



# 新教材

① XINJIAOCAI WANQUANJIEDU ②

# 完全解读



YZLI0890161273

与最新教材完全同步  
重点难点详尽解读

## 物理

高中（选修1-1）

主 编：赵红梅  
本册主编：祝法玉 张险峰 任宏亮

吉林人民出版社





# 新教材

XINJIAOCAIWANQUANJIEDU

# 完全解读

与最新教材完全同步  
重点难点完全解读



# 物理

新课标·人  
高中(选修1-1)

主 编：赵红梅  
 本册主编：祝法玉 张险峰 任宏亮  
 副主编：陈 岩  
 编 者：管玉华 段建英 王爱花 田根涛 崔正全  
           刘春生 董贤磊 王玉娇 刘 昌 李本科  
           董 哲 张 婷



YZLI0890161273

吉林人民出版社



## 图书在版编目(CIP)数据

新教材完全解读:人教版·高中物理·1—1:选修/赵红梅主编. —长春:吉林人民出版社,2009.8

ISBN 978 - 7 - 206 - 06221-6

I. 新… II. 赵… 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(2009)第 117170 号

策 划:吉林人民出版社综合编辑部策划室

执行策划:罗明珠 安中飞

## 新教材完全解读·高中物理选修 1—1 新课标(人)

吉林人民出版社出版发行(中国·长春人民大街 7548 号 邮政编码:130022)

网址:www.zigengguoji.com 电话:0431-85202911

主 编	赵红梅	本册主编	祝法玉	张险峰	任宏亮
责任编辑	张长平	王胜利	封面设计	魏 晋	薛雯丹
责任校对	王 晖	孙立波	张 乐	版式设计	邢 程

印刷:北京市梓耕印刷有限公司

开本:880×1230 1/32

印张:36 字数:1040 千字

标准书号:ISBN 978 - 7 - 206 - 06221-6

2011 年 3 月第 2 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

全套定价:67.20 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂联系调换。联系电话:(010)89579201  
图书质量反馈电话:(0431)85202911 售书热线:(010)85710890

# 新教材·完全解读

## 亮点展示

《新教材完全解读》自出版以来,就深受广大师生的好评,一直畅销全国。今年在保持总体风格不变的前提下,对图书品质进行了精心的打造和全面的提升,使其真正达到更新、更准、更细、更实用。修订后的物理学科具有七大亮点——

### 亮点 1 完全与教材同步,核心知识深入解读。

完全与教材同步,以每个知识点为讲解元素,结合【知识拓展】、【释疑解难】、【规律方法小结】、【探究实验】、【教材栏目】、【物理与生活】等栏目设计,突破重点,化解难点,诠释疑点,核心解读,精、准、全、透。

教材解读	精华要义	
○ 解读教材知识点	<b>知识点1 电荷</b> 重点:掌握 自然界中只有两种电荷,即正电荷和负电荷,同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引。	深化知识的内涵和外延
○ 开拓视野,拓展思维	<b>知识拓展</b> 由于同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引,在静电感应时,带电体吸引轻小物体,排斥重物体。 <b>物理与生活</b> 泡沫塑料摩擦玻璃棒,使玻璃棒带上电,带电的玻璃棒吸引小纸片。	提炼规律,总结方法
○ 精讲实验,深入探究	<b>探究实验</b> 【提出问题】(1)通过学习我们知道了静电感应以及感应起电,那么感应起电的本质,实质是什么? <b>实验目的</b> 【实验】取一对用绝缘柱支撑的导体A和B,使它们彼此接触,起初它们不带电,当C移近A时,由于静电感应,电子移到A,而使A, B带上异种电荷。 <b>现象</b> 两种比较典型的摩擦起电现象。 毛织:— 毛织摩擦玻璃棒,玻璃棒带正电;— 毛织摩擦橡胶棒,橡胶棒带负电。	解释疑点、难点

### 亮点 2 例题归类全面精准,规律方法及时总结。

紧扣教材知识,按照考查点准确归类,精准解读典型例题,透彻分析解题思路,适时总结规律方法,优化解题思维,培养创新意识,提升实践能力。

#### 典例剖析

##### 考查点1:摩擦起电

- 【例1】关于摩擦起电现象,下列说法正确的是 ( )
- 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
  - C. 摩擦起电,可能是因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
  - D. 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显示带正电

【分析】摩擦起电实质是由于两个物体的原子核对核外电子的约束能力不同,因而电子可以在物体间转移,若一个物体失去电子……故正确答案为BD。

【解题策略】在分析摩擦起电现象时,要抓住其本质和规律,它只是通过物理的方法使电荷重新分布,并没有创造或消灭电荷。

### 亮点 3 化解疑难易错,警示思维误区。

全面解析学习过程中的易错点、疑难点,明确思路转折点,释疑解惑,纠错反思,弥补疏漏,使学习效果日臻完善。

#### 易错疑难辨析

**易错点** 误认为只有带电体之间才有相互作用

【易错点解读】用数学公式表述物理规律时,有它的成立条件和适用范围

【例1】A、B、C三个塑料小球,A和B、B和C、C和A之间都是相互吸引的,如果A带正电,则 ( )

- A. B、C都带负电
- B. B带负电,C带正电
- C. B、C两球中必有一个带负电,另一个不带电

## 亮点 4 把握高考命题动向, 体现地域化考试特点。

明确高考重点、难点、热点问题, 科学预测命题趋势, 配合各版本教材的不同特点, 精选各地高考名题, 突显区域化的考试特点, 并进行细致入微的讲解和点评, 运筹帷幄, 决胜千里, 提高应试能力。

### 高考解读

点击高考

#### 高考命题总结与展望

本节知识是电场的基本知识, 简单介绍了两种电荷及电荷守……

#### 高考真题解读与预测

**例 1** (高考真题) 用与丝绸摩擦过的玻璃棒接触不带电的验电器的金属球后, 验电器的金属箔片张开, 则下列说法正确的是 ( )

- A. 金属箔片带正电荷
- B. 金属箔片带负电荷
- C. 部分电子由金属球转移到玻璃棒上

## 亮点 5 教材课后习题, 答案全解全析。

与教材同步, 跟教学配合, 全面解读教材习题, 讲析结合, 详略得当, 启发多角度思维, 精准点拨解题思路, 具有很强的针对性、实用性。

### 习题全解

课本习题

#### >>> 问题与练习

1. 解: 在天气干燥的时候, 脱掉外衣时, 由于摩擦, 外衣和身体都带了电, 用手去摸金属门把手时, 身体放电, 于是产生电击的感觉。 2. A、B 是金属导体, 可移动的电荷是自由电子, 由于 A 上带的是负电荷, 所以是电子由 B 转移到 A, A 得到的……

## 亮点 6 系统整合知识, 突破热点专题。

在细致讲练的基础上, 归纳、总结出综合性、创新性、能力性更强的问题、方法、题型, 以专题的形式专项讲解, 拓展突破。

### 专题总结及应用

#### 一、规律方法专题

##### 专题 1 求场强四个办法的比较

【专题解读】(1)  $E = \frac{F}{q}$  是定义式, 适用于任何电场,  $E$  与  $F$  ……

**例 1** 如图 1-205 所示, 有一个水平方向的匀强电场, 场强为  $9 \times 10^3 \text{ V/m}$ , 在电场内一个水平面上做半径为 10 cm 的圆, 圆周……

- (1) A、B 两点间的电势差。
- (2) C 点电场强度的大小和方向。

【分析】(1) 对点电荷产生的电场来说, A 和 B 正处于它的……

## 亮点 7 体现资料性、趣味性, 开拓视野。

每节内容均采用了集知识性和趣味性于一体的材料揭示主题, 提出问题, 使知识形象化, 促进理解, 引起思考, 配合【趣味物理】栏目的设置, 使学习更有趣、更主动、更轻松。

### 趣味物理

#### 奇妙的生物电源

在印度南部, 有一种奇怪的发电树, 倘若人们从它的身边经过, 不小心碰到它的枝干, 会立刻感到电流通过你的肌体。原来这种树有发电和蓄电的本领, 它所带电荷量随时间而变化, 中午电力最强, 半夜电力较弱。在阳光强烈的中午产生的电流, 经半导体收音机供电, 被当地居民誉为“绿色阳光电池”。  
不只是植物能发电, 动物带电就更多了, 章鱼有一个奇怪的本领, 当遭到两它很远的時候, 它就跳开了。原来, 它的身上长着……





# 梓耕寄语

## 爱读书，善读书

读书是一种乐趣。“闲来无事常读书”，能够静静地、不受惊扰地沉入到书的世界，是一种快乐的享受。事实上，也只有书，才能让人游离出现实的烦恼和羁绊，天马行空，神游八方，纵跨古今，横跃东西。

古人就有“博百家所长，为我所用”的读书情怀。只要忙里偷闲，拥卷在手，就可以给心灵放假。凭着一腔怡然和恬淡的情怀，开始精神的遨游，实在是生活中十分惬意和快乐的事情。

读书更要善于选择。读书说起来简单，但要善于选择、善于思考、明辨是非、知所适从。读一本好书，让我们得以明净如水，开阔视野，丰富阅历，益于人生；读一本好书，可以给身心以滋补和调养，缓解思想的困顿和迷茫，洗去久居世事的尘埃和污垢，让心境超然物外，从而忘却诸多的纠缠和烦扰，心灵便有了一份宁静的依托、归属和安慰。

读书其实也是在读人，读人品、读情趣，是一个人在同另一个人、另一些人的思想和情趣进行沟通和交流，就像条条小溪汇成大海，让书中的点点滴滴、丝丝缕缕，如同涓涓细流，流淌到自己的心底，弥漫和浸染心扉。所以，读书不但是生活的一种享受，也是生命的一种安慰，更是心灵的一种需要！



# 目 录

## CONTENTS

### 第1章 电场 电流

<b>本章视点</b> .....	1
<b>第1节 电荷 库仑定律</b>	
新课导读 .....	2
教材解读 .....	2
典例剖析 .....	6
课堂小结 .....	9
习题全解 .....	9
自我评价 .....	10
<b>第2节 电 场</b>	
新课导读 .....	12
教材解读 .....	12
典例剖析 .....	16
课堂小结 .....	19
习题全解 .....	19
自我评价 .....	20
<b>第3节 生活中的静电现象</b>	
新课导读 .....	22
教材解读 .....	23
典例剖析 .....	26
课堂小结 .....	27
习题全解 .....	27
自我评价 .....	28
<b>第4节 电容器</b>	
新课导读 .....	29
教材解读 .....	29
典例剖析 .....	31
课堂小结 .....	31
习题全解 .....	31
自我评价 .....	32
<b>第5节 电流和电源</b>	
新课导读 .....	33
教材解读 .....	33
典例剖析 .....	36
课堂小结 .....	38
习题全解 .....	38
自我评价 .....	39
<b>第6节 电流的热效应</b>	
新课导读 .....	41
教材解读 .....	41
典例剖析 .....	43

课堂小结 .....	44
习题全解 .....	44
自我评价 .....	44
章末总结 .....	47
本章综合评价 .....	48

### 第2章 磁 场

<b>本章视点</b> .....	52
<b>第1节 指南针与远洋航海</b>	
新课导读 .....	53
教材解读 .....	53
典例剖析 .....	55
课堂小结 .....	56
自我评价 .....	57
<b>第2节 电流的磁场</b>	
新课导读 .....	59
教材解读 .....	59
典例剖析 .....	61
课堂小结 .....	65
习题全解 .....	65
自我评价 .....	65
<b>第3节 磁场对通电导线的作用</b>	
新课导读 .....	67
教材解读 .....	68
典例剖析 .....	71
课堂小结 .....	74
习题全解 .....	75
自我评价 .....	75
<b>第4节 磁场对运动电荷的作用</b>	
新课导读 .....	78
教材解读 .....	78
典例剖析 .....	80
课堂小结 .....	81
习题全解 .....	81
自我评价 .....	82
<b>第5节 磁性材料</b>	
新课导读 .....	83
教材解读 .....	84
典例剖析 .....	86
课堂小结 .....	86
习题全解 .....	86

自我评价 .....	87
章末总结 .....	88
本章综合评价 .....	88

### 第3章 电磁感应

<b>本章视点</b> .....	92
<b>第1节 电磁感应现象</b>	
新课导读 .....	93
教材解读 .....	93
典例剖析 .....	99
课堂小结 .....	101
习题全解 .....	102
自我评价 .....	102
<b>第2节 法拉第电磁感应定律</b>	
新课导读 .....	105
教材解读 .....	106
典例剖析 .....	107
课堂小结 .....	110
习题全解 .....	111
自我评价 .....	111
<b>第3节 交变电流</b>	
新课导读 .....	113
教材解读 .....	114
典例剖析 .....	118
课堂小结 .....	121
习题全解 .....	121
自我评价 .....	122
<b>第4节 变压器</b>	
新课导读 .....	125
教材解读 .....	126
典例剖析 .....	129
课堂小结 .....	133
习题全解 .....	133
自我评价 .....	133
<b>第5节 高压输电</b>	
新课导读 .....	137
教材解读 .....	137
典例剖析 .....	140
课堂小结 .....	143
习题全解 .....	143
自我评价 .....	143
<b>第6节 自感现象 涡流</b>	
<b>第7节 课题研究:电在我家中(略)</b>	
新课导读 .....	146
教材解读 .....	146

典例剖析 .....	149
课堂小结 .....	154
习题全解 .....	154
自我评价 .....	155
章末总结 .....	157
本章综合评价 .....	160

### 第4章 电磁波及其应用

<b>本章视点</b> .....	165
<b>第1节 电磁波的发现</b>	
新课导读 .....	166
教材解读 .....	166
典例剖析 .....	168
课堂小结 .....	170
习题全解 .....	170
自我评价 .....	171
<b>第2节 电磁波谱</b>	
新课导读 .....	172
教材解读 .....	172
典例剖析 .....	176
课堂小结 .....	180
习题全解 .....	180
自我评价 .....	180
<b>第3节 电磁波的发射和接收</b>	
新课导读 .....	182
教材解读 .....	182
典例剖析 .....	186
课堂小结 .....	188
习题全解 .....	188
自我评价 .....	189
<b>第4节 信息化社会</b>	
<b>第5节 课题研究:社会生活中的电磁波(略)</b>	
新课导读 .....	190
教材解读 .....	190
典例剖析 .....	196
课堂小结 .....	201
习题全解 .....	201
自我评价 .....	202
章末总结 .....	205
本章综合评价 .....	206

<b>期中学习评价</b> .....	209
<b>期末学习评价</b> .....	213



# 电场 电流

## 本章视点

### 视点1 本章概述

本章包括两个重要内容:电场和电流.为学习电场,依次介绍了电荷及其产生、电荷间的相互作用、电场的性质与描述、电荷的储存——电容器.为学习电流,介绍了电源的特性与作用、电流的形成及描述、电流的热效应等有关问题.

关于电荷及其产生,介绍了物体带电的本质和摩擦起电、感应起电方法和起电过程遵循的规律——电荷守恒定律;关于电荷间的相互作用,介绍了库仑力及库仑定律;关于电场的描述,介绍了电场强度和电场线;关于电荷的储存,介绍了电容器的结构、描述电容器特性的物理量——电容、电容器的充电与放电;关于电流,介绍了电源的作用、电流的描述、电流热效应的规律——焦耳定律.

本章内容是高中阶段电学内容的开始,也是高中阶段基础的内容之一.它既是电磁学知识的基础,又是光学等其他物理学知识的重要基础;是高考的必考内容,也是学业水平考试的必考内容.

本章的重要概念有:电场强度、点电荷、元电荷、电容、电流、电动势.

本章的重要规律有:库仑定律、电荷守恒定律、焦耳定律.

### 视点2 本章学习重难点

**【本章重点】** 库仑定律、电场强度、电场线、电容器、电荷守恒定律、焦耳定律.

**【本章难点】** 点电荷、感应起电.

1

2

3

4

期中

期末

# 第 1 节 电荷 库仑定律

## 新课导读

### 情境引入

**生活链接** 静电是一种常见的现象,比如用毛皮摩擦过的塑料棒能吸引小纸屑,冬春季节脱化纤衣服时会产生电火花等。

## 教材解读

### 精华要义

### 知识点 1 两种电荷 重点:掌握

自然界中只有两种电荷,即正电荷和负电荷.规定:用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷为正电荷,用毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷为负电荷.同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引.

**知识拓展** 带电物体因带电对靠近它的小物体中的电子有吸引力或排斥力,即使轻小物体是绝缘体,也会由于电介质极化,使轻小物体上靠近带电体的一端显示出与带电体相异的电性,远离一端显示出与带电体相同的电性,这样,带电体对异种电荷的吸引力大于对同种电荷的排斥力,从而能吸引轻小物体.

### 知识点 2 摩擦起电 重点:掌握

当两种不同材料的物体互相摩擦时,一些被束缚的能力弱的电子往往从一个物体转移到另一个物体,于是原来带电呈中性的物体由于得到电子而带负电,失去电子的物体则带正电.

摩擦起电时,电荷并没有凭空产生,其本质是:发生了电子的转移.用毛皮摩擦橡胶棒,电子从毛皮上转移到橡胶棒上,橡胶棒带负电,而毛皮失去了电子一定带正电,同样地可确定用丝绸摩擦玻璃棒时,丝绸带负电,玻璃棒带正电.

**知识拓展** (1)摩擦起电的条件:两种不同的物质组成的两物体相互摩擦.

(2)摩擦起电的实质:电子从一个物体转移到另一物体.

(3)摩擦起电的结果:得到电子的物体带负电,失去电子的物体带正电.

### 知识点 3 接触起电 难点:理解

一个物体带电时,其众电荷之间会相互排斥,如果再接触另一个导体,电荷会被排斥转移到这个导体上,使它带电,这种方式称为接触起电.

验电器和带电体接触时,正是因为接触起电,带电体上的一部分电荷转移到验电器上,使验电器的指针张开.

**知识拓展** (1)接触带电时,两个物体上最终的电荷量的分配很复杂,大多需要依靠实验才能确定,但有一种情况能确定电荷量的分配,即两个完全相同的导体球相



互接触后,两导体球把剩余的电荷量平分。

完全相同的两个金属球分别带有同种电荷,电荷量分别为  $Q_1$  和  $Q_2$ ,接触后各自的电荷量相等。

$$Q_1' = Q_2' = \frac{Q_1 + Q_2}{2}.$$

完全相同的两个金属球分别带异种电荷,电荷量分别为  $Q_1$  和  $-Q_2$ ,接触后各自的电荷量相等。

$$Q_1' = Q_2' = \frac{Q_1 - Q_2}{2}.$$

若甲、乙两完全相同的金属球分别带等量异种(如  $+10\text{ C}$  和  $-10\text{ C}$ )电荷量,接触后都不带电,这种现象叫电荷的中和。

(2)接触起电过程中电子转移的规律:

①带正电的物体与带负电的物体接触时,电子由带负电的物体转移到带正电的物体上。

②带正电的物体与不带电的中性物体接触时,电子由中性物体转移到带正电的物体上。

③带负电的物体与不带电的中性物体接触时,电子由带负电的物体转移到中性物体上。

### 知识点 4 静电感应、感应起电 难点:理解

#### ☑ 静电感应

当一个带电体靠近导体时,由于电荷间的相互吸引或排斥,导体中的自由电荷便会趋向或远离带电体,导体上靠近带电体的一端带异种电荷,远离的一端带同种电荷。这种现象叫做静电感应。

#### ☑ 感应起电

利用静电感应使金属导体带电的过程叫做感应起电。

由于同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引,在静电感应,即感应起电时,当带电体靠近导体时,导体内的自由电子会靠近或远离带电体。例如:当带正电的玻璃棒靠近金属体时,金属体靠近玻璃棒的一端会带上负电,远离玻璃棒的一端会带上正电,如图 1-1(a)所示。如果把金属体接地,那么电子会从大地“跑”到金属体上,而先中和掉金属体一端的正电荷,使金属体带上了负电荷,如图 1-1(b)和(c)所示。再移开玻璃棒,金属体就带上了负电荷,如图 1-1(d)所示。所以,感应起电的实质是:在带电体上的电荷的作用下,导体上的正、负电荷发生了分离,使电荷从导体的一部分转移到了另一部分。

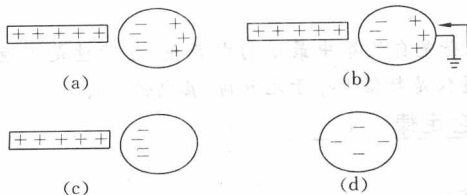


图 1-1

**☑ 感应起电的步骤**

- (1) 将枕形导体 A 和 B 彼此接触,如图 1-2 甲.
- (2) 使带电体 C(如带正电)靠近相互接触的两导体中的 A,如图 1-2 乙.
- (3) 保持 C 不动,用绝缘工具分开 A, B,如图 1-2 丙.

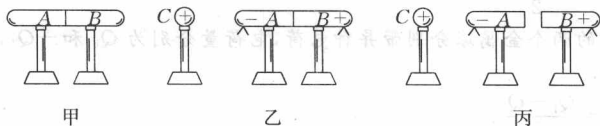


图 1-2

- (4) 移走 C,则 A 带负电, B 带正电.

如果先移走 C,再分开 A, B,那么原来 A, B 上感应出的异种电荷会立即中和,不会使 A, B 带电.

**知识拓展** (1) 带电体靠近导体时,靠近带电体的导体的近端带异种电荷,远离带电体的导体的远端带同种电荷.

(2) 凡遇到接地问题时,该导体与地球组成一个导体,则该导体为近端物体,带与带电体异种的电荷;地球为远端物体,带与带电体同种的电荷.

**知识点 5 电荷守恒定律** 了解

**☑ 内容:** 电荷既不能创生,也不能消灭,只能从物体的一部分转移到另一部分,或者从一个物体转移到另一个物体,在转移的过程中,电荷的总量不变.这个规律叫做电荷守恒定律.

**☑ 起电本质:** 微观带电粒子(如电子)在物体之间或物体内部转移,而不是创造了电荷.

**☑ 电荷守恒定律是自然界重要的基本规律之一.**

**知识点 6 电荷量、元电荷** 重点;掌握

**☑ 电荷的多少叫电荷量,常用符号  $Q$  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.

把两个等量的电荷放在相距 1 m 的地方,它们之间的作用力是  $9.0 \times 10^9$  N,那么这两个电荷分别所带的电荷量就是 1 C.

**☑ 电子所带电荷量是最小电荷量,人们把这个最小电荷量叫做元电荷,用  $e$  表示.实验表明,所有带电体的电荷量或者等于  $e$ ,或者是  $e$  的整数倍,  $e = 1.60 \times 10^{-19}$  C.这是由美国物理学家密立根通过设计的油滴实验,取得了上千组数据后,得到的结论.**

**知识拓展** 元电荷是自然界中最小的电荷量,电荷量是不能连续变化的物理量,一个电子的电荷量仅是数值上等于元电荷,其电性为负.

**知识点 7 库仑定律** 重点;掌握

**☑ 点电荷**

- (1) 点电荷的概念:

当带电体间的距离比它们自身的大小大得多,以至带电体的形状、大小及电荷的

分布状况对它们之间的作用力的影响可以忽略时,这样的带电体就可以看做带电的点,叫做点电荷。

点电荷是一个理想模型,它是一个没有形状和大小,而只带有电荷的物体。

(2)把带电体视为点电荷的条件:

当带电体本身的线度比所研究的问题中涉及的距离小很多时,该带电体的形状对所讨论的问题没有影响或其影响可以忽略,该带电体就可以看做一个带电的点,即点电荷。

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。例如:一个半径为 10 cm 的带电圆盘,如果考虑它和 10 m 远的某个电子的作用力,就完全可以把它看做点电荷;而如果这个电子离圆盘只有 1 mm,那么这一带电圆盘此时相当于一个无限大的带电平面,即不能把它看做点电荷。

**知识拓展** 点电荷是一个相对的概念,至于带电体的线度比相关的距离小多少时它才能被当做点电荷,要看问题所要求的精度而定。在宏观意义上讨论电子、质子等带电粒子时,完全可以把它们视为点电荷。

### ☑ 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。这一规律叫做库仑定律。电荷间的这种相互作用力叫作静电力或库仑力。

(2)库仑力(静电力)的大小:  $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ , 其中静电力常量  $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。k 的大小是用实验方法测定的。

(3)方向:在两点电荷的连线上,根据同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引确定方向。

(4)适用范围:适用于真空中两点电荷间的相互作用。对于不能看成点电荷的带电体,不能直接应用库仑定律求解,但我们可以用一组点电荷来替代实际的带电体,从而完成问题的求解。

**知识拓展** 应用库仑定律解题应注意的问题:

(1)在理解库仑定律时,有人根据公式  $F = kQ_1 Q_2 / r^2$ , 设想:当  $r \rightarrow 0$  时得出  $F \rightarrow \infty$  的结论。从数学角度分析是正确的,但从物理角度分析,这一结论是错误的。错误的原因是:当  $r \rightarrow 0$  时两电荷已失去了作为点电荷的前提条件,何况实际电荷都有一定大小,根本不会出现  $r=0$  的情况。也就是说  $r \rightarrow 0$  时,不能再利用库仑定律计算两电荷间的相互作用力。

(2)运用公式计算库仑力大小时,可不必将表示电荷  $Q_1, Q_2$  的带电性质的正、负号代入公式中,而只需将其电荷量的绝对值代入公式中从而算出力的大小之后,再根据同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引判别力的方向。也可将电荷  $Q_1, Q_2$  的带电性质的正、负号代入公式中运算,计算出的  $F$  为“+”表示斥力, $F$  为“-”表示引力。

(3)库仑力同样遵循牛顿第三定律,不要认为电荷量大的对电荷量小的电荷作用力大。

(4)库仑定律是电磁学的基本定律之一,它给出的虽然是点电荷间的静电力,但任一带电体都可以看成是由许多点电荷组成的,因此如果知道带电体上的电荷分布



情况,根据库仑定律和力的合成法则,原则上也可以求出带电体间静电力的大小和方向。

### 教材栏目

**【思考与讨论】** 看到库仑定律的数学表达式,我们有似曾相识的感觉。原来它跟万有引力数学的表达式在形式上相似。比较一下,它们在哪些方面相似?哪些方面不同?

**点拨** 比较库仑定律  $F=k\frac{Q_1Q_2}{r^2}$  和万有引力定律  $F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$ , 会发现它们十分相似。

(1) 库仑力和万有引力都是二体力,力源是电荷量或质量,前者与两个电荷量的乘积成正比,后者与两个质量的乘积成正比。

(2) 这两种力都是长程力,能作用到很远的距离,但都随二体间距离的增大而按照二次方成反比的规律急剧减弱。

(3) 两种力的方向都在二者的连线上,即所谓“中心力”,是能够做功的力,又称为纵向力。

(4) 两种力都只存在于二体之间,同时满足牛顿第三定律和力的合成法则。

库仑力与万有引力又具有不同的特点:电荷有正负两种,故库仑力有吸引力和排斥力,而万有引力则只有吸引力;在作用强度上,库仑力比万有引力大得多;另外,只要有物体存在,就有万有引力,但库仑力只在电荷出现时才会存在。

库仑力和万有引力呈现出的既相似又相异的特点,表明了自然规律的多样性和统一性,同时促使人们思考这样的问题:这两种力有没有内在的联系?从更深层次上看,它们会不会是同一种相互作用在不同条件下的特殊表现呢?物理学家至今还在致力于这方面的探索。

### 典例剖析

#### 触类旁通

**例 1** 关于摩擦起电现象,下列说法正确的是 ( )

- A. 摩擦起电现象使本没有电子和质子的物体产生了电子和质子  
 B. 两种不同材料的绝缘体互相摩擦后,同时带上等量的异种电荷  
 C. 摩擦起电,可能是因为摩擦而导致质子从一个物体转移到了另一个物体形成的  
 D. 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显示带正电

**分析** 摩擦起电的实质是:由于两个物体的原子核对核外电子的约束能力不相同,使电子可以在物体之间转移。若一个物体失去电子,其质子数比电子数多,我们说它带正电。若一个物体得到电子,其质子数比电子数少,我们说它带负电。使物体带电并不是创造出电荷。故正确答案为 BD。

**【解题策略】** 在分析摩擦起电和电荷的中和现象时,要抓住其本质和规律,它只是通过物理的方法使电荷重新分布,并没有创造和消灭电荷。

**例 2** 用与丝绸摩擦过的玻璃棒接触不带电的验电器的金属球后,验电器的指



针张开,则下列说法正确的是 ( )

- A. 指针带正电荷  
B. 指针带负电荷  
C. 部分电子由金属球转移到玻璃棒上  
D. 部分电子由玻璃棒转移到金属球上

**分析** 此玻璃棒与金属球接触,金属球上的部分电子转移到玻璃棒上,从而使金属球及指针都带正电.故正确答案为 AC.

**【解题策略】** 在分析接触起电时,必须明确电子转移的方向,应理解并记住电子转移的规律,在解题时才能得心应手.

**例 3** 如图 1-3 所示,带正电的小球靠近不带电的金属导体的 A 端,由于静电感应,A 端出现负电荷,B 端出现正电荷,关于此导体感应起电的说法正确的是 ( )

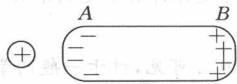


图 1-3

- A. 用手接触一下导体的 A 端,导体将带正电  
B. 用手接触一下导体的中部,导体将不带电  
C. 用手接触一下导体的任何部位,导体将带负电  
D. 用手接触导体后,只要带正电的小球不移走,导体不可能带正电

**分析** 导体靠近带正电的小球时,导体的 A、B 两端由于同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引而分别带有负电荷和正电荷,当用手接触导体的任何位置时,电子从大地移到导体的 A 端,相当于正电荷被排斥而移入大地,故导体将带上负电荷.故正确答案为 C.

**例 4** 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

**分析** 本题主要考查组成原子核的质子和中子的带电性,对质子 ${}^1_1\text{H}$ ,电荷量为  $2 \times \frac{2}{3}e + (-\frac{1}{3}e) = e$ ,故由 2 个  $u$  夸克和 1 个  $d$  夸克组成;对中子 ${}^1_0\text{n}$ ,电荷量为  $1 \times \frac{2}{3}e + 2 \times (-\frac{1}{3}e) = 0$ ,故由 1 个  $u$  夸克和 2 个  $d$  夸克组成.故正确答案为 B.

**【解题策略】** 近代物理学夸克理论的出现打破了基元电荷  $e$  的界线,而电荷守恒定律是自然界最基本的规律之一,仍然是成立的.

**例 5** 下列关于点电荷的说法中,正确的是 ( )

- A. 体积大的带电体一定不是点电荷  
B. 当两个带电体的形状对它们间相互作用力的影响可忽略时,这两个带电体可看做点电荷

- C. 点电荷就是体积足够小的电荷  
D. 点电荷是电荷量和体积都很小的带电体

**分析** 带电体能否被看成点电荷,不能以体积大小、电荷量多少而论.一个带



电体能否被看成点电荷,要依具体情况而定,只要在测量精度要求的范围内,带电体的形状、大小等因素的影响可以忽略,即可把它视为点电荷.故正确答案为 B.

**【解题策略】** 点电荷具有相对意义,能看成点电荷的带电体的体积和电荷量不一定小.

**例 6** 两个带电小球,质量都是 1 kg,带的电荷量都为  $2.0 \times 10^{-5}$  C,相隔较远,以至于两球可被看做是点电荷和质点,试求它们之间的静电力与万有引力之比.

**【分析】** 因为两球都可看做点电荷和质点,所以可以直接应用库仑定律和万有引

力定律计算静电力和万有引力. 
$$\frac{F_{\text{电}}}{F_{\text{引}}} = \frac{k \frac{q_1 q_2}{r^2}}{G \frac{m_1 m_2}{r^2}} = \frac{k q^2}{G m^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (2.0 \times 10^{-5})^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 1^2} = 5.4 \times$$

$10^{10}$ . 可见,对于一般的带电体,静电力比万有引力大得多,万有引力可忽略不计.

**【解题策略】** 一般带电体受的重力是它和地球之间的万有引力,通常都比较大,所以就不能忽略.而基本粒子像电子、质子、原子核等,因为其本身质量非常小,与地球之间的万有引力也很小,所以基本粒子受到的重力往往可忽略不计.

**例 7**  $a, b$  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  $c$  的带电性质怎样? 电荷量有多大? 它放在什么地方?

**【分析】** 点电荷  $c$  应为负电荷,否则三个正电荷相互排斥,永远不可能平衡.由于每一个电荷都受另外两个电荷的作用,三个点电荷只有处在同一条直线上,且  $c$  在  $a, b$  之间才有可能都平衡.设  $c$  与  $a$  相距  $x$  m,则  $c$  与  $b$  相距  $(0.4 - x)$  m,设点电荷  $c$

的电荷量为  $q_3$ ,根据二力平衡原理可列平衡方程: $a$  平衡,  $k \frac{q_1 q_2}{0.4^2} = k \frac{q_1 q_3}{x^2}$ ;  $b$  平衡,  $k$

$\frac{q_1 q_2}{0.4^2} = k \frac{q_2 q_3}{(0.4 - x)^2}$ ;  $c$  平衡,  $k \frac{q_1 q_3}{x^2} = k \frac{q_2 q_3}{(0.4 - x)^2}$ . 显见,上述三个方程实际上只有两个

是独立的,解这些方程,可得到有意义的解: $x = 30$  cm( $c$  在  $a, b$  连线上,与  $a$  相距 30 cm,与  $b$  相距 10 cm).  $q_3 = \frac{9}{16} q_2 = \frac{1}{16} q_1$ ,即  $q_1 : q_2 : q_3 = 1 : \frac{1}{9} : \frac{1}{16}$  ( $q_1, q_2$  为正电荷,  $q_3$  为负电荷).

**【解题策略】** 要求三个点电荷受库仑力而平衡,则三个点电荷一定在一条直线上,且同种电荷在两边,中间为异种电荷,中间电荷的电荷量最小,与中间电荷的距离近的,电荷量应小;距离远的,电荷量应大.可简单记为“同夹异、大夹小,近小远大”.

**例 8** 有  $A, B$  两带电小球,  $A$  固定不动,  $B$  的质量为  $m$ ,在库仑力作用下,  $B$  由静止开始运动.已知初始时,  $A, B$  间的距离为  $d$ ,  $B$  的加速度为  $a$ . 经过一段时间后,  $B$  的加速度变为  $a/4$ , 此时  $A, B$  间的距离应为多少?

**【分析】** 如图 1-4 所示,设  $A, B$  的带电电荷量分别为  $q_1, q_2$ .  $B$  的加速度为  $\frac{a}{4}$  时,

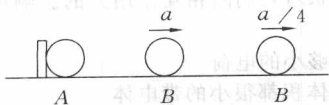


图 1-4

A, B 间的距离为  $x$ . 由库仑定律和牛顿第二定律可得:  $\frac{kq_1q_2}{d^2} = ma \cdots \cdots \textcircled{1}$ ,  $\frac{kq_1q_2}{x^2} = m \frac{a}{4} \cdots \cdots \textcircled{2}$ , 联立  $\textcircled{1}\textcircled{2}$  求得:  $x = 2d$ .

## 课堂小结

## 本节归纳

经过摩擦的物体能够吸引轻小物体, 我们说物体带了电荷.  
自然界中的电荷只有两种: 正电荷和负电荷  
电荷间的作用: 同种电荷相互排斥, 异种电荷相互吸引

电荷量  $\left\{ \begin{array}{l} \text{电荷的多少叫电荷量} \\ \text{单位: 库仑, 符号 C} \end{array} \right.$

起电方法  $\left\{ \begin{array}{l} \text{摩擦起电} \\ \text{接触起电} \\ \text{感应起电} \end{array} \right.$

电荷守恒定律: 电荷既不能创生, 也不能消失, 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, 在转移的过程中, 电荷的总量保持不变

库仑定律  $\left\{ \begin{array}{l} \text{内容: 真空中两个静止点电荷之间的作用力, 跟它们电荷量的乘积成正比, 跟它们距离的二次方成反比, 作用力的方向在它们的连线上} \\ \text{适用范围: 真空中静止的点电荷} \\ \text{公式: } F = k \frac{q_1q_2}{r^2} \end{array} \right.$

## 习题全解

## 课本习题

### >>> 问题和练习

2. 木屑在接近带电棒时, 木屑上靠近带电棒的一端会带有与带电棒异种的电荷, 因此木屑被吸引; 然后异种电荷被中和, 致使木屑与带电棒带有相同的电荷, 又由于同种电荷互相排斥, 木屑又跳离带电棒.
3. 2001 年 11 月, 联合国人口基金会发布的《2001 世界人口状况》报告中说, 目前世界人口正以平均每年 7500 万人的速度增长, 如果不加以控制, 照此势头发展下去, 2025 年世界人口将增至 93 亿, 2095 年, 人口约 102 亿, 900 年后, 人口将达到 6 亿, 届时, 地球每平方米面积上需容纳 100 人, 地球虽大, 但将无立锥之地. 这是何等恐怖的前景! 按照目前统计, 世界人口数目约为 63 亿. 因为  $1e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , 所以  $10^{-7} \text{ C}$  的负电荷含有电子数为  $n = \frac{10^{-7}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ 个} \approx 10^{12}$  个. 这些电子数与世界人口数相比为  $\frac{n}{\text{人口数}}$ , 把世界人口数 63 亿  $= 63 \times 10^8$  代入上式得  $\frac{10^{-7}}{1.6 \times 10^{-19} \times 63 \times 10^8} \approx 100$ , 可见这些负电荷是地球人口的约 100 倍.
4. 解:  $\because F = k \frac{Q_1Q_2}{r^2}$ , 又  $\because F = G \frac{m_1m_2}{r^2}$ ,  $\therefore m = \sqrt{\frac{kQ_1Q_2}{G}} = \sqrt{\frac{9.0 \times 10^9}{6.67 \times 10^{-11}}} \text{ kg} \approx 10^{10} \text{ kg}$ .
5. 提示: 目前人类通过科学实验发现原子是由带正电的原子核和带负电的电子组成, 电子所带的电荷量是最小电荷量, 原子核由带正电的质子和不带电的中子组成. 质

