑定律的含义及其公式表达式,会用库仑定律进行有关的计算。

5. (★★★) 了解静电现象及其在生活和生产中的应用,尝试运用静电知识解决一些实际问题,有将静电知识应用于生产实践的意识。

学法导引

电荷守恒定律是自然界主要的基本定律之一,库仑定律是电场部分的基础,这两个定律是学习的重点,主要解决:

1. 通过实验引导分析,从物质微观结构的角度认识物体带电的本质、使物体带电的方法、电荷守恒定律、元电荷的电荷量等。

2. 点电荷的概念,可以从质点的概念出发来理解。明确在哪种实际情况下,可以把带电体科学地抽象为点电荷。

3. 对库仑定律的内容,要把文字表达式和数学表达式结合起来理解,还要把库仑定律和万有引力定律作对比,以利于记忆和运用。

4. 在解决多个点电荷间作用力的问题时,要注意每两个点电荷间就有一对库仑力,它们之间的关系遵从牛顿第三定律。

考点分类精讲

考点1 电荷及起电方式

核心总结

1. 两种电荷:物理学中规定,用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷叫正电荷;用毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷叫负电荷。自然界中只存在这两种电荷;同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引。

2. 物体起电的原因和方式

(1) 物体起电的原因

呈电中性的物体失去电子则带正电,得到电子则带负电。物体起电的原因就是电子的得失。

(2) 物体起电的三种方式

① 摩擦起电:由于相互摩擦的物体间电子的得失而使物体分别带上了等量异种电荷。如玻璃与丝绸摩擦时,由于玻璃容易失去电子而带正电;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。

② 感应起电:指利用静电感应使物体起电的方式。有近端感应带异种电荷,远端感应带同种电荷的规律。

如图1-1甲所示,将导体A、B接触后靠近带电体C,由于静电感应,导体A、B上分别带上等量异种电荷,这时先把A、B分开,然后移去C,则A和B两

方法视窗

接触起电时,两个物体最终的电荷量分配很复杂,大多靠实验才能确定,但在一定的条件下也能确定电荷量的分配情况。例如将一个带电金属小球跟另一个完全相同的不带电的金属小球接触后分开,它们平分了原来带电体的电荷而带上等量同种电荷。若两球开始带异种电荷,当它们相互接触时,先中和等量异种电荷,然后再均分剩余电荷。

导体上分别带上了等量异种电荷,如图 1-1 乙所示。

③接触起电:指一个不带电的导体跟另一个带电的导体接触后分开,使不带电的导体带上电荷的方式。

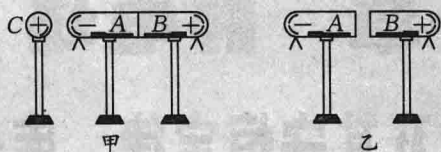


图 1-1

●**考题 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 的近旁有一绝缘金属球 b ,开始时, a 、 b 都不带电,如图 1-2 所示。现使 a 、 b 分别带不等量的正负电,则()。

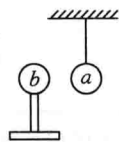


图 1-2

- A. b 将吸引 a , 吸引后不分开
- B. b 将吸引 a , 接触后 a 、 b 又迅速分开
- C. a 、 b 之间不发生相互作用
- D. b 立即把 a 排斥开

【解析】因 a 带正电, b 带负电, 异种电荷相互吸引, 轻质小球 a 将向 b 靠拢并与 b 接触; 当小球 a 与 b 接触后, 将对两球所带的电荷进行重新分配, 结果两球带同种电荷(正电或负电), 因此两球将会被排斥开。若 a 、 b 原带电量相等, 则 a 、 b 接触后中和而都不带电, a 、 b 自由分开。

【答案】 B

【变式 1-1】 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 1-3 表示验电器上感应电荷的分布情况, 其中正确的是()。

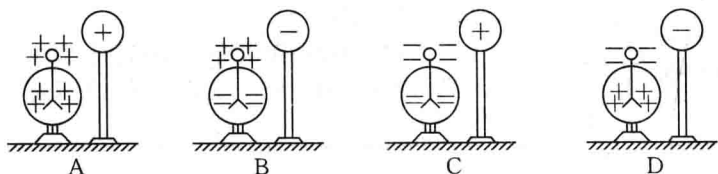


图 1-3

考点 2 电荷守恒定律

核 心 总 结

1. 电荷守恒定律的两种表述

(1) 第一种表述: 电荷既不会创生, 也不会消灭, 它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。

(2) 第二种表述: 一个与外界没有电荷交换的系统, 电荷的代数和保持不变。

2. 电荷量、元电荷

(1) 电荷量: 电荷的多少叫做电荷量, 用 Q (或 q) 表示。在国际单位制中, 电荷量的单位是库仑, 简称库, 用符号 C 表示。通常, 正电荷量用正数表示, 负电荷量用负数表示。

(2) 元电荷: 电子和质子带有等量异种电荷, 它们所带的电荷量在数值上都是 $e=1.60 \times 10^{-19} C$ 。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 $e=1.60 \times 10^{-19} C$ 叫做元电荷。

●**考题 2** 有两个完全相同的带电绝缘金属小球 A 、 B , 分别带有电荷量 $Q_1 = 6.4 \times 10^{-9} C$ 、 $Q_2 = -3.2 \times 10^{-9} C$, 让两绝缘金属小球接触, 在接触过程中, 电子如何转移? 转移了多少个电子?

【解析】当两小球接触时, 带电荷量少的负电荷先被中和, 剩余的正电荷再重新分配。由于两小球相同, 剩余正电荷必均分, 即接触后两小球带电荷量相等,

名师支招

	摩擦起电	感应起电	接触起电
产生及条件	两个不同的绝缘体摩擦时	导体靠近带电体时	导体与带电体接触时
现象	两个物体带上等量异种电荷	导体两端出现等量异种电荷, 且电性与原带电体“近异远同”	导体带上与带电体相同电性的电荷
原因	不同物质的原子核对核外电子的束缚力不同而发生电子得失	导体中的自由电子受带正(负)电物吸引(排斥)而靠近(远离)	电荷之间的相互排斥
实质	电荷的转移		

难点突破

(1) 电荷守恒定律是自然界中最基本的规律, 任何带电现象都不能违背电荷守恒定律。

(2) 近代物理实验发现的正、负电子的湮灭与电荷守恒定律并不矛盾, 其电荷的代数和总是保持不变的。

(3) 两个带等量异种电荷的物体相互接触时, 电荷完全抵消的现象叫中和。中和现象是系统内部电荷转移, 最后达到电中性状态的一个过程, 遵从电荷守恒定律。

防错档案

元电荷不是一个带电体, 而是一个电量, 是电荷的单位之一。

$$Q'_A = Q'_B = \frac{Q_1 + Q_2}{2} = \frac{6.4 \times 10^{-9} - 3.2 \times 10^{-9}}{2} \text{C} = 1.6 \times 10^{-9} \text{C}.$$

在接触过程中,电子由B球转移到A球,不仅将自身电荷中和,且继续转移,使B球带 Q'_B 的正电荷.这样,共转移的电子电荷量

$$\Delta Q = -Q_2 + Q'_B = (3.2 \times 10^{-9} + 1.6 \times 10^{-9}) \text{C} = 4.8 \times 10^{-9} \text{C},$$

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

【变式2-1】目前普遍认为,质子和中子都是由被称为u夸克和d夸克的两类夸克组成.u夸克带电荷量为 $\frac{2}{3}e$,d夸克带电荷量为 $-\frac{1}{3}e$,e为元电荷.下列论断可能正确的是().

- A. 质子由1个u夸克和1个d夸克组成,中子由1个u夸克和2个d夸克组成
 B. 质子由2个u夸克和1个d夸克组成,中子由1个u夸克和2个d夸克组成
 C. 质子由1个u夸克和2个d夸克组成,中子由2个u夸克和1个d夸克组成
 D. 质子由2个u夸克和1个d夸克组成,中子由1个u夸克和1个d夸克组成

考点3 库仑定律

核 心 总 结

1. 点电荷:物理学中把本身的线度比相互之间的距离小得多的带电体叫做点电荷.它被看成只有电荷量没有大小的几何点,是一种理想化的物理模型.

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) 公式: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$,式中 k 叫静电力常量, $k = 9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$.

(3) 应用:①库仑定律只适用于真空中静止的点电荷,是电磁学的基本规律之一.

②真空中两点电荷间的一对静电力是一对相互作用力,满足牛顿第三定律.

③微观带电粒子间的库仑力远大于它们间的万有引力,因此在研究微观带电粒子间的相互作用时,可忽略万有引力.

④应用库仑定律的表达式进行计算时,先将电量的绝对值代入计算,然后根据它们的电性判断是引力还是斥力.

● 考题3 (上海高考题)真空中两个静止点电荷相距10cm,它们之间的相互作用力大小为 $9 \times 10^{-4} \text{N}$.当它们合在一起时,成为一个带电量为 $3 \times 10^{-8} \text{C}$ 的点电荷,问原来两电荷的带电量各为多少?某同学求解如下:

$$\text{根据电荷守恒定律 } q_1 + q_2 = 3 \times 10^{-8} \text{C} = a, \quad \textcircled{1}$$

$$\text{根据库仑定律 } q_1 q_2 = \frac{r^2}{k} F = \frac{(10 \times 10^{-2})^2}{9 \times 10^9} \times 9 \times 10^{-4} \text{C}^2 = 1 \times 10^{-15} \text{C}^2 = b,$$

$$\text{将 } q_2 = \frac{b}{q_1} \text{ 代入 } \textcircled{1} \text{ 式得 } q_1^2 - a q_1 + b = 0,$$

$$\begin{aligned} \text{解得 } q_1 &= \frac{1}{2} (a \pm \sqrt{a^2 - 4b}) \\ &= \frac{1}{2} (3 \times 10^{-8} \pm \sqrt{9 \times 10^{-16} - 4 \times 10^{-15}}) \text{C}. \end{aligned}$$

根号中的数值小于0,经检查,运算无误.试指出求解过程中的问题并给出正确的答案.

【解析】另一种情况可能是两个点电荷为异种电荷,即 $q_1 - q_2 = 3 \times 10^{-8} \text{C}$,

● 难点突破

点电荷与力学中的质点类似,是在研究复杂物理问题时引入的一种理想模型.不少物理问题都与较多因素有关,要研究其与所有因素的关系是很困难的,抓住主要因素构建物理模型,才可简化研究的过程.

● 防错档案

两个带电体能否视为点电荷,要看它们本身的线度是否比它们之间的距离小得多,而不是看物体本身有多大.至于带电体本身的线度比它们之间的距离小多少才能视为点电荷,应由测量的要求决定.只要在测量精度要求的范围内,带电体大小,形状等因素的影响可以忽略,即可视为点电荷.

● 方法视窗

(1) 库仑定律 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 中 q_1, q_2 一般只表示电荷量的大小,不包含电荷量的正负号,计算出 F 的大小, F 的方向将另行判断.

(2) 电荷守恒定律的应用则需要考虑各电荷量的正负号.

● 友情提示

有人根据公式 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$,设想当 $r \rightarrow 0$ 时,得出 $F \rightarrow \infty$ 的结论.从数学角度这是必然的结论,但从物理的角度分析,这一结论是错误的.其原因是,当 $r \rightarrow 0$ 时,两电荷已失去了点电荷的前提条件,何况实际的电荷都

则结果完全不同. 题中仅给出相互作用力的大小, 两点电荷可能异号, 如按电荷异号计算则如下:

$$q_1 + q_2 = 3 \times 10^{-8} \text{ C} = a, q_1 q_2 = -1 \times 10^{-15} \text{ C}^2 = b,$$

得 $q_1^2 - aq_1 + b = 0.$

由此解得 $q_1 = 5 \times 10^{-8} \text{ C}, q_2 = -2 \times 10^{-8} \text{ C}.$

【变式 3-1】 (广东高考题) 已经证实, 质子、中子都是由称为上夸克和下夸克的两种夸克组成的, 上夸克带电为 $\frac{2}{3}e$, 下夸克带电为 $-\frac{1}{3}e$, e 为电子所带电量的大小. 如果质子是由三个夸克组成的, 且各个夸克之间的距离都为 $l, l = 1.5 \times 10^{-15} \text{ m}$. 试计算质子内相邻两个夸克之间的静电力(库仑力).

考点 4 静电力叠加原理

核 心 总 结

对于两个以上的点电荷, 其中每一个点电荷所受的总的静电力, 等于其他点电荷分别单独存在时对该点电荷的作用力的矢量和. 这个结论叫做静电力叠加原理.

● **考题 4** 如图 1-4 所示, q_1, q_2, q_3 分别表示在一条直线上的三个点电荷, 已知 q_1 与 q_2 之间的距离为 l_1, q_2 与 q_3 之间的距离为 l_2 , 且三个点电荷都处于平衡状态.

(1) 若 q_2 为正电荷, 则 q_1 为 _____ 电荷, q_3 为 _____ 电荷.

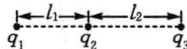


图 1-4

(2) q_1, q_2, q_3 三者电量大小之比是 _____.

【解析】 三个点电荷均处于平衡状态, 则对每个点电荷来说, 它一定受到两个大小相等、方向相反的力的作用.

若设 q_1, q_3 均带正电, 则虽然 q_2 可以平衡, 但 q_1 和 q_3 所受的两个库仑力由于均为斥力故而方向相同, 不能平衡. 若设 q_1, q_3 均带负电, 则每个点电荷所受的两个库仑力均方向相反, 可能平衡. 因此, q_1, q_3 均带负电. 也就是说, 在这种情况下, q_1, q_3 必须是同种电荷且跟 q_2 是异种电荷.

q_1 受 q_2 水平向右的库仑引力作用和 q_3 水平向左的库仑斥力作用.

由库仑定律和平衡条件有 $k \frac{q_1 q_2}{l_1^2} = k \frac{q_1 q_3}{(l_1 + l_2)^2}.$

同理, 对 q_2 有 $k \frac{q_1 q_2}{l_1^2} = k \frac{q_2 q_3}{l_2^2}$; 对 q_3 有 $k \frac{q_2 q_3}{l_2^2} = k \frac{q_1 q_3}{(l_1 + l_2)^2}.$

以上三式相比, 得 $q_1 : q_2 : q_3 = \left(\frac{l_1 + l_2}{l_2}\right)^2 : 1 : \left(\frac{l_1 + l_2}{l_1}\right)^2.$

【答案】 (1) 负; 负. (2) $\left(\frac{l_1 + l_2}{l_2}\right)^2 : 1 : \left(\frac{l_1 + l_2}{l_1}\right)^2.$

【变式 4-1】 (天津高考题) 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 1-5 所示. 下面给出的四幅图中, 能正确表示出各夸克所受静电作用力的是().

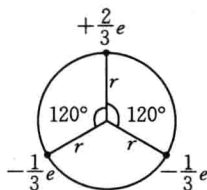


图 1-5

有一定的大小和形状, 根本不会出现 $r=0$ 的情况, 也就是说, 在 $r \rightarrow 0$ 时不能再用库仑定律计算两电荷间的相互作用力.

方法视窗

由于任何带电体都可以看成由很多点电荷组成的, 从理论上讲, 利用库仑定律和静电力叠加原理, 可以知道任何带电体间的相互作用力.

规律清单

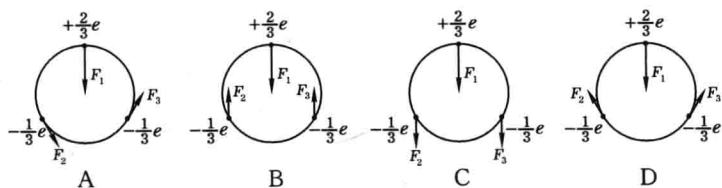
三个点电荷静止平衡规律:

三点共线, 两同夹异, 两大夹小, 近小远大.

规律清单

库仑定律与万有引力定律的比较

	库仑定律	万有引力定律
表达式	$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$	$F_{引} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
适用条件	真空中的点电荷间的作用	任何两个有质量的物体间的相互作用
r	两点电荷间的距离	两物体的质心间的距离
常量	静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$	万有引力常量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$
测量方法	库仑扭秤实验	卡文迪许扭秤实验
作用方式	通过电场对另一电荷产生力的作用	通过引力场对另一物体产生力的作用



【变式 4-2】一半径为 R 的绝缘球壳上均匀带有电量为 Q 的正电荷,另有电量为 q 的正点电荷放在球心 O 上,由于对称性,点电荷受力为零.现在球壳上挖去半径为 $r(r \ll R)$ 的一个圆孔,则此时置于球心的点电荷所受力的方向为_____ (已知静电力常量为 k),方向_____.

考点 5 库仑定律在力学中的应用

核 心 总 结

解答有关库仑力作用下带电物体(点电荷)的平衡和非平衡的一般思维程序:

1. 明确研究对象;
2. 对研究对象进行运动和受力情况分析,注意库仑力的方向;
3. 根据库仑定律和平衡条件或牛顿第二定律列方程求解.

● 考题 5 如图 1-6 所示,两个质量为 m_1 和 m_2 的小球各用长丝线悬挂在同一点.当两小球带电量分别为 $+q_1$ 和 $+q_2$ 时,两丝线张开,与竖直方向夹角分别为 α_1 和 α_2 ,下列说法中正确的是(两小球静止于同一水平面)().

- A. 若 $m_1 = m_2$, 则 $\alpha_1 = \alpha_2$
- B. 若 $m_1 > m_2$, 则 $\alpha_1 > \alpha_2$
- C. 若 $m_1 < m_2$, 则 $\alpha_1 > \alpha_2$
- D. 若 $m_1 = m_2$, 且 $+q_1 > +q_2$, 则 $\alpha_1 > \alpha_2$

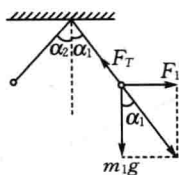


图 1-6

【解析】小球 m_1 受三个力 F_T 、 F_1 、 m_1g 作用处于平衡状态,根据平衡条件和力的合成知

$$\tan \alpha_1 = \frac{F_1}{m_1 g} \quad ①$$

根据库仑定律 $F_1 = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ (r 为 m_1 、 m_2 静止时的距离). ②

由①②式得 $\tan \alpha_1 = \frac{kq_1 q_2}{m_1 g r^2}$. ③

同理,对 m_2 分析得 $\tan \alpha_2 = \frac{F_2}{m_2 g} = \frac{kq_1 q_2}{m_2 g r^2}$. ④

由③④式知,对两球 $F_1 = F_2 = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ 是相同的.

决定 α 大小的是 m , m 大的 α 小, m 小的 α 大,故 A、C 正确.

【答案】 A、C

【变式 5-1】三个电量均为 Q (正电)的小球,放在水平光滑绝缘的桌面上,分别位于等边三角形的三个顶点,如图 1-8 所示.求在三角形的中心 O 点应放置什么性质的电荷,才能使三个带电小球都处于静止状态? 其电量是多少?

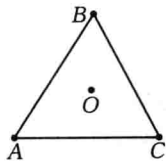


图 1-8

方法视窗

变式 4-2 题可采用把挖去圆孔的情况等效为不是挖去圆孔而是在圆孔处补上一个等量的负电荷的情形,这种方法叫补偿法.

需要注意的是,添补电荷的结果应以不影响原带电体的电荷分布为准.

防错档案

1. 库仑力同样具有力的共性,例如两个静止的点电荷之间的相互作用力也遵守牛顿第三定律——大小相等、方向相反.由库仑定律计算出的 F , 是其中的一个力,作用在点电荷上.有的同学认为电量不等的两个点电荷相互作用时,所受的静电力也不相等,这种错误认识应该纠正.

2. 真空中两个静止点电荷间相互作用力的大小跟两个电荷的电量及其间距有关.间距 r 变化时,库仑力大小也随之变化.

3. 对于不能视为点电荷的物体间的库仑力不能随便用库仑定律求解,要视具体情况而定.例

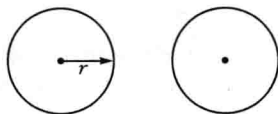


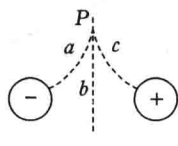
图 1-7

如,半径均为 r 的金属球如图 1-7 所示放置,使两球的边缘相距为 r .今使两球带上等量的异种电荷 Q ,设两电荷间的库仑力大小为 F ,比较 F 与 $k \frac{Q^2}{(3r)^2}$ 的大小关系.显然,如果电荷能全部集中在球心处(或电荷均匀分布在金属球上),则两者相等.依题设条件,两球心间距离 $3r$ 不是远远大于 r ,故不能把两带电球当做点电荷处理.实际上由于异种电荷的吸引,使电荷较多地分布在两球靠近的球面处,这样两部分电荷的“中心”距离小于 $3r$,故 $F > k \frac{Q^2}{(3r)^2}$.同理,若两球带同种电荷 Q ,则 $F < k \frac{Q^2}{(3r)^2}$.

题型优化测训

学业水平测试

- [考点1]用毛皮摩擦过的硬橡胶棒,靠近一个塑料小球时()。
 - 若塑料球被硬橡胶棒吸引,说明塑料小球必定带正电
 - 若塑料球被硬橡胶棒吸引,说明塑料小球必定带负电
 - 若塑料球被硬橡胶棒排斥,说明塑料小球必定带正电
 - 若塑料球被硬橡胶棒排斥,说明塑料小球必定带负电
- [考点3]关于点电荷,下列说法中正确的是()。
 - 点电荷是一个带有电荷的几何点,它是实际带电体的抽象,是一种理想化的模型
 - 点电荷自身不一定很小,所带电荷不一定很少
 - 体积小于 1mm^3 的带电体就是点电荷
 - 体积大的带电体,只要满足一定的条件也可以看成点电荷
- [考点3]关于库仑定律和万有引力定律,下列说法中正确的是()。
 - 静电力和万有引力都不是通过直接接触而引起的
 - 库仑定律和万有引力定律分别只适用于点电荷之间和质点之间的相互作用
 - 带电体都有质量,因此它们之间除了静电力外,还存在万有引力
 - 氢原子中的电子和原子核之间既存在静电力,也存在万有引力



第4题图

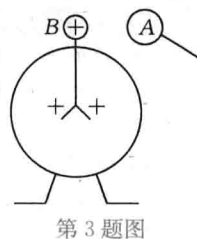
- [考点1]静电在各种产业和日常生活中有着重要的应用,如静电除尘、静电复印等,所依据的基本原理几乎都是让带电的物质粒子在电场作用下奔向并吸附到电极上。现有三个粒子 a 、 b 、 c 从 P 点向下射入有正、负电荷存在的空间中,它们的运动轨迹如图所示,则()。
 - a 带负电荷, b 带正电荷, c 不带电荷
 - a 带正电荷, b 不带电荷, c 带负电荷
 - a 带负电荷, b 不带电荷, c 带负电荷
 - a 带正电荷, b 带负电荷, c 不带电荷
- [考点5]在绝缘光滑水平面上相隔一定距离放置两个带同种电荷的小球,今同时释放两小球,则两小球加速度之比随时间变化的情况是()。
 - 不变
 - 变大
 - 变小
 - 条件不足,无法判定
- [考点3]真空中有两个点电荷,相隔距离为 r 时的相互作用力为 F ,则
 - 保持两者间距不变,使一个点电荷的电荷量变为原来的4倍,则其相互作用力为_____。
 - 保持两个点电荷的电荷量不变,当相互作用力为 $4F$ 时,其间距应为_____。
 - 保持一个点电荷的电荷量不变,另一个点电荷的电荷量

变为原来的2倍,间距变为原来的2倍,则其相互作用力为_____。

- 使一个点电荷的电荷量变为原来的4倍,两者间距变为原来的 $\frac{1}{4}$,当发现相互作用力变为 $16F$ 时,则另一点电荷的电荷量为原来的_____。

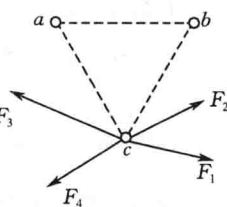
高考水平测试

- [考点1]关于元电荷,下列说法中正确的是()。
 - 元电荷实质上是指电子和质子本身
 - 所有带电体的电荷量一定等于元电荷的整数倍
 - 元电荷的值通常取作 $e=1.60 \times 10^{-19}\text{C}$
 - 电荷量 e 的数值最早是由美国科学家密立根用实验测得的
- [考点1、3]两个相同的带电小球相距 r 时,相互作用力大小为 F ,将两球接触后分开,放回原处,相互作用力大小仍等于 F ,则两球原来所带电量 and 电性()。
 - 可能是等量的同种电荷
 - 可能是不等量的同种电荷
 - 可能是不等量的异种电荷
 - 不可能是异种电荷
- [考点1]如图所示,有一带正电的验电器,当一金属球 A 靠近验电器的小球 B (不接触)时,验电器的金箔张角减小,则()。
 - 金属球可能不带电
 - 金属球可能带负电
 - 金属球可能带正电
 - 金属球一定带负电



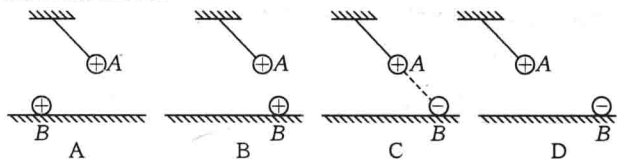
第3题图

- [考点4](全国高考)如图所示,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 和 c 带正电, b 带负电, a 所带电量的大小比 b 的小。已知 c 受到 a 和 b 的静电力的合力可用图中四条有向线段中的一条来表示,它应是()。
 - F_1
 - F_2
 - F_3
 - F_4

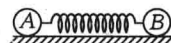


第4题图

- [考点5]下列各图中 A 球系在绝缘细线的下端, B 球固定在绝缘平面上,它们带电的种类以及位置已在图中标出。 A 球能保持静止的是()。



- [考点5]如图所示, A 、 B 两个点电荷的电荷量分别为 $+Q$ 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。当平

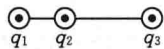


第5题图

衡时,弹簧的伸长量为 x_0 .若弹簧发生的均是弹性形变,则().

- 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

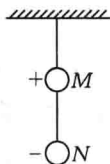
7. [考点4]如图所示,三个点电荷 q_1 、 q_2 、 q_3 固定在一直线上, q_2 与 q_3 之间的距离为 q_1 与 q_2 之间的距离的2倍,每个点电荷所受静电力的合力均为零,由此可以判定,三个点电荷的电荷量之比 $q_1 : q_2 : q_3$ 为().



第7题图

- A. $(-9) : 4 : (-36)$ B. $9 : 4 : 36$
 C. $(-3) : 2 : (-6)$ D. $3 : 2 : 6$

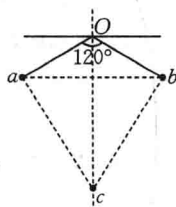
8. [考点5]如图所示,用两根丝线挂着两个质量相同的小球 M 、 N ,此时上、下丝线的弹力分别为 F_M 和 F_N ;如果使 M 球带正电, N 球带负电,上、下丝线的弹力分别为 F_M' 、 F_N' ,则().



第8题图

- A. $F_M < F_M'$ B. $F_N > F_N'$
 C. $F_M = F_M'$ D. $F_N < F_N'$

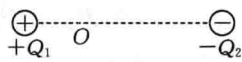
9. [考点5]如图所示,将两个摆长均为 l 的单摆悬于 O 点,摆球质量均为 m ,带电量均为 q .将另一个带电量也为 q 的小球从 O 点正下方较远处缓慢移向 O 点,当三个带电小球分别处在等边三角形的三个顶点 a 、 b 、 c 时,摆线的夹角恰好为 120° ,此时摆线上的张力大小等于().



第9题图

- A. mg B. $2mg$
 C. $\frac{\sqrt{3}kq^2}{l^2}$ D. $\frac{\sqrt{3}kq^2}{3l^2}$

10. [考点5]如图所示,两个异种点电荷,在它们之间库仑力的作用下,以两个点电荷之间连线上的某点 O 为圆心做匀速圆周运动.下列说法中正确的是().



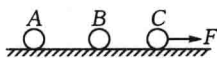
第10题图

- ①维持两点电荷做圆周运动的向心力不一定相等 ②两点电荷的角速度相等 ③质量较大的点电荷的线速度一定较小 ④带电量较大的点电荷的运动半径一定较大
 A. ①② B. ②③ C. ③④ D. ②③④

11. [考点4、5]相距 L 的点电荷 A 、 B 的带电量分别为 $+4Q$ 和 $-Q$,要引入第三个点电荷 C ,使三个点电荷都处于平衡状态,求电荷 C 的电量和放置的位置.

12. [考点1、4]有三个完全相同的金属球 A 、 B 、 C , A 带电量 $+7Q$, B 带电量 $-Q$, C 不带电.将 A 、 B 固定,且 A 、 B 间距离远大于其半径.然后让 C 反复与 A 、 B 接触,最后移走 C 球.试问 A 、 B 间的相互作用力变为原来的多少倍?

13. [考点5]如图所示,质量均为 m 的三个带电小球 A 、 B 、 C 放置在光滑绝缘的水平直槽上, A 与 B 间和 B 与 C 间距离均为 L , A 球带电量 $Q_A = 8q$, B 球带电量 $Q_B = q$.若小球 C 上加一水平向右的恒力 F ,恰好使 A 、 B 、 C 三小球保持相对静止,求:



第13题图

(1) 外力 F 的大小;
 (2) C 球所带电量 Q_C .

高考真题赏析

1. (2009, 江苏高考) 两个分别带有电荷量 $-Q$ 和 $+3Q$ 的相同金属小球(均可视为点电荷), 固定在相距为 r 的两处, 它们间库仑力的大小为 F . 两小球相互接触后将其距离变为 $\frac{r}{2}$, 则两球间库仑力的大小为().

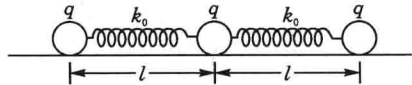
- A. $\frac{1}{12}F$ B. $\frac{3}{4}F$ C. $\frac{4}{3}F$ D. $12F$

【解析】 两电荷间的作用力 $F = k \frac{3Q^2}{r^2}$, 两电荷接触后, 电量先中和再平均分配, 每个小球带电量为 Q ,

$$F' = k \frac{Q^2}{(\frac{r}{2})^2}, \frac{F'}{F} = \frac{4}{3}.$$

【答案】 C

2. (2009, 浙江高考) 如图所示, 在光滑绝缘水平面上放置三个电荷量为 q ($q > 0$) 的相同小球, 小球之间用劲度系数均为 k_0 的轻质弹簧绝缘连接. 当三个小球处在静止状态时, 每根弹簧长度为 l_0 , 已知静电力常量为 k , 若不考虑弹簧的静电感应, 则每根弹簧的原长为().



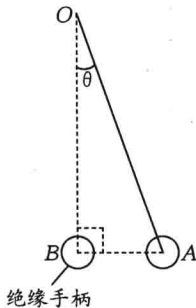
第 2 题图

- A. $l + \frac{5kq^2}{2k_0 l^2}$ B. $l - \frac{kq^2}{k_0 l^2}$ C. $l - \frac{5kq^2}{4k_0 l^2}$ D. $l - \frac{5kq^2}{2k_0 l^2}$

【解析】 对最右边的小球受力分析可知, 小球受到另外两个带电小球对它向右的库仑力, 大小分别为 $F_1 = \frac{kq^2}{(2l)^2}$ 和 $F_2 = \frac{kq^2}{l^2}$, 由力的平衡可知弹簧弹力的大小 $F = F_1 + F_2 = \frac{5kq^2}{4l^2}$, 故弹簧的伸长量为 $\Delta l = \frac{F}{k_0} = \frac{5kq^2}{4k_0 l^2}$.

【答案】 C

3. (2007, 重庆高考) 如图甲所示, 悬挂在 O 点的一根不可伸长的绝缘细线下端有一个带电荷量不变的小球 A . 在两次实验中, 均缓慢移动另一带同种电荷的小球 B , 当 B 到达悬点 O 的正下方并与 A 在同一水平线上, A 处于受力平衡时, 悬线偏离竖直方向的角度为 θ . 若两次实验中 B 的电荷量分别为 q_1 和 q_2 , θ 分别为 30° 和 45° , 则 q_2/q_1 为().



甲

- A. 2 B. 3

- C. $2\sqrt{3}$ D. $3\sqrt{3}$

【解析】 对小球 A 受力分析如图乙所示, 设 A 球带电荷量为 Q , 细线长为 L ,

则由平衡条件有 $\frac{kQq}{(L\sin\theta)^2} = mg\tan\theta$,

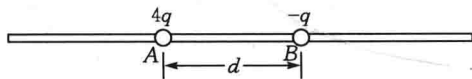
$$\text{解得 } q = \frac{mg\tan\theta\sin^2\theta L^2}{kQ}.$$

将 $\theta = 30^\circ$ 和 $\theta = 45^\circ$ 代入, 得

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{\tan 45^\circ \sin^2 45^\circ}{\tan 30^\circ \sin^2 30^\circ} = 2\sqrt{3}.$$

【答案】 C

4. (2007, 江苏高考) 如图所示, 带电荷量分别为 $4q$ 和 $-q$ 的小球 A 、 B 固定在水平放置的光滑绝缘细杆上, 相距为 d . 若细杆上套一带电小环 C , 带电体 A 、 B 和 C 均可视为点电荷.



第 4 题图

(1) 求小环 C 的平衡位置.

(2) 若小环 C 带电荷量为 q , 将小环拉离平衡位置一小位移 x ($|x| \leq d$) 后静止释放, 试判断小环 C 能否回到平衡位置.

【解析】 (1) 设 C 在 AB 连线的延长线上距离 B 为 l 处达到平衡, 带电荷量为 Q , 由库仑定律 $F = k \frac{qQ}{r^2}$.

$$\text{平衡条件 } F_c = \frac{4kqQ}{(d+l)^2} + \frac{-kqQ}{l^2} = 0,$$

$$\text{解得 } l_1 = -\frac{1}{3}d (\text{舍去}), l_2 = d.$$

所以平衡位置在 AB 延长线上距离 B 为 d 处.

(2) 不能. 因为该位置的左侧合力向左, 右侧的合力向右, 合力均不为零.

第2讲 电场强度

考点解读

学法导引

1. (★★)知道电荷间的相互作用是通过电场发生的,初步了解场是物质存在的形式之一.

2. (★★★)理解电场强度,能根据电场强度的定义式

$$E = \frac{F}{q}$$
进行有关的计算.

3. (★★★)知道点电荷的电场和匀强电场.能推导点电荷的电场强度的表达式并能在计算中运用它.

4. (★★★)知道电场线以及如何用电场线描述电场的大小和方向.会用电场线描述各种典型电场.

1. 电场是个很抽象的概念,可以与磁极的相互作用或重力进行比较,从中理解电场是一种特殊的物质,其物质性的表现之一就是它对其中的电荷有力的作用.

2. 电场强度是电学中最基本的概念之一,其引入要点为:①认清检验电荷的意义,为了感知电场的存在及其性质,要用检验电荷进行探测.②比值定义法是一种基本的定义方法,它反映了一种研究问题的思路.体会到电场力与电荷量的比值能表示电场强弱的这种特性.

3. 要认清公式 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 的区别和联系,对几个电场的叠加,合场强要用平行四边形法则进行矢量运算.

4. 从电场线的定义,领悟电场线形象表示电场的分布情况,再进一步归纳总结电场线的三个特点.

考点分类精讲

考点1 电场、电场强度

核 心 总 结

1. 电场:电荷周围存在的一种传递相互作用的场,叫做电场,是物质存在的一种形式.

2. 电场力:电场对于处在其中的电荷有力的作用,这种力叫做电场力.

3. 静电场:相对于观察者静止的电荷产生的电场,这种电场叫做静电场.

4. 电场强度:

(1)定义:放入电场中某一点的电荷受到的电场力 F 跟它的电量 q 的比值,叫做这一点的电场强度.

(2)定义式: $E = \frac{F}{q}$.

(3)单位:牛顿每库仑,符号是 N/C ,或伏特每米,符号是 V/m . $1N/C = 1V/m$.

(4)量性:矢量;规定正电荷受电场力的方向为该点的电场强度方向.故负电荷所受电场力的方向与电场强度方向相反.

(5)物理意义:电场强度是用来描述电场强弱和方向的物理量.

(6)式中的 q 是检验电荷(或称为试探电荷)所带的电量.所谓检验电荷,是带电量很小的点电荷.因为带电量很小,故将其放入电场后不会影响原来的电场分布;因为是点电荷,故可以用来考察空间中某一点的电场强度.

(7)场强与该点是否放有检验电荷无关,与检验电荷所受的电场力无关.一般来说,与激发该电场的电荷(称为场源电荷或源电荷)所处空间中的位置以及电介质有关.

● 难点突破

电荷间的相互作用是通过电场发生的,如图 2-2 所示.



图 2-2

● 规律清单

凡是由比值定义的定义式,被定义出来的物理量即等式左端的物理量如场强定义式中的 E 只与比值有关,而与等式右端的物理量如上式中的 F 和 q 无关,但等式右端的物理量 F 却与 E 有关.在物理学中,常常采用比值定义物理量来表示研究对象的某种性质,我们应充分注意这种特点.

● 考题 1 场源电荷 $Q = 2 \times 10^{-4} C$, 是正点电荷; 检验电荷 $q = -2 \times 10^{-5} C$, 是

负点电荷,它们相距 $r=2\text{m}$ 而静止,且都在真空中,如图 2-1 所示.求:

- (1) q 受的静电力.
- (2) q 所在的 B 点的场强 E_B .
- (3) 只将 q 换为 $q'=4\times 10^{-5}\text{C}$ 的正点电荷,再求 q' 受力及 B 点的场强.
- (4) 将检验电荷拿去后再求 B 点的场强.

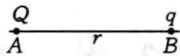


图 2-1

【解析】(1)由库仑定律得

$$F=k\frac{Qq}{r^2}=9\times 10^9\times\frac{2\times 10^{-4}\times 2\times 10^{-5}}{2^2}\text{N}=9\text{N},$$

方向在 A 与 B 的连线上,且指向 A.

(2)由电场强度的定义: $E=\frac{F}{q}=k\frac{Q}{r^2}$,

所以 $E=9\times 10^9\times\frac{2\times 10^{-4}}{2^2}\text{N/C}=4.5\times 10^5\text{N/C}$,

方向由 A 指向 B.

(3)由库仑定律

$$F'=k\frac{Qq'}{r^2}=9\times 10^9\times\frac{2\times 10^{-4}\times 4\times 10^{-5}}{2^2}\text{N}=18\text{N},$$

方向由 A 指向 B.

$$E=\frac{F'}{q}=k\frac{Q}{r^2}=4.5\times 10^5\text{N/C},$$

方向由 A 指向 B.

(4)因 E 与 q 无关, $q=0$ 也不会影响 E 的大小与方向,所以拿走 q 后场强不变.

【变式 1-1】如图 2-3 所示是在一个电场中的 a、b、c、d 四点分别引入检验电荷时,测得的检验电荷的电量跟它所受电场力的函数关系图象,则下列叙述中正确的是().

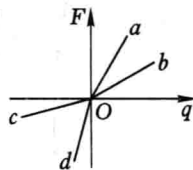


图 2-3

- A. a、b、c、d 四点场强大小的关系是 $E_a=E_b=E_c=E_d$
- B. a、b、c、d 四点场强大小的关系是 $E_d>E_a>E_b>E_c$
- C. a、b、c、d 四点场强大小的关系是 $E_a>E_b>E_d>E_c$
- D. 无法确定这四个点的场强大小关系

考点 2 点电荷的电场与匀强电场

核 心 总 结

1. 点电荷的电场

场源电荷 Q 与试探电荷 q 相距为 r ,则它们间的库仑力 $F=k\frac{Qq}{r^2}=q\cdot k\frac{Q}{r^2}$,所以试探电荷 q 处的电场强度 $E=\frac{F}{q}=k\frac{Q}{r^2}$.

(1)公式: $E=k\frac{Q}{r^2}$, Q 为真空中场源电荷所带的电荷量, r 为该点到场源电荷 Q 的距离.

(2)方向:若 Q 为正电荷,场强方向沿 Q 和该点的连线指向该点;若 Q 为负电荷,场强方向沿 Q 和该点的连线指向 Q .

(3)适用条件:真空中点电荷的电场.

2. 均匀带电球壳或球体的电场强度公式: $E=k\frac{Q}{r^2}$, Q 为其电荷量, r 为球外其点距球心的距离.

3. 匀强电场

如果电场中各点电场强度的大小相等,方向相同,这个电场就叫做匀强电场.

友情提示

求电场力、电场强度等矢量时,请同学们不要忘记矢量的方向哟!

规律清单

1. 电场强度两个公式的对比

区别 公式	物理含义	引入过程	适用范围
$E=\frac{F}{q}$	电场强度大小的定义式	$F\propto q, E$ 与 F 、 q 无关,反映某点电场的性质	适用于一切电场
$E=k\frac{Q}{r^2}$	真空中点电荷场强的决定式	由 $E=\frac{F}{q}$ 和库仑定律导出	在真空中,场源电荷 Q 是点电荷