

配 人教版®

主
编◎李朝东



本册主编：张建龙

第二次修订

精讲精练

君子曰：学不可以已。青，取之于蓝而青于蓝；冰，水为之而寒于水。木直中绳，鞣以为轮，其曲中规，虽有槁暴，不复挺者，鞣使之然也。故木受绳则直，金就砺则利，君子博学而日参省乎己，则知明而行无过矣。

吾尝终日而思矣，不如须臾之所学也；吾尝跂而望矣，不如登高之博见也。登高而招，臂非加长也，而见者远；顺风而呼，声非加疾也，而闻者彰。假舆马者，非利足也，而致千里；假舟楫者，非能水也，而绝江河。君子生非异也，善假于物也。

积土成山，风雨兴焉；
小流，无以成江海；
牙之利，筋骨之

RJ

学生用书



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

选修3-1

高中物理

图书在版编目(CIP)数据

精讲精练:人教版.高中物理.3-1:选修 / 李朝东主编.
—银川:宁夏人民教育出版社,2009.06(2013.4再版)

ISBN 978-7-80764-155-1

I. ①精… II. ①李… 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(2009)第089382号

精讲精练——物理 选修3-1(人教版)

李朝东 主编

责任编辑 李亚慧

封面设计 杭永鸿

责任印制 殷戈



黄河出版传媒集团 出版发行
宁夏人民教育出版社

地址 银川市北京东路139号出版大厦(750001)

网址 www.yrpubm.com

网上书店 www.hh-book.com

电子信箱 jiaoyushe@yrpubm.com

邮购电话 0951-5014284

经销 全国新华书店

印刷装订 宁夏锦绣彩印包装有限公司银川分公司

开本 880mm×1230mm 1/16 印张 14 字数 220千

印刷委托书号(宁)0011314 印数 9150册

版次 2013年4月第2版

印次 2013年8月第2次印刷

书号 ISBN 978-7-80764-155-1/G·1094

定价 16.31元

版权所有 翻印必究

目 录

CONTENTS

第一章 静电场

1 电荷及其守恒定律.....	001
2 库仑定律.....	005
3 电场强度.....	009
4 电势能和电势.....	014
5 电势差.....	019
6 电势差与电场强度的关系.....	022
7 静电现象的应用.....	025
8 电容器的电容.....	028
9 带电粒子在电场中的运动.....	033
本章总结	038

第二章 恒定电流

1 电源和电流.....	042
2 电动势.....	046
3 欧姆定律.....	049
4 串联电路和并联电路.....	056
5 焦耳定律.....	061
6 导体的电阻.....	065
7 闭合电路的欧姆定律.....	072

目 录

CONTENTS

8 多用电表的原理.....	076
9 实验:练习使用多用电表	076
10 实验:测定电池的电动势和内阻.....	083
11 简单的逻辑电路	089
本章总结	093

第三章 磁场

1 磁现象和磁场	099
2 磁感应强度	102
3 几种常见的磁场.....	105
4 通电导线在磁场中受到的力.....	110
5 运动电荷在磁场中受到的力	115
6 带电粒子在匀强磁场中的运动	119
本章总结	125

巩固训练·单元测试卷 单独成册

答案解析 单独成册

第一章

静 电 场

1 电荷及其守恒定律

课标导学

课标要求

1. 知道电荷的种类和作用,了解使物体带电的方法,认识物体带电的本质.
2. 理解电荷守恒定律.
3. 知道电荷里的概念及其国际单位.
4. 知道元电荷的概念,知道电荷量不能连续变化.

重难点提示

重点是理解电荷守恒定律.
难点是对起电方式的理解.

基础梳理

一、电荷

1. 电荷的种类和作用

(1) 两种电荷:

自然界中只有_____电荷.用丝绸摩擦过的玻璃棒带_____电.用毛皮摩擦过的橡胶棒带_____电.

(2) 相互作用:同种电荷相互_____,异种电荷相互_____,且带电体具有_____轻小物体的性质.

2. 原子的组成

原子由_____和_____组成,带正电的_____,和不带电的_____构成原子核,核外有带负电的_____.原子核中正电荷的数量与电子的负电荷的数量_____,所以整个原子对外界较

远的位置表现为_____.

3. 摩擦起电和感应起电

(1) 摩擦起电

两个物体相互摩擦时,一些束缚不紧的_____从一个物体转移到另一个物体上,使得原来呈电中性的物体由于得到_____而带_____,失去_____的物体带_____的现象.

(2) 感应起电

①自由电子和离子:金属中离原子核_____的能脱离原子核的束缚而在金属中_____的电子.失去这种电子的原子便成为带正电的_____.

②静电感应:当一个带电体靠近导体时,由于

电荷间_____,导体中的自由电荷便会趋向或远离带电体.使导体靠近带电体的一端带_____电荷,远离带电体的一端带_____电荷的现象.

③感应起电:利用_____使金属导体带电的过程.

二、电荷守恒定律

1. 内容

电荷既不会_____,也不会_____,它只能从一个物体_____到另一个物体,或者从物体的一部分_____到另一部分;在转移的过程中,电荷的_____保持不变.

2. 另一种表述:一个与外界没有_____的系统,

电荷的_____保持不变.

三、元电荷

1. 电荷量:电荷的_____叫电荷量.国际制单位是_____,符号_____.正电荷的电荷量为_____,负电荷的电荷量为_____.

2. 元电荷:自然界中_____的电荷量,叫做元电荷.即_____或_____所带的电荷量,用 e 表示: $e =$ _____.最早由美国物理学家_____测得.

3. 电子的比荷:电子的_____与电子的_____之比, $\frac{e}{m} \approx 1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$.

重难点突破

一、三种起电方式的比较

方式 内容	摩擦起电	感应起电	接触起电
产生 及条件	两不同绝缘体摩擦时	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”	导体上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)电物体吸引(排斥)而靠近(远离)	自由电荷在带电体与导体之间发生转移
举例	摩擦后的毛皮与橡胶棒分别带正电和负电	放于电场中的导体两端带有等量异种电荷	验电器的工作原理
实质	均为电荷在物体之间或物体内部的转移		

注意 (1)三种起电方式的共同本质是微观带电粒子(如电子)在物体之间或物体内部转移,而不是创造出了电荷.

(2)摩擦起电适用于绝缘体,感应起电和接触起电适用于导体.

(3)感应起电的判断方法

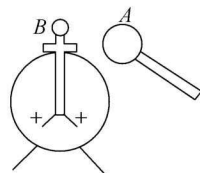
①带电体靠近导体时,导体上靠近带电体的一端

感应出与带电体性质不同的电荷,远离带电体的一端感应出与带电体相同性质的电荷.

②接地的某导体与地球组成一个新导体,在感应起电时该导体为近带电体端,感应出与带电体不同性质的电荷,地球为远带电体端,感应出与带电体相同性质的电荷.

例题1 如图所示是一个带正电的验电器,当一个金属球 A 靠近验电器上的金属小球 B 时,验电器中金属箔片的张角减小,则

- ()
- A. 金属球 A 可能不带电
B. 金属球 A 一定带正电
C. 金属球 A 可能带负电
D. 金属球 A 一定带负电



提示 本题考查静电感应现象及电荷的相互作用.验电器上的金属箔片和金属球都带有正电荷,金属箔片之所以张开,是由于箔片上的正电荷互相排斥造成的.当验电器金属箔片的张角减小时,说明箔片上的正电荷一定比原来减少了.由于金属球 A 只是靠近验电器而没有与验电器上的金属球 B 接触,要考虑感应

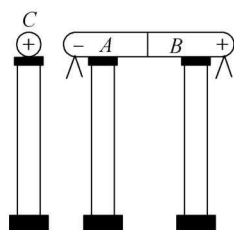
起电的影响.

听课记录

点评 验电器不但可以判断物体是否带电,而且还能演示静电感应现象.了解静电感应现象、区别感应起电与接触起电的不同及电荷间的作用规律是分析本题的关键.

变式训练 1 如图所示, A 、 B 为相互接触的绝缘支柱支撑的金属导体,起初它们不带电,在它们下部贴有金属箔片, C 是带正电的小球.下列说法正确的是

()



- A. 把 C 移近导体 A 时, A 、 B 上的金属箔片都张开
- B. 把 C 移近导体 A ,先把 A 、 B 分开,然后移去 C , A 、 B 上的金属箔片仍张开
- C. 先把 C 移走,再把 A 、 B 分开, A 、 B 上的金属箔片仍张开
- D. 先把 A 、 B 分开,再把 C 移去,然后重新让 A 、 B 接触, A 上的金属箔片张开,而 B 上的金属箔片闭合

二、电荷守恒定律的理解和应用

1. 电荷定律的意义

电荷守恒定律和能量守恒定律一样,是自然界中最基本的守恒定律之一,它既适用于静电荷,也适用于流动电荷;不仅在宏观领域中成立,而且在微观领域中同样成立.即任何带电现象都不能违背电荷守恒定律.

2. 物体带电的实质

使物体带电不是创造了电荷,使物体不带电也不是消灭了电荷.物体带电的实质是电荷发生了转移,也就是物体间电荷的重新分配.摩擦起电、感应起电和接触起电,均符合电荷守恒定律.

3. “中性”与“中和”的理解

- (1) 中性:物体内有电荷存在,但正、负电荷的绝对值相等,对外不显电荷,即净电荷为零.
- (2) 中和:两个带有等量异种电荷的带电体相遇达到电中性的过程.

4. 接触带电现象中电荷量的分配

- (1) 导体接触带电时电荷量的分配与导体的形状、大小有关.完全相同的金属球接触时,电荷量平均分配;形状、大小不同的导体接触时电荷量不能平均分配.无论哪种情况,接触前后电荷总量不变.
- (2) 完全相同的带电金属球接触时电荷量的分配情况:完全相同的两个金属小球接触后再分开,两球的带电荷量一定相同,且带电为原来两球所带总电荷量的一半.若原来两球带同种电荷,电荷量相加后平分;若原来两球带有异种电荷,则电荷先中和再均分.

5. 近代物理研究的新发现

近代物理实验发现,由一个高能光子可以产生一个正电子和一个负电子,一对正、负电子可同时湮没,转化为光子.在这种情况下,带电粒子总是成对产生或湮没,电荷的代数和保持不变,即正、负电子的产生和湮没与电荷守恒定律并不矛盾.这时电荷守恒定律可表述为:一个与外界没有电荷交换的系统,电荷的代数和保持不变.

注意 物体带电过程的实质是物体中正、负电荷的分离和转移的过程,而电荷的中和现象的实质是正、负电荷的结合过程,但在分离、转移、结合等过程中电荷的总量保持不变.

例题 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 $Q_A = 6.4 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_B = -3.2 \times 10^{-9} \text{ C}$,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? ($e = -1.6 \times 10^{-19} \text{C}$)

提示 本题考查接触起电和电荷量的计算. 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.

听课记录

点评 本题可把物理过程分两个阶段,第一阶段, B 球上所带负电荷全部转移到 A 球发生中和;第二阶段,要实现中和后剩余电荷均分, B 球电子再转移,直至 A 球、 B 球所带电荷量相等.

变式训练 2 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 夸克所带电荷量为 $+\frac{2}{3}e$, d 夸克所带电荷量为 $-\frac{1}{3}e$, e 为元电荷. 下列论断可能正确的是 ()

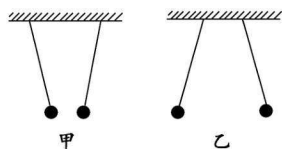
- A. 质子由 1 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成, 中子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成
- B. 质子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成, 中子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成
- C. 质子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成, 中子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成
- D. 质子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成, 中子由 1 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成

随堂演练

1 下列关于电现象的叙述中正确的是 ()

- A. 玻璃棒无论与什么物体摩擦都带正电, 橡胶棒无论与什么物体摩擦都带负电
- B. 摩擦可以起电是普遍存在的现象, 相互摩擦的两个物体总是同时带等量的异种电荷
- C. 带电现象的本质是电子的转移, 物体得到电子一定显负电性, 失去电子显正电性
- D. 当一种电荷出现时, 必然有等量的异种电荷出现; 当一种电荷消失时, 必然有等量的异种电荷消失

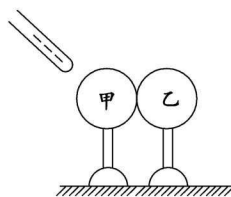
2 如图所示, 挂在绝缘细线下的轻质小球, 由于电荷的相互作用而靠近或远离, 则 ()



- A. 甲图中两球一定带异种电荷
- B. 乙图中两球一定带同种电荷
- C. 甲图中两球至少有一个带电

D. 乙图中两球至少有一个带电

3 如图所示, 将带有负电的绝缘棒靠近两个不带电的导体球, 两个导体球开始时互相接触且对地绝缘, 下列方法中能使两球都带电的是 ()



- A. 先把两球分开, 再移走棒
- B. 先移走棒, 再把两球分开
- C. 使棒与甲球瞬时接触, 再移走棒
- D. 先使乙球瞬时接地, 再移走棒

4 下列关于元电荷的说法中正确的是 ()

- 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

用实验测得的

- 5 M 和 N 是两个原来都不带电的物体,它们互相摩擦后, M 带正电荷 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$,下列判断中正确的是 ()

- A. 在摩擦前 M 和 N 的内部没有任何电荷
B. 摩擦的过程中电子从 M 转移到 N
C. 摩擦的过程中电子从 N 转移到 M
D. N 在摩擦后一定带负电荷 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$

2 库仑定律

课标导学

课标要求

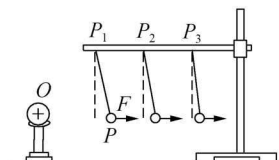
1. 理解库仑定律的含义及其表达式.
2. 明确点电荷是个理想模型,知道带电体简化为点电荷的条件.
3. 了解库仑的扭秤实验.
4. 会应用库仑定律解决有关问题.

重难点提示

重点是对库仑定律的理解.
难点是库仑定律与力学知识结合的综合应用.

基础梳理

一、探究影响电荷间相互作用力的因素



1. 实验装置与原理:如图, O 是一个带正电的物体, P 是系在丝线上挂在图中横杆某位置的带正电小球,小球所受带电体的作用力大小可以通过丝线偏离竖直方向的_____显示出来.
2. 实验现象:小球_____不变时,距离带电物体越远,丝线偏离竖直方向的角度_____.小球处于同一位置时,小球所带的电荷量越大,丝线偏离竖直方向的角度_____.
3. 实验结果:电荷之间的作用力随着电荷量的增大而_____,随着距离的增大而_____.
4. 实验猜想:带电物体之间的相互作用力与它们电荷量的乘积成_____,与它们之间距离的二次方成_____.

二、库仑定律

1. 点电荷:带电体间的距离比自身的大小_____,带电体的_____,_____及电荷分布状况对库仑力的影响可忽略时,可将带电体看做_____,叫做点电荷.
2. 静电力:电荷间的_____叫做静电力或_____.
3. 库仑的实验
 - (1) 定理:通过悬丝扭转的_____比较库仑力的大小.
 - (2) 技巧:在研究静电力 F 与电荷量 q 之间的关系时,采用把一个带电小球与另一个不带电的_____的金属小球接触,前者的电荷量会分给后者_____的方法.
4. 库仑定律
_____中两个静止_____之间的相互作用力,与它们的电荷量的_____成正比,与它们的

距离的_____成反比,作用力的方向在它们的_____
_____.这个规律叫做库仑定律.

5. 库仑定律的公式:

(1) 公式: $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$, 式中 $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, 叫做静电力常量.

(2) 条件: 真空中的_____.

6. 静电力的叠加原理

对于两个以上的点电荷, 两个电荷间的作用力_____其他电荷影响. 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_____. 库仑力的合成和分解遵从_____原则.

重难点突破

一、对库仑定律的理解

1. 适用条件: (1) 真空中; (2) 点电荷. 以上两个条件是理想化的, 在空气中也近似成立. 库仑就是在空气中做扭秤实验的.

2. 大小: 依据 $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$, q_1, q_2 代入绝对值, $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, F, q, r 的单位必须是 $\text{N}, \text{C}, \text{m}$.

3. 方向: 沿连线方向, 且同种电荷相斥, 异种电荷相吸.

4. 矢量性: 与重力、弹力、摩擦力一样合成或分解时遵循平行四边形定则, 是矢量.

5. 相互性: $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ 既表示了 q_1 对 q_2 的力, 又表示了 q_2 对 q_1 的力, 即两个点电荷间的库仑力为相互作用力, 同样满足牛顿第三定律.

6. “平方反比”特点分析

库仑定律同万有引力定律一样遵循平方反比规律, 对比如下:

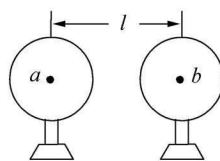
两天定律 异同比较	库仑定律	万有引力定律
公式表达	$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$	$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
存在表现	电荷相吸或相斥	物体相吸
作用媒介	电场	万有引力场
适用条件	真空中点电荷	两质点间
统一性	遵循距离的“平方反比”规律, 都是“场”的作用	

注意 (1) 点电荷类似于力学中的质点, 是一种理想化的物理模型, 实际并不存在.

(2) 在利用库仑定律的公式 $F = k \frac{q_1q_2}{r^2}$ 计算库仑力时, 从数学角度分析, 若两点电荷间的距离 $r \rightarrow 0$, 则 $F \rightarrow \infty$; 但在物理学上这是错误的, 因为当 $r \rightarrow 0$ 时电荷已经失去了作为点电荷的前提条件, 此时库仑定律已不再适用.

(3) 静电力和万有引力是两种不同性质的力, 受力分析时要分别分析. 库仑定律既适用于宏观带电体, 也适用微观带电粒子. 微观粒子间的静电力远远大于万有引力, 讨论微观粒子间相互作用力时, 万有引力可以忽略.

例题 1 如图所示, 两个质量均为 m 的完全相同的金属球壳 a 与 b , 其壳层的厚度和质量分布均匀, 将它们固定于绝缘支架座上, 两球心间的距离 l 为球半径的 3 倍. 若使它们带上等量异种电荷, 使其电荷量的绝对值均为 Q , 那么关于 a, b 两球之间的万有引力 $F_{\text{引}}$ 和库仑力 $F_{\text{库}}$ 的表达式正确的是 ()



- A. $F_{\text{引}} = G \frac{m^2}{l^2}, F_{\text{库}} = k \frac{Q^2}{l^2}$
 B. $F_{\text{引}} \neq G \frac{m^2}{l^2}, F_{\text{库}} \neq k \frac{Q^2}{l^2}$
 C. $F_{\text{引}} \neq G \frac{m^2}{l^2}, F_{\text{库}} = k \frac{Q^2}{l^2}$

$$D. F_{引} = G \frac{m^2}{l^2}, F_{库} \neq k \frac{Q^2}{l^2}$$

提示 本题考查了库仑定律的适用条件以及和万有引力定律的区别,应理解两个定律的应用条件分别是点电荷和质点.

听课记录

点评 (1) 库仑定律 $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ 只适用于真空中的点电荷.当电荷间距离与带电体的线度相比不大时,便不能将带电体视为点电荷.

(2) 上述情况下,库仑定律公式虽然不能定量计算两带电体之间的库仑力大小,但仍然可用之定性分析两者之间的库仑力,即库仑力虽不等于 $k \frac{Q^2}{l^2}$,但却知库仑力大于 $k \frac{Q^2}{l^2}$.因为异种电荷相吸,电荷间距就小于 l .

变式训练 1 两个分别带有电荷量 $-Q$ 和 $+3Q$ 的相同金属小球(均视为点电荷),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固定距离变为 $\frac{r}{2}$.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. $12F$

二、库仑定律的应用

库仑定律给出了两个点电荷间作用力的大小和方向,明确了静电力是不同于重力、弹力和摩擦力的另一种性质的力.但它同样遵循力的合成与分解的平行四边形定则,产生的效果同样遵循牛顿力学中的所

有规律.因此,对于库仑定律与力学综合问题的分析,只要把静电力当做一个遵循库仑定律的普通力来对待就可以了,其分析的思路与方法完全是力学的思路与方法.这就是:电学问题,力学方法.

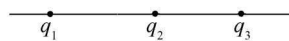
1. 静电力作用下的平衡问题

分析带电体在有静电力作用下的平衡问题时,方法仍然与力学中物体的平衡方法一样,具体步骤是:(1)确定研究对象;(2)进行受力分析;(3)建立坐标轴;(4)列方程 $F_{合} = 0$,正交分解 $\Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0$;(5)求解方程.

2. 静电力作用下的非平衡问题

分析静电力作用下的带电体的非平衡问题,方法与力学中相同,首先分析带电体受到的所有力,再依据牛顿第二定律 $\Sigma F = ma$ 进行求解;对相互作用的系统,要注意灵活使用整体法与隔离法,并首先选用守恒的观点从能量的角度分析.

注意 共线的三个点电荷平衡的规律可总结为:两同夹一异,两大夹一小,且近小远大.这三个点电荷的电荷量满足: $\sqrt{q_1q_3} = \sqrt{q_1q_2} + \sqrt{q_2q_3}$.



例题 2 a 、 b 两个点电荷相距 40 cm,电荷量分别为 q_1 和 q_2 ,且 $q_1 = 9q_2$,都是正电荷.现引入点电荷 c ,这时 a 、 b 、 c 三个电荷都恰好处于平衡状态.试问:点电荷 c 的带电性质是什么?电荷量多大?它应该放在什么地方?

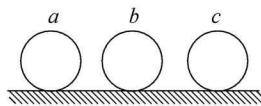
提示 本题考查了库仑定律在三个电荷的平衡问题中的应用.由于每一个点电荷都受另外两个点电荷的作用,三个点电荷只有处在同一条直线上,且 c 在 a 、 b 之间并带负电荷才有可能都平衡.否则三个正电荷相互排斥,永远不可能平衡.

听课记录

点评 三个自由电荷的平衡问题,因为每个电荷受到的合外力都为零,故其平衡时的规律可总结为:同种电荷放两边,异种电荷放中间且靠近电荷量小的一边.亦可简记为“三者共线,两同夹异,两大夹小,近小远大”.

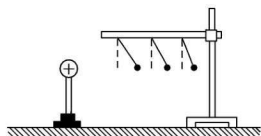
变式训练 2 如图所示,在光滑绝缘的水平面上,固定着完全相等的三个带电小球 a 、 b 、 c ,三球在一条直线上,若释放 a 球, a 球初始加速度为 -1 m/s^2 (向右为正).若释放 c 球, c 球初始加速度为 3 m/s^2 ,当释放 b

球时, b 球的初始加速度应是多大?



随堂演练

1 关于利用如图所示的装置探究决定电荷间的相互作用力大小的因素实验,下列说法正确的是



- ()
- A. 这是一个定性的探究实验
B. 这是一个定量的探究实验
C. 挂在铁架台上的悬挂带电小球的丝线偏角越大,作用力越大
D. 本实验用控制变量法

2 下列说法中正确的是 ()

- A. 点电荷就是体积很小的带电体
B. 点电荷就是体积和带电荷量都很小的带电体
C. 根据 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 可知,当 $r \rightarrow 0$ 时 $F \rightarrow \infty$
D. 静电力常量的数值是由实验得出的

3 下列说法正确的是 ()

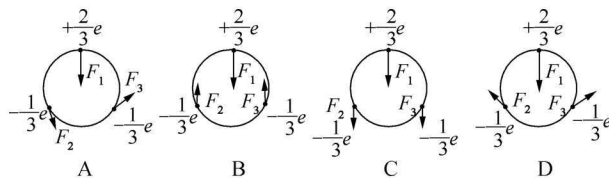
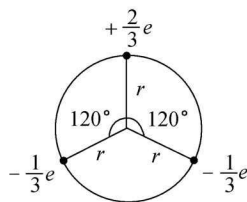
- A. 库仑是英国人
B. 库仑利用扭秤实验定性地研究了两个点电荷间作用力与电荷量、距离的关系
C. 库仑用悬丝扭转的角度来比较力的大小
D. 每次实验库仑都准确测出球的带电荷量

4 两个相同的金属小球,带电荷量之比为 $1:7$,相距较远,且表现为引力,两者相互接触后再放回原来的位置,则它们间的库仑力为原来的 ()

- A. $\frac{4}{7}$ B. $\frac{3}{7}$
C. $\frac{9}{7}$ D. $\frac{16}{7}$

5 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,如图所示.在图给出的四幅图中,能正确表示出各夸克所受静电作用力的是 ()



3 电场强度

课标导学

课标要求

1. 知道电荷间的相互作用是通过电场实现的,知道场与实物是物质存在的两种不同形式.
2. 理解电场强度的定义式、单位、方向.
3. 能推导点电荷的电场强度公式,并能进行有关计算.知道电场强度的叠加原理,并能应用这一原理进行简单的计算.
4. 知道电场线的定义和特点,会用电场线描述电场强度的大小和方向.

重难点提示

- 重点是对电场和电场强度的理解.
- 难点是对电场强度的叠加和电场线的理解与运用.

基础梳理

一、电场

1. 产生:电场是在电荷周围存在着的一种_____,电荷间相互作用的特殊_____,_____电荷产生的电场称为静电场.
2. 基本性质:电场对放入其中的电荷有_____的作用.
3. 电磁场:电场以及_____已被证明是一种客观存在,并且是互相联系的,统称为电磁场.变化的电磁场以有限的速度——_____在空间传播.

二、电场强度

1. 试探电荷(检验电荷)与场源电荷(源电荷)

(1) 试探电荷

用来检验电场是否_____及其_____分布情况的电荷,称为试探电荷或检验电荷.

(2) 场源电荷

激发或产生我们正在研究的_____的电荷称为场源电荷或源电荷.

2. 电场强度

- (1) 概念:放入电场中某点的试探电荷受到的静电力跟它的电荷量的_____叫该点的电场强度.
- (2) 公式:_____;单位:_____,符号:_____.
- (3) 方向:电场强度是矢量,规定某点电场强度的方向跟_____在该点所受库仑力的方向相同.负电荷在电场中某点所受库仑力的方向跟该点电场_____.

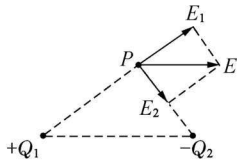
三、点电荷的电场、电场的叠加

1. 真空中点电荷的场强

- (1) 大小: $E = \frac{kQ}{r^2}$.
- (2) 方向:正电荷的场强的方向_____,负电荷的场强的方向_____.

2. 电场强度的叠加:如果场源是多个点电荷,则电场中某点的电场强度为各个点电荷单独在该点产生的电

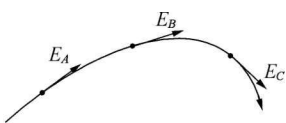
场强度的_____.电场强度的叠加遵从_____,
如图所示.



3. 均匀带电球体(或球壳)外部的电场强度:与一个
_____的、_____的点电荷产生的电场强度
_____ ,即 $E=k\frac{Q}{r^2}$, r 是_____到该点
的距离($r>R$) , Q 为_____球体所带的电荷量.

四、电场线

1. 概念:电场线是画在电场中的一条条_____的曲线,曲线上每点的_____方向表示该点的电场强度方向,如图所示.



2. 特点:

(1) 电场线从_____或_____出发,终止于_____或_____.

(2) 电场线在电场中不_____,这是因为在电场中任意一点的电场强度不可能有两个方向.

(3) 电场线的疏密表示电场强度的_____, 在同一幅图中, 电场强度较大的地方电场线_____, 电场强度较小的地方电场线_____.

五、匀强电场

1. 概念:各点的电场强度大小_____、方向_____的电场叫匀强电场.

2. 电场线的分布特点:间隔 的平行直线.

3. 产生:带有等量异种电荷的一对平行金属板,如果两板相距_____,它们之间的电场除_____部分外,可以看做匀强电场.

重难点突破

► 一、对电场强度的理解

1. 物理意义:电场强度是描述电场力性质的物理量,在数值上等于单位电荷量的电荷在电场中受到的静电力.

2. 三个性质

(1) 矢量性: 场强是矢量, 其大小按定义式 $E = \frac{F}{q}$ 计算, 其方向规定为正电荷在该点所受库仑力方向.

(2) 唯一性: 电场中某一点的电场强度 E 的大小和方向是唯一的, 其大小和方向取决于场源电荷及空间位置, 与试探电荷无关.

(3) 叠加性: 若在某一空间中有多个电荷, 则空间中某点的场强等于所有电荷在该点产生的电场强度的矢量和.

3. 场强公式 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 的比较

区别 公式	物理含义	引入过程	适用范围	备注
$E = \frac{F}{q}$	电场强度定义式	由比值法引入	适用于一切电场	电场强度由电场本身决定,与试探电荷无关,不能理解为 E 与 F 成正比,与 q 成反比
$E = k \frac{Q}{r^2}$	真空中点电荷场强的决定式	由 $E = \frac{F}{q}$ 和库仑定律导出	真空中的点电荷或真空中的均匀带电球体	

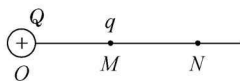
4. 电场强度与电场力的区别与联系

项目	电场强度 E	电场力 F
物理意义	反应电场本身的力的性质	指电荷在电场中所受的力
决定因素	在电场中某一点, E 是一个恒量, 用 $E = \frac{F}{q}$ 来度量, 它决定于电场本身, 而与检验电荷的存在与否无关	力的大小决定于放在电场中的电荷的电荷量 q , 以及电场中这一点的电场强度 E 的大小, 即 $F = qE$
矢量的方向	场强方向与正电荷放在电场里所受电场力的方向相同	正电荷所受的电场力方向与场强的方向相同, 负电荷所受的电场力方向与场强方向相反
单位	牛/库或伏/米	牛
联系	$F = Eq$	

注意 (1) 电场强度从力的角度描述了电场的性质, 反映了电场的强弱. (2) 电场强度由场源电荷决定, 与试探电荷无关. (3) 电荷间的相互作用是通过电场发生的: 电荷 A $\xrightarrow{\text{产生}} \text{电场} \xrightarrow{\text{作用}} \text{电荷 } B$.

例题 1 在真空中 O 点放一个试探电荷 $Q = +1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$, 直线 MN 通过 O 点, OM 的距离 $r = 30 \text{ cm}$, M 点放一个试探电荷 $q = -1.0 \times 10^{-10} \text{ C}$, 如图所示. 求:

(1) q 在 M 点受到的作用力;



(2) M 点的场强;

(3) 拿走 q 后 M 点的场强;

(4) M 、 N 两点的场强哪点大?

(5) 如果把 Q 换成电荷量为 $-1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的点电荷, 情况又如何?

提示 本题分层次逐步递进地考查了对电场和电场强度的理解, 求解时要区分场源电荷和试探电荷. 根据题意, Q 是场源电荷, q 为试探电荷, 为了方便, 只用电荷量的绝对值计算, 力和场强的方向可通过电荷的正、负判断.

听课记录

点评 (1) 理解电场强度的物理意义、区分电场强度的定义式 ($E = \frac{F}{q}$) 和决定式 ($E = k \frac{Q}{r^2}$) 是分析和理解有关电场强度问题的关键. (2) 电场中某点的场强由电场本身和离场源的距离决定, 与试探电荷的有无、电荷量、电性及所受的电场力无关.

变式训练 1 下列关于电场强度的说法中正确的是

()

A. 公式 $E = \frac{F}{q}$ 只适用于真空中点电荷产生的电场

B. 由公式 $E = \frac{F}{q}$ 可知, 电场中某点的电场强度 E 与试探电荷在电场中该点所受的电场力成正比

C. 在公式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 中, $k \frac{Q_2}{r^2}$ 是点电荷 Q_2 产生的电场在点电荷 Q_1 处的场强大小; 而 $k \frac{Q_1}{r^2}$ 是点电荷 Q_1 产生的电场在点电荷 Q_2 处的场强大小

D. 由公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 可知, 在离点电荷非常近的地方 ($r \rightarrow 0$), 电场强度 E 无穷大

二、对电场线的理解

1. 电场线不是电荷的运动轨迹

(1) 电场线是为了形象地描述电场而引入的假想曲线, 规定电场线上某点的场强方向沿该点的切线方向, 也就是正电荷在该点受电场力产生的加速度的方向.

(2) 运动轨迹是带电粒子在电场中实际通过的径

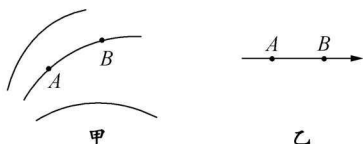
迹,径迹上每点的切线方向为粒子在该点的速度方向.结合力学知识,可以知道物体的速度方向不一定与加速度的方向一致.因此电场线不一定是粒子的运动轨迹.

(3)在满足以下条件时,电场线与带电粒子的运动轨迹重合.

- ①电场线是直线;
- ②带电粒子只受电场力作用,或受其他力,但方向沿电场线所在直线;
- ③带电粒子初速度为零或初速度方向沿电场线所在的直线.

2. 由电场线的疏密判断电场的强弱

(1)场强大的地方电场线密,场强小的地方电场线疏.例如在图甲中, $E_A > E_B$.

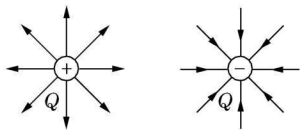


(2)若只给一条直线电场线,如图乙所示, A 、 B 两点的场强大小无法由疏密程度来判定,对此情况可有多种推理判断:

- ①若是正点电荷电场中的一条电场线,则 $E_A > E_B$.
- ②若是负点电荷电场中的一条电场线,则 $E_A < E_B$.
- ③若是匀强电场中的一条电场线,则 $E_A = E_B$.

3. 几种常见电场的电场线分布特点

(1)点电荷的电场线分布特点,如图所示.



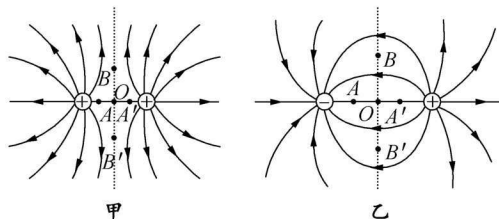
- ①离点电荷越近,电场线越密集,场强越强,方向由点电荷(正点电荷时)指向无穷远;或由无穷远指向点电荷(负点电荷时).
- ②在正(负)点电荷形成的电场中,不存在场强相同的点.
- ③若以点电荷为球心作一个球面,电场线处处与球面垂直,在此球面上场强大小处处相等,方向各

不相同.

(2)等量同种电荷和等量异种电荷的电场线分布特点.

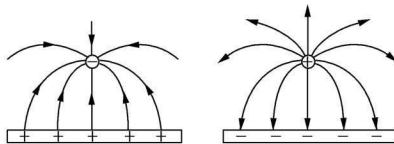
①等量同种电荷的电场线,如图甲所示.

- a. 在连线中点的场强为零.
- b. 在两电荷连线上场强关于中点对称, $E_A = E'_A$,方向相反;在中垂线上场强也关于中点对称, $E_B = E'_B$,方向相反.
- c. 中垂线上各点的场强方向沿中垂线指向无穷远(等量正电荷时)或指向中心 O 点(等量负电荷时).
- d. 沿连线从左到右,场强先减小后增大;沿中垂线从 O 到无穷远,场强先增大后减小.



②等量异种电荷的电场线,如图乙所示.

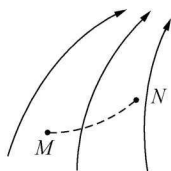
- a. 在连线上场强方向相同,大小关于中点对称, $E_A = E'_A$;在中垂线上场强方向与中垂线垂直,大小关于中点对称, $E_B = E'_B$,方向相同.
 - b. 沿两电荷连线从左到右,场强先减小后增大.
 - c. 沿中垂线从 O 到无穷远,场强逐渐减小.
- (3)点电荷与导体形成的电场中的电场线分布特点,如图所示.



导体表面的电场线一定垂直于导体表面,在导体表面移动点电荷时,电场力不做功.

注意 多个电荷形成的电场中某一点的场强,可以利用场强的叠加求得.

例题 2 某静电场中的电场线如图所示,带电粒子在电场中仅受电场力作用,其运动轨迹如图中的虚线所示.由 M 运动到 N ,以下说法正确的是 ()



- A. 粒子必定带正电荷
- B. 粒子在 M 点的加速度大于它在 N 点的加速度
- C. 粒子在 M 点的加速度小于它在 N 点的加速度
- D. 粒子在 M 点的动能小于它在 N 点的动能

提示 本题是由电场线和粒子的运动轨迹判断粒子的运动情况. 解题的关键是抓住粒子所受电场力的方向指向粒子轨迹弯曲的一侧(即凹侧)并沿电场线的切线方向.

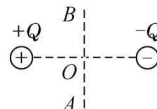
听课记录

点评 分析带电粒子在电场中的运动轨迹问题时,应明确:

(1) 做曲线运动的粒子所受合外力方向指向曲线凹侧.

(2) 速度方向沿轨迹的切线方向. 具体分析步骤是: ①根据带电粒子弯曲方向, 判断出受力方向和初速度的方向; ②根据受力方向, 判断出电场线(场强)方向、粒子受力方向及电性的关系; ③根据电场线的分布情况, 由牛顿第二定律判断出粒子加速度和速度的变化情况; ④根据功能关系或能量的转化与守恒定律求出粒子的能量变化情况.

变式训练 2 如图所示, 一电子沿等量异种电荷的中垂线由 $A \rightarrow O \rightarrow B$ 匀速飞过, 电子的重力不计, 则电子所受另一个力的大小和方向的变化情况是 ()



- A. 先变大后变小, 方向水平向左
- B. 先变大后变小, 方向水平向右
- C. 先变小后变大, 方向水平向左
- D. 先变小后变大, 方向水平向右

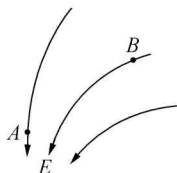
随堂演练

1 关于电场, 下列说法中正确的是 ()

- A. 只要有电荷存在, 在其周围就一定存在电场
- B. 电场是一种物质, 它与其他物质一样, 是不依赖于我们的感觉而客观存在的东西
- C. 电荷间的相互作用是通过电场发生的, 电场最基本的性质是对处在它里面的电荷有力的作用
- D. 电荷间的作用是一种超距作用

2 如图所示是某静电场的一部分电场线的分布情况, 下列说法中正确的是 ()

- A. 这个电场可能是负点电荷的电场
- B. A 点的场强大于 B 点的场强
- C. A 、 B 两点的场强方向不相同



D. 负电荷在 B 点处受到的电场力的方向沿 B 点切线方向

3 关于匀强电场, 下列说法中正确的是 ()

- A. 如果某空间中, 有两处电场强度相同, 那么这个空间中的电场一定是匀强电场
- B. 在匀强电场中, 任意两点的电场强度一定相同
- C. 如果某空间中的电场线是直线, 那么这个空间中的电场一定是匀强电场
- D. 匀强电场的电场线一定是一簇等间距的直线

4 如图所示是表示在一个电场中 a 、 b 、 c 、 d 四点分别放入检验电荷时测得的检验电荷的电荷量跟它所受电场力的函数关系图象, 那么下列叙述正确的是 ()