



全国最佳助学读物策划机构
中国民营书业十大品牌实力机构



教材 全析

全程高效学习方案

总主编 严 军 本册主编 邱招来

用一本好书 圆人生梦想

- ★ “春雨奖学计划”指定用书
- ★ 千锤百炼 全国课改名校一线名师3年磨一剑
- ★ 品质领先 高效学习拓展成功新捷径

物理 选修
3-1

金四导·国标人教版

中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社



全国最佳助学读物策划机构
中国民营书业十大品牌实力机构



教材 全析

全程高效学习方案

总主编 严军
本册主编 邱招来
副主编 陈曼曼

物理 选修
3-1
金四导·国标人教版

图书在版编目(CIP)数据

金四导. 高中物理. 3-1: 选修/严军主编; 邱招来编写.
北京: 中国少年儿童出版社, 2010. 6(2011. 7 重印)
ISBN 978-7-5007-8959-8

I. 金… II. 严… 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(2008)第 066130 号



国标人教版

“春雨奖学金计划”指定用书

金四导·教材全析

物 理

选修 3-1

出版发行: 中国少年儿童新闻出版总社

中国少年儿童出版社

出版人: 李学谦

执行出版人: 赵恒峰

总主编: 严 军

主 编: 邱招来

责任编辑: 贺泽红

责任校对: 赵 峰

封面设计: 春雨教育编辑部

美术编辑: 周建明

责任印务: 李建国

地 址: 北京市东四十条 21 号

电 话: 010-64132053

E-mail: dakaiming@sina.com

邮政编码: 100708

传 真: 010-64132053

印刷: 淄博优彩印务有限公司

开本: 880×1230 1/16

2011 年 7 月北京第 1 版

字数: 1844 千字

ISBN 978-7-5007-8959-8/G·6486

经销: 新华书店

印张: 68.25

2011 年 7 月山东第 1 次印刷

印数: 7000 册

定价: 138.60 元(共 7 册)

图书若有印装问题, 请及时向印务部联系退换。

版权所有, 侵权必究。

11-1182-1

让学习快乐、高效、无障碍

也许，你是“春雨教育”图书的老朋友，也许，你是春雨人的新相识，选择了怀抱理想的春雨人，选择了曾托举数千学子成功跨入清华、北大之门的“春雨教育”品牌图书，你就选择了快乐的学习历程，选择了胜利的桂冠，选择了梦想的成功！

关注“春雨奖学金计划”吧。如果你成功了，别忘了让我们分享你的经验和喜悦。我们盼望你成为“龙虎榜”中的一员，盼望你的照片和你的学习感悟成为激励下一届同学的生动资料。

你搏击的路上，有《教材全析》一路相伴，那是春雨人在为你的拼搏加油，那是春雨人在为你的成功喝彩！

第2节 库仑定律

教材全析
JIAOCAI QUANXI

【辨析】 因为A带负电，要使B带正电，如果用接触带电只能使B带负电，又不能用摩擦方法，所以只能用感应起电的方法才可以。由静电感应原理可知，要使B带电还需另外一块导体，但没有这块导体，实际上人体就是一块很好的导体，只要把A靠近B，用手摸一下B，拿开手，再拿开A，这样B就带上了正电。

【解答】 将A靠近B，再用手触摸B，把手拿开，移去A，B就带上正电。

【拓展·规律】 人取大地是静电感应现象中的远端，而整个导体是静电感应现象中的近端，出现与带电体相异的电荷。

探究创新题

【例2】 (拓展点2) 有三个完全一样的绝缘金属球，A球所带电荷量为Q，B、C不带电，现要使B球带有 $\frac{3}{8}Q$ 电荷量，应该怎么办？

【解析】 由于金属球完全一样，所以两球接触分开后每个球上的电荷平均分配，要使B球带有 $\frac{3}{8}Q$ 电荷量，则可以采用两两接触分开的方法，例如把A与C接触分开，A、C各带 $\frac{1}{2}Q$ 电荷量，再把B与C接触分开，B、C各带 $\frac{1}{4}Q$ 电荷量，最后把A与B接触分开，这样B球就带 $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}Q + \frac{1}{4}Q) = \frac{3}{8}Q$ 电荷量。

课标题型探究

综合应用题

【例1】 (拓展点1) 现有一带负电的导体A，另有一不能分开的导体B，再也找不到其它的导体可供利用，你如何能使导体B带上正电？

知能提升训练

容基固本

1. (要点一) 关于摩擦起电现象，下列说法中正确的是()。
- A. 摩擦起电现象使本没有电子和质子的物体中产生了电子和质子
- B. 两种不同材料的绝缘体互相摩擦后，同时带上等量异种电荷

教材习题详解

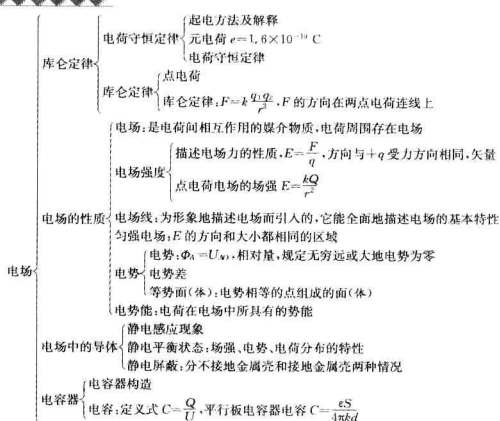
1. 答：在天气干燥的季节，脱掉外衣时，由于摩擦，外衣和身体各自带了等量、异号的电荷，接着用手去摸金属门把手时，身体放电，于是产生电击的感觉。

遨游物理世界

摩擦起的电在能导电的物体上可迅速流失，而在不导电的绝缘体如化纤、毛织等物体上就静止不动形成静电，并聚集起来，当达到一定的电压时就产生放电现象，发出响声并放出火花。

本章知识能力提升平台

知识结构串联



课标题型探究

源于教材而高于教材，全面提升学生的发散思维与创新能力。

知能提升训练

每节精选习题，紧扣考点，题题精彩，让学生在训练中体验成功的喜悦。

教材习题详解

与教材同步，跟教学配合，讲析结合，具有很强的针对性和实用性。

遨游物理世界

精选与本节相关联的课外资料，拓宽学生的视野知识面，提升学生的综合素养。

本章知识能力提升平台

网络式再现每章知识模块的重点和衍生关系，帮助学生将书读薄。



学科王
www.xuekewang.com
全国中小学教育资源门户

一线名师的擂台 学生家长的帮手

"学科王"教学资源网五大秘籍

秘籍木 之独木不成林——试卷悬赏

1. 全国各省、市(州)、县(区)高三质量调研、统考、联考与一、二、三模考试卷(任一套全科,含答案),若被采用,可获得100~400元报酬;单科(含答案),若被采用,可获得20~40元报酬。
2. 高考结束5天内,本省高考全真试卷(全科,含答案),若被采用,可获得100~400元报酬;单科(含答案),若被采用,可获得20~40元报酬。
3. 原创“自命题”和“改编题”(含解析和答案),一经采用,每道题可获得20~100元报酬。
4. 中考结束10天内,各地市或省中考试卷(全科,含答案),若被采用,可获得200~300元报酬;单科(含答案),若被采用,可获得20~30元报酬。
5. 学期末,将本校小学、初中、高中原创单元卷、月考卷、期中卷、期末卷、专题复习卷收集齐全并在下学期开学前邮寄至“学科王”教学资源网,一经采用,可获得如下报酬:
 - (1) 一校全年级、全学科(含答案),可获得3000~6000元报酬;
 - (2) 一校全年级、单学科(含答案),可获得1000~2000元报酬;
 - (3) 一校全学科、一个年级(含答案),可获得1000~2000元报酬。

秘籍金 之金玉满堂来——赚遍网站

1. 上传资料赚点:上传教育资源至本站(含试卷、课时练习、课件、教案、讲义等),通过审核,均可获得相应点数。用户可凭点数在网上消费下载精品教学资料,或兑换现金。如是正在悬赏的资料,奖励将更加丰厚。
2. 资源纠错赚点:当您发现本站的资料重复或错误时,可在专门投诉区发帖,将资料重复或者资料错误的地址复制到您所发帖子里,并指出错因。经编辑核实后,您将获得网站送出的奖励积分。
3. “主题工作室”赚点:本站为有丰富教学资源 and 有志共享共建教学资源库的教师建立专门“工作室”,为您个性化开发定制专题页面,参与网站建设和资源收集,优先约请您主编或参与编写春雨教育集团的教辅图书。
4. 活跃用户赚点:本站为会员提供了大量的赚点方式,如:免费注册,注册就送积分;每日登陆也会有积分赠送;如向本站提出各种好建议并被采纳,更会有丰厚的积分奖励。本站同时对宣传“学科王”、推荐新人的会员进行积分奖励;还将组织各种定期或不定期的活动,幸运用户将有意外惊喜。
5. 积分兑换:1人民币元=10学科王智币=1000学科王积分,积分兑换成智币后,可用于网站下载试卷或兑换现金等。每满50元即可兑换,无上限,可随时申请要求支付。网站个人账户内的每次积分变动都将站内短消息形式进行通知。

秘籍水 之物以稀为贵——资源交换

作为教师,一方面手中有大量的稀缺教学资源,但同时又有很多自己想要的教学资源无法获取,怎么办?

本站专为教师提供了资源交换平台,教师可以将自己手中的资源拿来来进行悬赏,或直接进行交换,第一时间掌握各地教考进度和教学动态。

秘籍土 之积土以成山——互动答疑

1. 学生在学习遇到的问题家长无法解决,又不敢或无法请教老师;
2. 父母想为孩子请家教,可费用较高;
3. 听了很多学长的学习方法,就是找不到适合自己的;
4. 买了不少课外辅导书,可不会做的题还是有不少;
5. 想通过帮助他人解决学习疑难问题以获得快乐体验和智慧成长,但不怎么有机会;
6. 教师想通过讨论教学难点、热点,认识更多“教学和教研能手”,但没有合适的平台。

遇到上述情况,您可求助“学科王”专门开发的免费“互动答疑”平台。无论帮助他人或寻求帮助,您都会有意想不到的收获!

秘籍火 之行行出状元——成果出版

1. 收集一个地市小升初试卷(至少语、数两学科),且每学科试卷套数不低于18套;或只收集一个学科不低于18套试卷但有一定的包销量(≥ 3000 册),每学科可获得2000~2500元报酬。
2. 收集一个省小升初试卷至少语、数两学科,且每学科试卷套数不低于24套,涵盖全省60%以上地市(须含省会城市);或只收集一个学科不低于18套试卷但有一定的包销量(≥ 3000 册),每学科可获得2500~3000元报酬。
3. 地市命题的省,收集该省90%以上地市中考试卷(全科,含答案),可获得2000~3000元报酬。
4. 收集一个省地市统一命题的高考模拟试卷(一、二、三轮全科,含答案),且每学科试卷套数不低于20套,涵盖全省80%以上地市(须含省会城市);或收集某一学科不低于20套试卷但有一定包销量(≥ 3000 册),每学科可获得800~1200元报酬。

您还会获得的是:

1. 《小升初试卷精选》《中考试卷精选》《高考模拟试卷精选》等出版物的署名权。
2. 在吉林教育出版社主管的期刊《教师论坛》上发表论文的优先权,并可参加“1课3练杯”教育教学改革论文大奖赛。

“学科王”教学资源网: www.xuekewang.com 通讯地址:南京市鼓楼区中山北路88号建伟大厦17楼春雨教育集团 “学科王”教学资源网 收
邮 编:210009 电话:025-68801918 / 68801919 电子邮箱: xkw@xuekewang.com

目录

第一章 静电场

本章综合视窗	(1)
1 电荷及其守恒定律	
课标要求导航	(1)
教材知识详析	(1)
教材知识拓展	(2)
课标题型探究	(3)
知能提升训练	(4)
教材习题详解	(5)
遨游物理世界	(5)
2 库仑定律	
课标要求导航	(5)
教材知识详析	(5)
教材知识拓展	(6)
课标题型探究	(7)
知能提升训练	(8)
教材习题详解	(9)
遨游物理世界	(9)
3 电场强度	
课标要求导航	(10)
教材知识详析	(10)
教材知识拓展	(12)
课标题型探究	(13)
知能提升训练	(14)
教材习题详解	(15)
遨游物理世界	(16)
4 电势能和电势	
课标要求导航	(16)
教材知识详析	(16)
教材知识拓展	(18)
课标题型探究	(19)
知能提升训练	(20)
教材习题详解	(21)
遨游物理世界	(21)
5 电势差	
课标要求导航	(21)
教材知识详析	(21)
教材知识拓展	(22)
课标题型探究	(23)
知能提升训练	(23)
教材习题详解	(25)
遨游物理世界	(25)
6 电势差与电场强度的关系	
课标要求导航	(25)
教材知识详析	(25)
教材知识拓展	(26)
课标题型探究	(27)
知能提升训练	(27)
教材习题详解	(28)
遨游物理世界	(29)
7 静电现象的应用	
课标要求导航	(29)

教材知识详析	(29)
教材知识拓展	(30)
课标题型探究	(30)
知能提升训练	(31)
教材习题详解	(32)
遨游物理世界	(32)
8 电容器的电容	
课标要求导航	(32)
教材知识详析	(32)
教材知识拓展	(34)
课标题型探究	(35)
知能提升训练	(36)
教材习题详解	(37)
遨游物理世界	(37)
9 带电粒子在电场中的运动	
课标要求导航	(37)
教材知识详析	(37)
教材知识拓展	(39)
课标题型探究	(40)
知能提升训练	(41)
教材习题详解	(43)
遨游物理世界	(43)
本章知识、能力提升平台	(44)
第一章综合能力测评	(49)

第二章 恒定电流

本章综合视窗	(52)
1 电源和电流	
课标要求导航	(52)
教材知识详析	(52)
教材知识拓展	(53)
课标题型探究	(54)
知能提升训练	(55)
教材习题详解	(56)
遨游物理世界	(56)
2 电动势	
课标要求导航	(56)
教材知识详析	(56)
教材知识拓展	(57)
课标题型探究	(58)
知能提升训练	(58)
教材习题详解	(59)
遨游物理世界	(59)
3 欧姆定律	
课标要求导航	(59)
教材知识详析	(59)
教材知识拓展	(61)
课标题型探究	(62)
知能提升训练	(63)
教材习题详解	(64)
遨游物理世界	(65)
4 串联电路和并联电路	
课标要求导航	(65)



教材知识详析	(65)
教材知识拓展	(66)
课标题型探究	(69)
知能提升训练	(69)
教材习题详解	(71)
遨游物理世界	(71)
5 焦耳定律	
课标要求导航	(72)
教材知识详析	(72)
教材知识拓展	(73)
课标题型探究	(74)
知能提升训练	(74)
教材习题详解	(75)
遨游物理世界	(76)
6 导体的电阻	
课标要求导航	(76)
教材知识详析	(76)
教材知识拓展	(77)
课标题型探究	(78)
知能提升训练	(79)
教材习题详解	(80)
遨游物理世界	(81)
7 闭合电路的欧姆定律	
课标要求导航	(81)
教材知识详析	(81)
教材知识拓展	(83)
课标题型探究	(84)
知能提升训练	(85)
教材习题详解	(87)
遨游物理世界	(87)
8 多用电表的原理	
9 实验:练习使用多用电表	
课标要求导航	(87)
教材知识详析	(87)
教材知识拓展	(90)
课标题型探究	(90)
知能提升训练	(91)
教材习题详解	(93)
遨游物理世界	(93)
10 实验:测定电池的电动势和内阻	
课标要求导航	(93)
教材知识详析	(93)
教材知识拓展	(95)
课标题型探究	(97)
知能提升训练	(98)
教材习题详解	(100)
遨游物理世界	(101)
11 简单的逻辑电路	
课标要求导航	(101)
教材知识详析	(101)
教材知识拓展	(102)
课标题型探究	(104)
知能提升训练	(104)
教材习题详解	(106)
遨游物理世界	(106)

本章知识、能力提升平台	(107)
第二章综合能力测评	(112)

第三章 磁场

本章综合视窗	(115)
1 磁现象和磁场	
课标要求导航	(115)
教材知识详析	(115)
教材知识拓展	(116)
课标题型探究	(116)
知能提升训练	(117)
教材习题详解	(117)
遨游物理世界	(117)
2 磁感应强度	
课标要求导航	(118)
教材知识详析	(118)
教材知识拓展	(118)
课标题型探究	(119)
知能提升训练	(119)
教材习题详解	(120)
遨游物理世界	(120)
3 几种常见的磁场	
课标要求导航	(120)
教材知识详析	(120)
教材知识拓展	(121)
课标题型探究	(123)
知能提升训练	(124)
教材习题详解	(124)
遨游物理世界	(124)
4 通电导线在磁场中受到的力	
课标要求导航	(125)
教材知识详析	(125)
教材知识拓展	(125)
课标题型探究	(127)
知能提升训练	(128)
教材习题详解	(129)
遨游物理世界	(130)
5 运动电荷在磁场中受到的力	
课标要求导航	(130)
教材知识详析	(130)
教材知识拓展	(132)
课标题型探究	(133)
知能提升训练	(134)
教材习题详解	(135)
遨游物理世界	(135)
6 带电粒子在匀强磁场中的运动	
课标要求导航	(136)
教材知识详析	(136)
教材知识拓展	(137)
课标题型探究	(139)
知能提升训练	(140)
教材习题详解	(142)
遨游物理世界	(142)
本章知识、能力提升平台	(143)
第三章综合能力测评	(148)



第一章

静电场

本章综合视窗

情境导入

电,看不见、摸不着,却有趣有用,它是那样的神奇和耐人寻味.电是什么?我们该如何认识它?从这章开始,将带你到璀璨的电世界,聆听来自电世界的天籁之音.本章将学习:

专题一 电场线和等势面

重点:会用电场线和等势面描述电场的性质,判断场强的大小和电势的高低.

难点:根据带电粒子的运动轨迹分析场强大小和电势的高低.

专题二 点电荷的电场强度和电势分布

重点:能描述点电荷周围的电场强度和电势分布的特点.

难点:两个点电荷的电场叠加.

专题三 匀强电场中电势差与电场强度的关系

重点:会计算和分析匀强电场中电势差与电场强度的关系,能根据电势的分布计算场强的大小和方向.

难点:在非匀强电场中定性判断电势差与场强的关系.

专题四 电容器和电容

重点:能描述电容的概念,说出平行板电容器的电容的因素,会动态分析平行板电容器的两类问题.会分析带电粒子在平行板电容器里加速和偏转运动.

难点:带电粒子在电容器里受电场力的综合分析;带电粒子在交变电场中的运动.

专题五 带电物体在电场中的运动

重点:用动力学观点和能量的观点解决带电体在电场中的运动.

难点:圆周运动的临界分析;点电荷在非匀强电场里的运动.

方法指路

第1节:用分类比较的方法,区分三种起电方式.

第2节:采用类比法,通过质点类比点电荷、万有引力定律类比库仑定律,理解它们的应用条件.

第3节:采用类比法,把重力和重力场与电场力及电场类比,认识电场的力的性质.

第4节:采用类比法,可用重力做功与电场力做功类比,学习电场力做功和电势能的变化关系.

第5节:采用类比法,通过电势与高度类比、电势差与高度差类比,学习电场力做功与电势差的关系.

第6节:用比较分析法,通过电势差与场强的比较,学习它们之间的关系.

第7节:用反证法,证明和理解静电平衡状态的导体的带电特征.

第8节:采用类比法,把电容器与水容器类比,认识电容器的概念;采用比值定义法理解电容的概念;用控制变量法研究平行板电容器的电容.

第9节:用运动的合成和分解法,研究带电粒子的运动.

1 电荷及其守恒定律

课标要求导航

1. 了解摩擦起电和感应起电,知道元电荷
2. 了解静电现象及其在生活和生产中的应用
3. 认识电荷守恒定律,用原子结构和电荷守恒的知识分析静电现象

教材知识详析

要点一 两种电荷

1. 自然界只存在两种电荷:用丝绸摩擦过的玻璃棒带正电荷,用毛皮摩擦过的橡胶棒带负电荷.同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引.

2. 物质的电结构:原子由带正电的原子核和带负电的电子构成.通常情况下,原子中的正负电荷数量相等,因此呈现电中性(对外表现为不带电荷).

3. 自由电子:金属中存在大量可以自由移动的电子,因此金属容易导电.

4. 物体带电:现象:是指它能够吸引轻小物体.实质:物体由于受外界素的影响,使电子发生转移,原子内的电子数与质子数不相等.产生静电的原因:摩擦起电、感应起电、接触起电三种.可用验电器来检验物体是否带电.

顿有所悟 物体导电和带电是不一样的概念.

【案例1】 a, b, c, d 为4个带电小球,已知 a 吸引 d, b 排斥 c, c 排斥 a, d 吸引 b , 则().

- A. 仅有两个小球带同种电荷
- B. 仅有三个小球带同种电荷
- C. c, d 小球带同种电荷
- D. c, d 小球带异种电荷

【精析】 由 d 吸 a, d 吸 b 可知, a 与 b 带同种电荷, 且与 d 带异种电荷; 由 c 斥 a, c 斥 b 可知, c 与 a, b 带同种电荷, c 与 d 带异种电荷.

【解答】 B、D.

响尾蛇的尾巴与哨子有类似的构造.它的外壳不是金属,而是由坚硬的皮肤形成的角质轮,轮内的空腔又被角质膜隔成两个环状空泡.当响尾蛇剧烈摇动尾巴时,就像人吹哨子一样,空泡受空气的振动而发出声 n 音.

要点二 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,电荷的代数和总是保持不变的。

顿有所悟 带等量异种电荷的两金属球相接触,发生电荷中和,两球都不带电,这个过程中两球所带电荷的总量为零,并没有变化,电荷不是消灭了,也是守恒的。一个高能光子也可以产生一对正负电子,电荷的总量为零,没有变化,也是守恒的,并不是创造了电荷。

【案例 2】 原来甲、乙、丙三物体都不带电,今使甲、乙两物体相互摩擦后,乙物体再与丙物体接触,最后,得知甲物体带正电 $1.6 \times 10^{-15} \text{ C}$,丙物体带电 $8 \times 10^{-16} \text{ C}$ 。则对于最后乙、丙两物体的带电情况下列说法中正确的是()。

- A. 乙物体一定带有负电荷 $8 \times 10^{-16} \text{ C}$
- B. 乙物体可能带有负电荷 $2.4 \times 10^{-15} \text{ C}$
- C. 丙物体一定带有正电荷 $8 \times 10^{-16} \text{ C}$
- D. 丙物体一定带有负电荷 $8 \times 10^{-16} \text{ C}$

【精析】 由于甲、乙、丙原来都不带电,即都没有静电荷,甲、乙摩擦导致甲失去电子 $1.6 \times 10^{-15} \text{ C}$ 而带正电,乙物体得到电子而带 $1.6 \times 10^{-15} \text{ C}$ 的负电荷;乙物体与不带电的丙物体接触,从而使一部分负电荷转移到丙物体上,故可知乙、丙两物体都带负电荷,由电荷守恒可知乙最终所带负电的多少为 $1.6 \times 10^{-15} \text{ C} - 8 \times 10^{-16} \text{ C} = 8 \times 10^{-16} \text{ C}$,故 A、D 正确。

【解答】 A、D。

顿有所悟 无论是哪种起电方式,在起电的过程中,只存在电荷的转移,而并不能创生和消灭电荷,故应用电荷守恒定律是解此类问题的关键。摩擦起电的结果是两个物体最终带有等量异种电荷,而接触起电的结果是两物体最终带上同种电荷。

要点三 元电荷与比荷

1. 电荷的多少叫电荷量,国际单位制(SI制)中的单位:库仑,简称:库,单位符号:C。

2. 自然界中最小的电荷量叫做元电荷,它是一个电子或一个质子所带的电荷量的绝对值。

元电荷的符号及数值: $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$,最早由美国物理学家密立根通过实验测得。

3. 带电体所带电荷量只能是元电荷的整数倍。

4. 比荷:带电粒子所带电荷量与其质量的比值。

顿有所悟 元电荷并不是电子或质子,而是一个数量,体现了物质带电的不连续性。

【案例 3】 关于电荷量,下列说法错误的是()。

- A. 物体所带电荷量可以是任意值
- B. 物体所带电荷量只能是某些值
- C. 物体所带电荷量的最小值是 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
- D. 一个物体带 $1.6 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的正电荷,这是它失去了 1×10^{10} 个电子的缘故

【精析】 自然界最小电荷量就是电子所带的电荷量,这个最小电荷量叫做元电荷,表示为 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$,所有带电

体的电荷量都是 e 的整数倍。

【解答】 A。

教材知识拓展

拓展点 1 三种起电方式

	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)	电荷之间的相互排斥
实质	电子的转移		

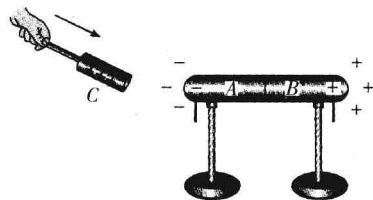
归纳整理 1. 摩擦起电:

(1)原子核中的质子不能脱离原子核而移动,转移的不可能是正电荷而是负电荷即电子,带正电的物体一定是失去了电子。

(2)同一物体分别与不同种类的物体摩擦,该物体所带电荷的种类可能不同,所以,不要以为摩擦过的玻璃棒总是带正电的。

2. 感应起电:只适用导体,因为只有导体中电子才可以自由移动,绝缘体中没有自由电子,不会发生感应起电。

【活动解答】 “演示实验”(教材 P₃):

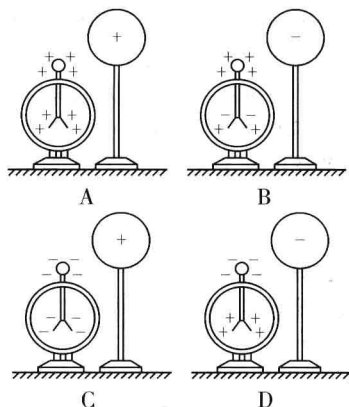


(1)把带正电荷的物体 C 移近导体 A,金属箔将张开,因为电荷间的相互排斥或吸引,两端出现异号电荷。

(2)把 A 和 B 先分开,然后移去 C(注意先后顺序),金属箔仍张开,但张角减小了。因为移去 C 后,积累在 A 端和 B 端的电荷将重新分布而分散掉。

(3)再让 A 和 B 接触,金属箔都闭合。因为 A 和 B 带等量异种电荷而中和了。

【案例 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。图中表示验电器上感应电荷的分布情况,正确的是()。



【精析】 带电的金属球靠近不带电的验电器时,在验电器上感应出电荷,验电器的顶端带上了正电荷,金属箔片带上了负电荷。

【解答】 B。

【归纳整理】 关于静电感应现象的理解及解题规律总结:

一个带电的物体靠近导体时,导体的电荷分布发生明显变化是因为电荷间相互吸引或排斥,导体中的自由电子便会趋向或远离带电体,靠近带电体的一端带异种电荷,远离带电体的另一端带同种电荷,因此导体的两端带上了等量的异种电荷。拿走带电体后,导体两端电荷中和,出现不带电状态。电荷的中和不能说电荷消失了,而是净电荷量为零。

3. 接触起电:一个物体带电时,电荷之间会相互排斥,如果接触另一个导体,电荷会转移到这个导体上。

【活动解答】 “做一做”(教材 P₃)

①检验是否带电:当带电体直接接触导体棒时,两片金属箔带同种电荷相互排斥而张开;

当带电体靠近导体棒,并不与其接触时,两片金属箔因静电感应都带了与带电体不同种的电荷而张开。两种方式都可以判断物体是否带电。

②检验电荷的种类:先使金属箔带上某种已知电荷,再将待测带电体靠近验电器的导体棒,根据金属箔张角的增减判断带电体电荷的种类。

拓展点2 接触起电时电荷量的分配

1. 净电荷量:对于多个带电体组成的系统,各个带电体所带电荷量的代数和。

2. 两个大小相同带电导体相互接触后,净电荷量平均分配。

【案例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 $Q_1=6.4\times 10^{-9}\text{ C}$, $Q_2=-3.2\times 10^{-9}\text{ C}$,让两绝缘金属小球接触,在接触过程中,电子如何转移?转移了多少个电子?

【精析】 正负电荷接触时,先中和再重新分配。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,

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

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为

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

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

【解答】 见精析。

【归纳整理】 接触起电时,两个物体最终的电荷分配很复杂,大多靠实验确定,但对完全相同的导体球相互接触后,可以确定电荷的分配。

(1)若带导体球和不带导体球接触,则电荷平分;

(2)若两个带同种电荷导体球接触,则总电荷平分;

(3)若两个带异种电荷导体球接触,则先中和再平分。

拓展点3 带电体间的相互作用

1. 带电体之间存在相互作用;带电体与轻小物体之间也存在相互作用(吸引)。不能忘记上述两种相互作用。

2. 涉及两类问题:根据物体的带电情况判断物体的受力情况;根据物体的受力情况判断物体的带电情况。

【案例3】 如图所示,挂在绝缘细线下的小轻质通草球,由于电荷的相互作用而靠近或远离,所以()。



- 图(a)中两球一定带异种电荷
- 图(b)中两球一定带同种电荷
- 图(a)中至少有一个带电
- 图(b)中两球至少有一个带电

【精析】 同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引。带电物体能吸引轻小物体,所以图(a)中两小球互相吸引,两球可以带异种电荷,也可能只有其中一个小球带电,而另一个小球不带电,而图(b)中两球互相排斥,必带同种电荷。

【解答】 B、C。

【案例4】 如图所示,在光滑绝缘的水平面上,放置两个相同的带电金属小球A、B,A带正电,电荷量为 Q ,B带负电,电荷量为 q ,已知 $Q>q$,两球从相隔一定距离的位置由静止开始释放,试分析两球释放后的运动情况。

【精析】 从释放开始到两球碰撞前,两球相向加速运动;碰撞时两球相互接触,静电荷量平分,使得两球带有等量同种电荷;碰撞后两球由于带同种电荷相互排斥而加速分离。

【解答】 释放后两球加速靠近;碰撞后两球加速分离。

【归纳整理】 带电体间的相互作用实质是一种静电力。

课标题型探究

综合应用题

【例1】 (拓展点1)现有一带负电的导体A,另有一不能分开的导体B,再也找不到其它的导体可供利用,你如何能使导体B带上正电?

【辨析】 因为A带负电,要使B带正电,如果用接触带电只能使B带负电,又不能用摩擦方法,所以只能用感应起电的方法才可以。由静电感应原理可知,要使B带电还需另外一块导体,但没有这块导体,实际上人体就是一块很好的导体,只要把A靠近B,用手摸一下B,拿开手,再拿开A,这样B就带上了正电。

【解答】 将A靠近B,再用手触摸B,把手拿开,移去A,B就带上正电。

【技法·规律】 人或大地是静电感应现象中的远端,而整个导体是静电感应现象中的近端,出现与带电体相异的电荷。

探究创新题

【例2】 (拓展点2)有三个完全一样的绝缘金属球,A球所带电荷量为Q,B、C不带电,现要使B球带有 $\frac{3}{8}Q$ 电荷量,应该怎么办?

【辨析】 由于金属球完全一样,所以两球接触分开后每个球上的电荷平均分配,要使B球带有 $\frac{3}{8}Q$ 电荷量,则可以采用两两接触分开的方法,例如把A与C接触分开,A、C各带 $\frac{1}{2}Q$ 电荷量,再把B与C接触分开,B、C各带 $\frac{1}{4}Q$ 电荷量,最后把A与B接触分开,这样B球就带 $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}Q + \frac{1}{4}Q) = \frac{3}{8}Q$ 电荷量。

【解答】 有多种方案:(1)A与C接触分开,B与C接触分开,B与A接触分开。(2)A与C接触分开,B与A接触分开,B与C接触分开。(3)A与B接触分开,A与C接触分开,B与C接触分开。(4)A与B接触分开,B与C接触分开,B与A接触分开。(5)A与B接触分开,A与C接触分开,B与A接触分开。

【技法·规律】 运用数学排列组合知识,第一次使用A球,第三次必须使用B球。

知能提升训练

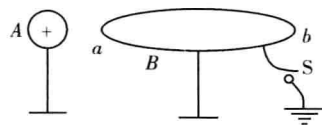
夯基固本

- (要点一)关于摩擦起电现象,下列说法中正确的是()。
 - 摩擦起电现象使本没有电子和质子的物体中产生了电子和质子
 - 两种不同材料的绝缘体互相摩擦后,同时带上等量异种电荷
 - 摩擦起电,可能是摩擦中导致质子从一个物体转移到了另一个物体而形成的
 - 丝绸摩擦玻璃棒时,电子从玻璃棒上转移到丝绸上,玻璃棒因质子数多于电子数而带正电
- (要点二)下列叙述正确的是()。
 - 摩擦起电是创造电荷的过程
 - 接触起电是电荷转移的过程
 - 玻璃棒无论和什么物体摩擦都会带正电
 - 带等量异种电荷的两个导体接触后,电荷会消失,这种现象叫电荷的湮灭

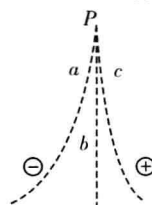
- (要点三)关于元电荷,下列说法中不正确的是()。
 - 元电荷实质上是指电子和质子本身
 - 所有带电体的电荷量一定等于元电荷的整数倍
 - 元电荷的值通常取 $e=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
 - 电荷量 e 的数值最早是由美国物理学家密立根用实验测得的
- (要点一)有一个质量很小的小球A,用绝缘细线悬挂着,当用毛皮摩擦过的硬橡胶棒B靠近它时,看到它们先互相吸引,接触后又互相排斥,则下列说法正确的是()。
 - 接触前,A、B一定带异种电荷
 - 接触前,A、B可能带异种电荷
 - 接触前,A球一定不带任何电荷
 - 接触后,A球一定带负电荷

综合应用

- (拓展点1)如图所示,放在绝缘支架上带正电的导体球A,靠近放在绝缘支架上不带电的导体B,导体B用导线经开关接地,现将S先合上再断开,再移走A,则导体B()。
 - 不带电
 - 带正电
 - 带负电
 - 不能确定

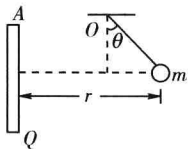


- (拓展点3)静电在各种产业和日常生活中有着重要的作用,如静电除尘、静电复印等。现有三个粒子a、b、c从P点向下射入由正、负电荷所在空间,它们的运动轨迹如图所示,则()。
 - a带负电荷,b带正电荷,c不带电荷
 - a带正电荷,b不带电荷,c带负电荷
 - a带负电荷,b不带电荷,c带正电荷
 - a带正电荷,b带负电荷,c不带电荷



- (拓展点1)把一个带电棒移近一个带正电的验电器,金箔先闭合而后又张开,说明棒上带的是()。
 - 正电荷
 - 负电荷
 - 可以是正电荷,也可以是负电荷
 - 带电棒上先带正电荷,后带负电荷
- (拓展点1)把一个带正电的金属球A跟不带电的同样的金属球B相碰,两球都带等量的正电荷,这是因为()。
 - A球的正电荷移到B球上
 - B球的负电荷移到A球上
 - A球的负电荷移到B球上
 - B球的正电荷移到A球上
- (拓展点2)有两个完全相同的绝缘金属球A、B,A球所带电荷量为q,B球所带电荷量为 $-q$,现要使A、B所带电荷量都为 $-\frac{q}{4}$,应该怎么办?

10. (要点三)有A、B两个物体经摩擦后,使B物体带上了 $2.4 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的正电荷,此过程中有_____个电子发生了转移,是_____转移的。
11. (拓展点3)如图所示,A为带负电的金属板,沿金属板的垂直平分线,在距板 r 处放一质量为 m ,电荷量为 q 的小球,小球受向右的作用力偏转 θ 角而静止,小球由绝缘细线悬挂于O点,试求金属板对小球的作用力为多大?



[参考答案与点拨]

1. B、D 2. B 3. A 4. B、D 5. C 6. B 7. B 8. B
9. 先用手接触一下A球,使A球上的正电荷导入大地,再将A、B接触一下,分开A、B,再用手接触一下A球,再将A、B接触一下再分开,这时A、B所带电荷量都是 $\frac{-q}{4}$ 。

10. 1.5×10^{13} 个 由B向A

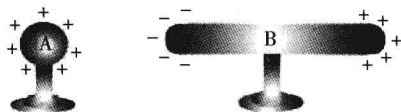
11. $mg \tan \theta$

教材习题详解

1. 答:在天气干燥的季节,脱掉外衣时,由于摩擦,外衣和身体各自带了等量、异号的电荷。接着用手去摸金属门把手时,身体放电,于是产生电击的感觉。

2. 答:由于A、B都是金属导体,可移动的电荷是自由电子,所以,A带上的是负电荷,这是电子由B移动到A的结果。其中,A得到的电子数为 $n = \frac{10^{-8}}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{10}$,与B失去的电子数相等。

3. 答:如图是此问题的示意图。导体B中的一部分自由电子受A的正电荷吸引会积聚在B的左端,右端会因失去电子而带正电。A对B左端的吸引力大于对右端的排斥力,A、B之间产生吸引力。



4. 答:此现象并不是说明制造出了永动机,也没有违背能量守恒定律。因为在把A、B分开的过程中要克服A、B之间的静电力做功。这是把机械能转化为电能的过程。

遨游物理世界

摩擦起的电在能导电的物体上可迅速流失,而在不导电的绝缘体如化纤、毛织物等物体上就静止不动形成静电,并聚集起来,当达到一定的电压时就产生放电现象,发出响声并放出火花。

在日常生活中,产生的静电压有时可高达数万伏。但是由于摩擦起电的时间极短,所产生的电流也很小,因而一般不会对人体造成生命危险。空气干燥、水分子少与导电性能差是产生静电的条件。

2 库仑定律

课标要求导航

- 了解点电荷的概念。通过点电荷概念的建立过程,体会建立理想化物理模型的方法。
- 通过实验探究影响电荷间相互作用力的因素,了解库仑定律的建立过程。
- 理解库仑定律,知道静电力常量,会用库仑定律进行有关计算。
- 通过静电力与万有引力的对比,体会自然规律的多样性与统一性。

教材知识详析

要点一 点电荷

- 点电荷是只有电荷量,没有大小、形状的理想化模型,实际中并不存在。
- 如果带电体间的距离比它们自身的大小大得多,以至于带电体的形状和大小对相互作用力的影响很小,就可以忽略形状、大小等次要因素,只保留对问题有关键作用的电荷量,这样的处理会使问题大为简化,对结果又没有太大的影响,这是物理学中常用的方法。
- 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。

4. 不能将点电荷和元电荷相混淆。

可以把带电体抽象为点电荷的两种情况:

①带电体的大小形状可以忽略;②均匀带电体,其电荷分布不受外界影响。

顿有所悟 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的因素有关,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,才可以简化研究的过程。

【案例1】 对点电荷的理解,你认为正确的是()。

- 体积很大的带电体都不能看作点电荷
- 只要是体积很小的带电体就能看作点电荷
- 只要是均匀的球形带电体,不管球的大小,都能被看作点电荷
- 当两个带电体的形状对它们的相互作用力的影响可忽略时,这两个带电体都能看作点电荷

【精析】 根据点电荷的概念,任何带电体都是在一定条件下才能看做是点电荷的,因此选D。

【解答】 D。

要点二 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。

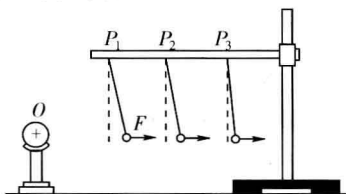
2. 公式: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. 式中 F 叫库仑力或静电力, 也叫电场力, 可以是引力, 也可以是斥力; r 为两点电荷间距离; q_1 、 q_2 分别为两点电荷所带的电荷量; $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 为静电力常量。

3. 适用条件: ①真空中(空气环境近似于真空); ②静止的点电荷。

4. 库仑定律与万有引力定律的比较

	万有引力定律	库仑定律
不同点	只有引力	既有引力又有斥力
	天体间表现明显	微观带电粒子间表现明显
都是场力	引力场	电场
公式	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
条件	两质点之间	两点电荷之间

【活动解答】“演示实验”(教材 P_5)



(1) 小球挂在 P_1 、 P_2 、 P_3 不同位置, 距离 O 越远, 丝线偏离竖直方向夹角越小, 说明小球所受作用力也越小。

(2) 使小球处于同一位置, 增大小球所带电荷量, 丝线偏离竖直方向夹角增大, 说明小球所受作用力也增大。

结论: 决定电荷间相互作用的因素:

(1) 两电荷间的距离: 电荷间相互作用力随电荷间距离增大而减小;

(2) 电荷量: 电荷间相互作用力随电荷量的增大而增大。

【案例 2】真空中有甲、乙两个点电荷, 相距为 r , 它们间的静电力为 F . 若甲的电荷量变为原来的 2 倍, 乙的电荷量变为原来的 $\frac{1}{3}$, 距离变为 $2r$, 则它们的静电力变为()。

- A. $\frac{3F}{8}$ B. $\frac{F}{6}$
C. $\frac{8F}{3}$ D. $\frac{2F}{3}$

【精析】根据题目给出条件: 真空中的点电荷, 符合库仑定律适用条件. 设原电荷量分别为 q_1 、 q_2 , 则 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 变化

$$\text{后静电力 } F' = k \frac{2q_1 \cdot \frac{1}{3}q_2}{(2r)^2} = \frac{1}{6} k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{6} F.$$

【解答】B.

教材知识拓展

拓展点 1 对库仑定律的进一步理解

1. 斥力与引力的判断。

在应用库仑定律计算库仑力时, 先计算库仑力的大小(电荷量的正负号不代入公式), 再通过同种电荷相斥、异种电荷相吸来判断是斥力还是引力。

2. 公式中各物理量单位要统一. 只有各物理量都采用国际单位, k 的数值才是 $9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。

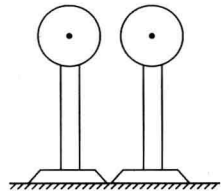
3. 对于两个均匀带电球体相距较远也可视为点电荷, 此时公式中的 r 应指两球体球心距离。

4. 适用条件(真空中的点电荷)的理解。

有人根据 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 推出当 $r \rightarrow 0$ 时, $F \rightarrow \infty$, 从数学角度分析似乎正确, 但从物理意义上分析, 这种看法是错误的, 因为当 $r \rightarrow 0$ 时, 两带电体已不能看做点电荷, 库仑定律及其公式不再适用, 不能成立了。

【案例 1】如图所示, 两个半径均为 r 的金属球放在绝缘支架上, 两球面最近距离为 r , 带等量异种电荷, 电荷量为 Q , 两球之间的静电力为下列选项中的()。

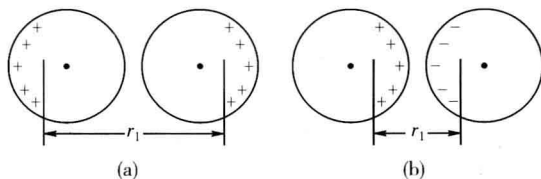
- A. $F = k \frac{Q^2}{9r^2}$
B. $F > k \frac{Q^2}{9r^2}$
C. $F < k \frac{Q^2}{9r^2}$
D. $F = k \frac{Q^2}{r^2}$



【精析】两球间的距离和球本身的大小差不多, 不符合简化为点电荷的条件. 因为库仑定律的公式计算只适用于点电荷, 所以不能用公式去计算. 我们可以根据电荷间的相互作用的规律来作一个定性分析, 由于两带电体带等量异种电荷, 电荷间相互吸引, 因此电荷在球上的分布不均匀, 会向正对的一面集中, 电荷间的距离就要比 $3r$ 小, 根据库仑定律, 静电力一定大于 $k \frac{Q^2}{9r^2}$, 电荷的吸引也不会使电荷全部集中在相距为 r 的两点上, 所以静电力也不等于 $k \frac{Q^2}{r^2}$, 所以选 B。

【解答】B.

【归纳整理】两个导体球半径为 r , 中心之间的距离为 $3r$, 带电量分别 q_1 、 q_2 , 则两球带同种电时 $F < k \frac{Q^2}{(3r)^2}$, 如图(a)所示, 两球带异种电荷时, $F > k \frac{Q^2}{(3r)^2}$, 如图(b)所示。



拓展点 2 库仑力的合成

空间有多个电荷时, 某电荷所受的库仑力合成遵守平行四边形定则。

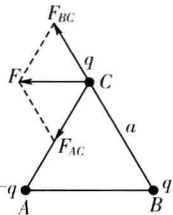
【案例 2】如图所示, 边长为 a 的正三角形 ABC , A 点放一电荷量为 $-q$ 的点电荷, B 、 C 两点各放一个电荷量为 q 的点电荷. 求 C 点处电荷所受力的方向和大小。

【精析】画出 C 点处电荷受到 A 、 B 处电荷的静电力



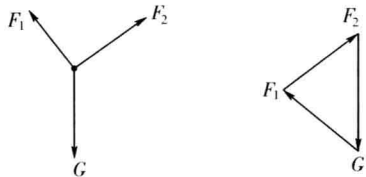
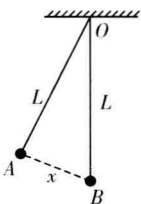
F_{AC} 、 F_{BC} ，分别求出A、B处电荷对C处电荷的库仑力的大小，然后利用力的合成法求出所受到的力。

【解答】 A、B对C的库仑力大小均为 $F_{AC}=F_{BC}=k\frac{q^2}{a^2}$ ，方向互成 120° （如图所示），故合力的大小 $F=k\frac{q^2}{a^2}$ ，方向平行于AB向左。



拓展点3 带电体的受力平衡

【案例3】 如图所示，A、B是带等量同种电荷的两小球，它们质量都是 m ，它们的绝缘轻悬线长都是 L ，悬线上端都固定在同一点O上，B球悬线竖直且被固定，A球因受库仑斥力而偏离B球 x 距离而平衡静止，此时A的悬线拉力为 F_2 ，现保持其他条件不变，用改变A球质量的方法，使A球在距B为 $\frac{x}{2}$ 处静止平衡，则A球悬线的拉力为多大？



【精析】 对A球进行受力分析，如左图所示，由共点力平衡条件可知：物体受 F_1 、 F_2 、 G 三个力作用而平衡，三个力必构成封闭三角形，如右图，且力的三角形和几何三角形相似，对应边成比例， $F_2:F_1=L:x$ ，当A球质量变化而使它在距B球 $\frac{x}{2}$ 处平衡时，同理可得： $F'_2:F'_1=L:(\frac{x}{2})$ ，又由库仑定律可知 $F'_1=4F_1$ ，所以 $F'_2=8F_2$ ，即A受悬线拉力为 $8F_2$ 。

【解答】 $8F_2$ 。

【归纳整理】 库仑力和重力、弹力、摩擦力等其他力相同，在分析有库仑力存在的物体受力情况时，力学中的一些规律、方法（如受力分析、共点力的平衡合力为零、三角形法则）仍然适用。

拓展点4 库仑定律与牛顿运动定律的综合

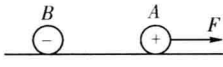
【案例4】 如图所示，带电小球A和B放在光滑绝缘水平面上，质量分别为 $m_A=2\text{ g}$ 、 $m_B=1\text{ g}$ ；所带电荷量 $q_1=q_2=10^{-7}\text{ C}$ ，A带正电，B带负电，现有水平向右的恒力 F 作用于A球，可使A、B一起向右运动，且保持间距 $d=0.1\text{ m}$ 不变，试问 F 多大？

【精析】 两球加速度相同，隔离B球，B球受重力、支持力和库仑力 $F_{\text{电}}$ 三个力作用，由牛顿第二定律， $F_{\text{电}}=m_B a$ 。①

把A、B看成整体，水平恒力 F 即其合外力，由牛顿第二定律得：

$$F=(m_A+m_B)a。 \quad ②$$

A、B相互吸引的库仑力 $F_{\text{电}}=k\frac{q_1 q_2}{d^2}=9\times 10^{-3}\text{ N}$ ，代入数据由①得 $a=9\text{ m/s}^2$ ，由②得 $F=2.7\times 10^{-2}\text{ N}$ 。



【解答】 $2.7\times 10^{-2}\text{ N}$ 。

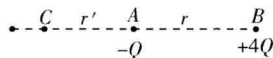
【归纳整理】 用牛顿运动定律处理带电体的运动时，采用的方法与以前相同，只是在受力分析时多了一个库仑力。

课标题型探究

综合应用题

【例1】（拓展点3）真空中相距 3 m 的光滑绝缘平面上，分别放置两个电荷量为 $-Q$ 、 $+4Q$ 的点电荷A、B，然后再在某一位置放置点电荷C，这时三个点电荷都处于平衡状态，求C的电荷量以及相对A的位置。

【精析】 三个点电荷中每个点电荷都处于平衡状态，由此可知，三个点电荷应位于同一条直线上，设 $-Q$ 、 $+4Q$ 如图放置，



为保证三个电荷都平衡，C应放在A、B延长线左侧，且C带正电，设为 q_c ，AB之间距离为 r ，AC之间距离为 r' ，则以A为研究对象，有 $k\frac{q_c Q}{r'^2}=k\frac{Q\cdot 4Q}{r^2}$ 。

以B为研究对象，有 $k\frac{q_c\cdot 4Q}{(r+r')^2}=k\frac{Q\cdot 4Q}{r^2}$ 。

以C为研究对象，有 $k\frac{q_c\cdot 4Q}{(r+r')^2}=k\frac{Q\cdot q_c}{r'^2}$ 。

由以上任意两个方程可得出 $q_c=4Q$ ， $r'=r=3\text{ m}$ 。

【解答】 C的电荷量为 $+4Q$ ，在A左侧 3 m 处。

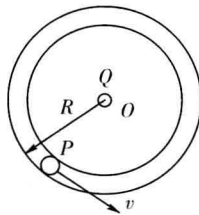
【探索·发现】（1）若将点电荷C拉离平衡位置一小位移 $x\ll r$ 后静止释放，试判断C能否回到平衡位置。（不能，因为该位置的左侧合力向左，右侧的合力向右。）

（2）若A、B都带正电，则C应放在AB连线上，且C应带何种电荷？（负电）

【技法·规律】 三个电荷在静电力作用下平衡的规律可总结为：①三个电荷必须在一条直线上；②位于中间的电荷量最小；③中间电荷与两侧异号；④中间电荷与电荷量较小的电荷较近即“三点共线，两同夹异，两大夹小，近小远大”。

探究创新题

【例2】 如图所示，在半径为 R 的光滑绝缘槽的圆心O处固定一个带正电且电荷量为 Q 的小球，圆槽中有一个带负电的小球P，可以在槽中自由滑动，其质量为 m ，电荷量为 q ，整个圆槽位于水平面内，当P在圆槽中以速度 v 做匀速圆周运动时，求P对轨道的压力。



【精析】 由于小球P与圆心O带异种电荷，所以P在槽中运动时，对轨道内外壁都可能压力（如果两球带同种电荷，则P只能对轨道外壁有压力，想一想这是为什么）。设P对轨道外壁压力大小为 F_N ，则： $F+F_N=m\frac{v^2}{R}$ 。①

$$F=k\frac{Qq}{R^2}。 \quad ②$$

①②联立求得：

$$F_N=m\frac{v^2}{R}-k\frac{Qq}{R^2}。$$

【解答】 P 对轨道的压力为: $m \frac{v^2}{R} - k \frac{Qq}{R^2}$.

【探索·发现】 讨论:

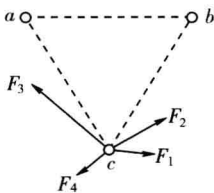
- (1) v 满足什么条件时, P 对轨道外壁有压力?
- (2) v 满足什么条件时, P 对轨道内壁有压力?
- (3) v 满足什么条件时, P 对轨道没有压力?

【技法·规律】 涉及库仑定律的力电综合问题一般有两类:一类是共点力的平衡,另一类是变速运动(包括匀变速直线运动和匀速圆周运动).库仑定律给出了两个点电荷的作用力的大小及方向,静电力毕竟也是一种力,同样遵从力的合成和分解法则,遵从牛顿定律等力学基本规律,当把整个系统作为一个研究对象,列平衡方程或动力学方程时系统内物体间的相互作用的静电力为内力,不予考虑,但研究系统内物体受力时不能漏掉静电力.

知能提升训练

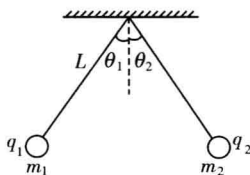
夯基固本

1. (要点一) 关于元电荷和点电荷,下列说法中正确的是 ().
A. 电子就是元电荷
B. 电子所带的电荷量就是元电荷
C. 电子一定是点电荷
D. 带电小球也可能是点电荷
2. (要点二) 设星球带负电,一带电粉尘悬浮在距星球表面 1 000 km 的地方,若将该电子粉尘带到距星球表面 2 000 km 的地方无初速释放,则此带电粉尘 ().
A. 向星球下落
B. 仍在原处悬浮
C. 推向太空
D. 无法判断
3. (拓展点 1) 将一定量电荷 Q , 分成电量为 q_1 、 q_2 的两个点电荷,为使这两个点电荷相距 r 时,它们之间有最大的相互作用力,则 q_1 值应为 ().
A. $\frac{Q}{2}$
B. $\frac{Q}{3}$
C. $\frac{3Q}{4}$
D. $\frac{4Q}{5}$
4. (拓展点 2) 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 所带电荷量的大小比 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 ().
A. F_1
B. F_2
C. F_3
D. F_4

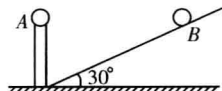
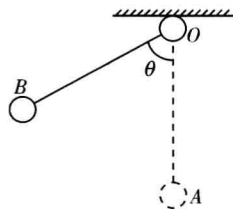
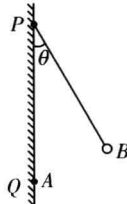
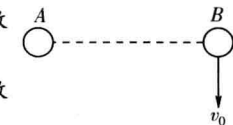


综合应用

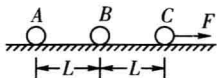
5. (拓展点 3) 两个质量分别为 m_1 、 m_2 的小球,各用长为 L 的丝线悬挂在同一点,当两球分别带同种电荷,且电荷量分别为 q_1 、 q_2 时,两丝线张开一定的角度 θ_1 、 θ_2 ,如图所示,则下列说法正确的是 ().



- A. 若 $m_1 > m_2$, 则 $\theta_1 > \theta_2$
- B. 若 $m_1 = m_2$, 则 $\theta_1 = \theta_2$
- C. 若 $m_1 < m_2$, 则 $\theta_1 > \theta_2$
- D. 若 $q_1 = q_2$, 则 $\theta_1 = \theta_2$
6. (拓展点 4) 如图所示,把一个带电小球 A 固定在光滑的水平绝缘桌面上,在桌面的另一处放置带电小球 B . 现给 B 一个沿垂直 AB 方向的速度 v_0 , B 球将 ().
A. 若 A 、 B 为异种电荷, B 球一定做圆周运动
B. 若 A 、 B 为异种电荷, B 球可能做加速度、速度均变小的曲线运动
C. 若 A 、 B 为同种电荷, B 球一定做远离 A 的变加速曲线运动
D. 若 A 、 B 为同种电荷, B 球的动能一定会减小
7. (拓展点 3) 如图所示,竖直绝缘墙壁上的 Q 处有一个固定的质点 A . 在 Q 的上方 P 点用丝线悬挂着另一个质点 B . A 、 B 两质点因带同种电荷而相斥,致使悬线与竖直方向成 θ 角,由于漏电使 A 、 B 两质点的带电荷量逐渐减少,在电荷漏完之前悬线对 P 点的拉力大小将 ().
A. 保持不变
B. 先变小后变大
C. 逐渐减小
D. 逐渐增大
8. (拓展点 3) 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 三个电荷只在静电力的作用下恰好都处于平衡状态. 试问: 点电荷 c 的性质是什么? 电荷量多大? 它放在什么地方?
9. (拓展点 4) 长为 L 的绝缘细线下系一带正电的小球,其带电荷量为 Q , 悬于 O 点, 如图所示. 当在 O 点另外固定一个正电荷时,如果球静止在 A 处,则细线拉力是重力 mg 的两倍. 现将球拉至图中 B 处 ($\theta = 60^\circ$), 放开球让它摆动, 求:
(1) 固定在 O 处的正电荷的带电量为多少?
(2) 摆球回到 A 处时悬线拉力为多少?
10. (拓展点 3) 如图所示, A 、 B 是两个带等量同种电荷的小球, A 固定在竖直放置的 10 cm 长的绝缘支杆上, B 静止于光滑绝缘的倾角为 30° 的斜面上, 且与 A 等高, 若 B 的质量为 $30\sqrt{3}$ g, 则 B 带电量是多少? (取 $g = 10$ m/s²)



11. (拓展点4) 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面上, 相邻球间的距离均为 L , A 球带电量 $q_A = +10q$; B 球带电量 $q_B = +q$. 若在 C 球上加一个水平向右的恒力 F , 如图所示, 要使三球能始终保持 L 的间距向右运动, 问外力 F 为多大? C 球带电性质是什么?



[参考答案与点拨]

1. B、D 2. B 3. A 4. B 5. B、C 6. B、C 7. A
8. c 带负电, 电荷量为 $\frac{q_1}{16}$, 放在 a 、 b 之间, 距离 a 电荷 30 cm 处.
9. (1) $\frac{mgL^2}{kQ}$ (2) $3mg$
10. 1.0×10^{-6} C
11. $\frac{70kq^2}{L^2}$ 负电荷

教材习题详解

1. 根据库仑的发现, 两个相同的带电金属球接触后所带的电荷量相等. 所以, 先把 A 球与 B 球接触, 此时 B 球带电 $\frac{q}{2}$; 再把 B 球与 C 球接触, 则 B、C 球分别带电 $\frac{q}{4}$; 最后, B 球再次与 A 球接触, B 球带电 $q_B = (\frac{q}{2} + \frac{q}{4}) \div 2 = \frac{3q}{8}$.

$$2. F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{e^2}{r^2} \\ = 9.0 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(10^{-15})^2} \text{ N} = 230.4 \text{ N}.$$

(注意: 原子核中的质子间的静电力, 可以使质子产生 $1.4 \times 10^{29} \text{ m/s}^2$ 的加速度)

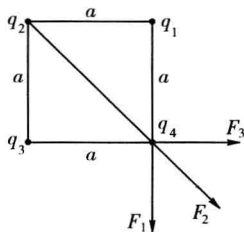
3. 设 A、B 两球的电荷量分别为 q 、 $-q$, 距离为 r , 则 $F = -k \frac{q^2}{r^2}$. 当用 C 接触 A 时, A 的电荷量变为 $q_A = \frac{q}{2}$, C 的电荷量也是 $q_C = \frac{q}{2}$; C 再与 B 接触后, B 的电荷量变为 $q_B = -q + \frac{q}{2} = -\frac{q}{2}$; 此时, A、B 间的静电力变为

$$F' = k \frac{q_A q_B}{r^2} = -k \frac{\frac{q}{2} \times \frac{q}{2}}{r^2} = -\frac{1}{8} k \frac{q^2}{r^2} = \frac{1}{8} F.$$

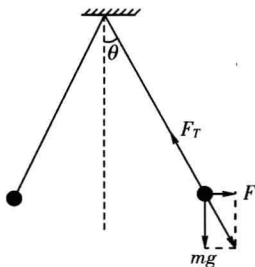
在此情况下, 若再使 A、B 间距离增大为原来的 2 倍, 则它们之间的静电力变为 $F'' = \frac{1}{2^2} F' = \frac{1}{32} F$.

4. 第四个点电荷受到其余三个点电荷的排斥力, 如图所示. q_4 共受三个力的作用, 由于 $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q$, 相互间的距离分别为 a 、 $\sqrt{2}a$ 、 a , 所以, $F_1 = F_3 = k \frac{q^2}{a^2}$, $F_2 = k \frac{q^2}{2a^2}$. 根据平

行四边形定则, 合力沿对角线的连线向外, 且大小是 $F = 2F_1 \cos 45^\circ + F_2 = \frac{2\sqrt{2}+1}{2} k \frac{q^2}{a^2}$. 由于对称性, 每个电荷受到其他三个电荷的静电力的合力的大小相等, 且都沿对角线的连线向外.



5. 带电小球受重力、静电斥力和线的拉力作用而平衡, 它的受力示意图如图所示.



静电斥力为:

$$F = mg \tan \theta, \tan \theta = \frac{5}{\sqrt{13^2 - 5^2}} = \frac{5}{12},$$

$$\text{又} \quad F = k \frac{q^2}{r^2} = mg \tan \theta,$$

$$q = r \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{k}} \\ = 0.1 \times \sqrt{\frac{0.6 \times 10^{-3} \times 10 \times \frac{5}{12}}{9.0 \times 10^9}} \text{ C} \\ = 5.3 \times 10^{-8} \text{ C}.$$

遨游物理世界

静电除尘技术

经济的高速发展, 意味着人们将越来越多的矿物资源转化为工业原材料和产品, 同时将越来越多的废弃物抛向大自然. 从工厂的烟囱中冒出的滚滚浓烟中就含有大量颗粒状粉尘, 它们严重污染了环境, 影响到作物的生长和人类的健康. 采用除尘技术以后, 从烟囱的排放物中, 再也看不到浓黑的烟雾了. 静电除尘是被人们公认的高效可靠的除尘技术. 利用高压产生的电场使空气发生电离, 形成大量的正离子和自由电子. 自由电子随电场向正极飘移, 在飘移的过程中和尘埃中的中性分子或颗粒发生碰撞, 这些粉尘颗粒吸附电子以后就成了电荷粒子, 这样就使原来中性的尘埃带上了负电. 在电场的作用下, 这些带负电的尘埃颗粒继续向正极运动, 并最后附着在集电极上. 当尘埃积聚到一定程度时, 通过振动装置, 尘埃颗粒就落入灰斗中.

3 电场强度

课标要求导航

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,根据电场强度定义式进行计算.
3. 认识匀强电场和点电荷的电场,能根据场强的叠加判断场强的大小和方向.
4. 知道什么是电场线,会用电场线描述电场,了解常见电场的电场线分布.

教材知识详析

要点一 电场

定义:电场是电荷周围存在的一种特殊物质,它是传递电荷间相互作用的媒介.

电场的基本特性是对放入其中的电荷有力的作用,这种力叫电场力.电荷间的相互作用就是通过电场发生的.

电场是一种特殊物质,并非由分子、原子组成,但却是客观存在的,它同样具有能量、质量和速度.

【案例 1】 下列说法正确的是().

- A. 只要有电荷存在,电荷周围就一定存在着电场
- B. 电场是一种物质,它与其他物质一样,是不依赖我们的感觉而客观存在的东西
- C. 电荷间的相互作用通过电场而产生,电场最基本的特征是对处在它里面的电荷有力的作用
- D. 电场是人为设想出来的,其实并不存在

【精析】 一般来说物质有两种形式,一种是以实物的形式存在,一种是以场的形式存在,如重力场、磁场.电场是电荷周围存在的一种特殊物质,电场对放入其中的电荷有力的作用,这种力叫电场力,电荷间的相互作用是通过电场发生的.

【解答】 A、B、C.

要点二 电场强度

(一)试探电荷与场源电荷

1. 用来检验电场是否存在及其强弱分布的电荷,称为试探电荷(检验电荷),形成电场的电荷称为场源电荷.

2. 对试探电荷的两点理解:

(1)电荷量和尺寸必须充分小,放入试探电荷后不引起原电场的变化;

(2)试探电荷有电荷量,但忽略它产生的电场.

(二)电场强度

1. 定义:放入电场中某点的电荷所受的电场力 F 与它所带的电荷量 q 的比值,叫做该点的电场强度,简称场强.

2. 定义式: $E = \frac{F}{q}$.

此定义式适用于一切电场,而且要注意,电场中某点的电场强度 E 既与 q 无关,也与 F 无关,电场强度是只由电场本身性质决定的物理量.

3. 单位:国际单位为 N/C 或 V/m , $1 \text{ N/C} = 1 \text{ V/m}$.

4. 方向:电场强度是矢量,规定放在电场中某点的正电荷所受电场力的方向就是该点电场强度的方向,电场强度的方向与放在该点的负电荷所受电场力的方向相反.

【案例 2】 一检验电荷 $q = 4 \times 10^{-9} \text{ C}$,在电场中 P 点受到的电场力 $F = 6 \times 10^{-7} \text{ N}$,求:

(1) P 点的场强;

(2) 没有检验电荷时 P 点的场强;

(3) 放一电荷量为 $q' = 1.2 \times 10^{-6} \text{ C}$ 电荷在 P 点,受到的电场力 F' 多大?

【精析】 P 点的场强由场源电荷和该点位置决定,与其他无关.检验电荷只是起到测量该点场强的作用.

$$(1) E = \frac{F}{q} = \frac{6 \times 10^{-7} \text{ N}}{4 \times 10^{-9} \text{ C}} = 1.5 \times 10^2 \text{ N/C}.$$

(2) 场强大小跟检验电荷无关,所以 P 点场强仍是 $1.5 \times 10^2 \text{ N/C}$.

$$(3) F' = q'E = 1.2 \times 10^{-6} \times 1.5 \times 10^2 \text{ N} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ N}.$$

【解答】 见精析

顿有所悟

(1) 对电场强度定义式的理解一定要从物理意义上理解,而不能从数学关系上理解,不然容易出现电场强度随所放电荷带电量变化,或随所放电荷的电场力变化而变化的错误理解.

(2) 把电场强度定义式变形为 $F = qE$,可以用来计算电荷 q 放入电场 E 中受到的电场力的大小,电场力的大小与电荷量和电场强度有关,电场力的方向与电场强度方向和电荷的正负共同决定.正电荷受电场力的方向与电场方向相同,负电荷受电场力方向与电场方向相反.

要点三 点电荷的电场、场强的叠加

(一)点电荷的电场

1. 公式: $E = k \frac{Q}{r^2}$. (决定式,适用于真空中静止的点电荷形成的电场,其中 Q 为场源电荷的电荷量)

2. 方向:如果以 Q 为中心, r 为半径作一球面,则球面上各点的电场强度大小相等,但方向不同.当 Q 为正电荷时, E 的方向沿半径向外;当 Q 为负电荷时, E 的方向沿半径向内.

3. 均匀带电球体在某点的场强可用此公式计算, r 为球心到该点的距离.

(二)电场强度的叠加

若空间有几个点电荷,则它们各自产生的电场相互叠加形成合电场,空间某点的场强等于各个点电荷单独存在时的场强的矢量和,矢量和的计算遵守矢量平行四边形定则.

不难想象,一个连续的带电体可以看成无数点电荷组成的,它周围某点的场强是带电体上各点的电荷单独存在时的场强的矢量和.

【案例 3】 如图所示,真空中带电荷量分别为 $+Q$ 和 $-Q$ 的点电荷 A 、 B 相距 r ,求:

