

王后雄学案

---

# 教材完全解读

---

## 选修·专题



---

### 高中物理 选修3-1

---

丛书主编：王后雄  
本册主编：胡荷荣



中国青年出版社

新课标全宗丛书

王后雄学案

# 教材完全解读

选修·专题

高中物理 选修3-1

---

丛书主编：王后雄  
本册主编：胡荷荣  
编委：康晴霞 薛波  
苏惠芬 王国金  
凡淑南 宗徽  
殷昌林 孙培梅  
郑存秀 阮国栋  
王维平 袁江泓



中国青年出版社

## (京)新登字083号

### 图书在版编目(CIP)数据

教材完全解读. 高中物理. 3-1: 选修 / 王后雄主编.

3版.—北京: 中国青年出版社, 2009

ISBN 978-7-5006-7127-5

I.教... II.王... 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(2007)第082490号

总策划: 熊辉

责任编辑: 李扬

封面设计: 木头羊

### 教材完全解读

### 高中物理 选修3-1

中国青年出版社 出版发行

社址: 北京东四12条21号 邮政编码: 100708

网址: [www.cyp.com.cn](http://www.cyp.com.cn)

编辑部电话: (010) 64034328

读者服务热线: (027) 61883306

枝江市新华印刷有限公司印制 新华书店经销

889 × 1194 1/16 12.75印张 340千字

2009年4月北京第3版 2010年3月湖北第5次印刷

印数: 25001—35000册

定价: 22.30元

本书如有任何印装质量问题, 请与承印厂联系调换

联系电话: (027) 61883355



教辅大师、特级教师王后雄教授科学超前的体例设置，帮您赢在学习起点，成就人生夙愿。

—— 题记

教材完全解读 高中物理 选修3-1

最新5年高考名题诠释

【考题1】 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，一简单模型三个夸克都在半径为 $r$ 的同一圆周上，如图1-2-18所示，图1-2-19给出的四幅图中，能正确表示出各夸克所受静电力的的是( )。

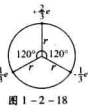


图1-2-18

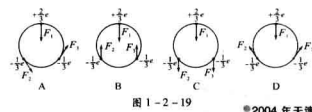


图1-2-19

©2004年天津

单元知识梳理与能力整合

高考命题趋向

电场这一单元的知识是电磁理论的基础知识，尤其是电场强度、电势等概念，而且带电粒子的运动及力学知识、能量转化的规律紧密相连，具有综合性，因此本单元内容在高考中占有重要地位。高考中主要考查的本单元内容有电场性质及其描述；带电粒子在电场中的运动；平行板电容器、静电感应现象等。高考中考查本单元内容试题题型全面。

归纳·总结·专题

1. 电场强度的计算方法

(1) 定义式： $E = \frac{F}{q}$  适用于任何电场， $E$ 与 $F$ 、 $q$ 无关， $E$ 的方向规定为正电荷受到电场力的方向。

(2) 点电荷的电场的场强： $E = k \frac{Q}{r^2}$ 。

(3) 匀强电场中场强与电势差的关系： $E = \frac{U}{d}$ 。

新典型题分类剖析

类型一：电势能大小、电势高低的比较

【例1】 (2006年理综四川卷) 带电粒子 $M$ 只在电场力作用下由 $P$ 点运动到 $Q$ 点，在此过程中克服电场力做了 $2.6 \times 10^{-8}$  J的功，那么( )。

- A.  $M$ 在 $P$ 点的电势能一定小于它在 $Q$ 点的电势能
- B.  $P$ 点的场强一定小于 $Q$ 点的场强
- C.  $P$ 点的电势一定高于 $Q$ 点的电势

知识与能力同步测控题

测试时间：100分钟

测试满分：120分

一、选择题(本题共10小题，每小题4分，共40分)

1. 如图1-8所示，空心导体上方有一靠近的正电荷的带电体，当一个重力不计的正电荷以速度 $v_0$ 水平飞入空心导体内时，电荷将做( )。



图1-8

- A. 向上偏转的类平抛运动
- B. 向下偏转的类平抛运动
- C. 匀速直线运动
- D. 变速直线运动

2. 图1-9中 $A$ 、 $B$ 都是装在绝缘柄上的导体， $A$ 带正电荷后靠近 $B$ 发生静电感应，若取地球电势为零， $B$ 和地接触后( )。

- A. 导体 $B$ 上任意一点电势都为零

答案与提示

第一单元 静电场

第一节 电荷及其守恒定律

能力题型设计

★速效基础演练

- 1. A 2. B. C
- 3. C. D 【解析】地球小球上电荷减少是由于电子通过空气导电转移到外界，只是小球上电荷量减少，但是这些电子并没

消失，就小球和整个外界组成的系统而言，其电荷的总量仍保持不变，遵循电荷守恒定律。

4. A

★能力提升突破

- 1. A. C 【解析】绝缘橡胶棒靠近金属小球时，负电荷间产生排斥力，致使小球上电子向金属箔上移动，而金属箔上质子即使受到吸引力也无法移动，金属小球上电子向金属箔上聚集，金属箔上负电荷电荷量增多，两箔间排斥力增大，故两箔间张角增大。

同步体验高考

结合本章节知识及考纲要求，精心选编最新五年高考试题，体现“高考在平时”的学习理念，同步触摸、感知高考，点拨到位，破解高考答题规律与技巧。

单元知识整合

单元知识与方法网络化，帮助您将本单元所学教材内容系统化，形成对考点知识二次提炼与升华，全面提高单元学习效率。

考试高分保障

精心选编涵盖本章节或阶段性知识和能力要求的检测试题，梯度合理、层次分明，与同步考试接轨，利于您同步自我测评，查缺补漏。

点拨解题思路

试题皆提供详细的解题步骤和思路点拨，鼓励一题多解。不但知其然，且知其所以然。能使您养成良好规范的答题习惯。

# 小熊图书 最新教辅

**讲** 《中考完全解读》 复习讲解—紧抱中考的脉搏

**练** 《中考完全学案》 难点突破—挑战思维的极限



**讲** 《高考完全解读》 精湛解析—把握高考的方向

**练** 《高考完全学案》 阶段测试—进入实战的演练

**讲** 《教材完全解读》 细致讲解—汲取教材的精髓

**例** 《课标导航·基础知识手册》 透析题型—掌握知识的法宝

**练** 《教材完全学案》 夯实基础—奠定能力的基石



伴随着新的课程标准问世及新版教材的推广，经过多年的锤炼与优化，数次的修订与改版，如今的“小熊图书”以精益求精的质量、独具匠心的创意，已成为备受广大读者青睐的品牌图书。今天，我们已形成了高效、实用的同步练习与应试复习丛书体系，如果您能结合自身的实际情况配套使用，一定能取得立竿见影的效果。

全书知识结构图解·名师学法指津 .....	1
-----------------------	---

## 第一单元 静电场

第一节 电荷及其守恒定律 .....	3
第二节 库仑定律 .....	8
第三节 电场强度 .....	15
第四节 电势能、电势和电势差 .....	24
第五节 电势差与电场强度的关系 .....	34
第六节 静电感应现象 .....	38
第七节 电容器与电容 .....	42
第八节 带电粒子在电场中的运动 .....	49
第九节 静电的利用和防止 .....	58
◆单元知识梳理与能力整合 .....	62
◆知识与能力同步测控题 .....	65

## 第二单元 恒定电流

第一节 导体中的电场和电流 .....	67
第二节 电动势 .....	72
第三节 欧姆定律 .....	75
第四节 串联电路和并联电路 .....	82
实验探究 把电流表改装成电压表 .....	88
第五节 焦耳定律 .....	93
第六节 电阻定律 .....	97
第七节 闭合电路欧姆定律 .....	103
第八节 多用电表 .....	110
第九节 实验:测定电池的电动势和内阻 .....	115
第十节 简单的逻辑电路 .....	120
◆单元知识梳理与能力整合 .....	125
◆知识与能力同步测控题 .....	129

## 第三单元 磁 场

第一节 磁现象和磁场 .....	131
第二节 几种常见的磁场 .....	133
第三节 探究安培力、磁感应强度 .....	138
第四节 安培力的应用 .....	146
第五节 磁场对运动电荷的作用力 .....	149
第六节 带电粒子在匀强磁场中的运动 .....	154
专题一 洛伦兹力与现代科技 .....	164
专题二 带电粒子在复合场中的运动 .....	169
◆单元知识梳理与能力整合 .....	171
◆知识与能力同步测控题 .....	175

期末测试卷 .....	177
-------------	-----

答案与提示 .....	179
-------------	-----

# 知识与方法

## 阅读索引

### 第一单元 静电场

#### 第一节 电荷及其守恒定律

1. 两种电荷及电荷间的相互作用规律 ..... 3
2. 摩擦起电 ..... 3
3. 接触起电 ..... 3
4. 静电感应, 感应起电 ..... 3
5. 原子结构与电荷守恒定律 ..... 5
6. 元电荷 ..... 5
7. 分析摩擦起电、接触起电问题的方法 ..... 6
8. 验电器检验电荷的原理和方法 ..... 6
9. 绝缘体不能被感应起电 ..... 6
10. 摩擦起电与感应起电的异同点 ..... 6
11. 带电物体为何能吸引轻小物体 ..... 6

#### 第二节 库仑定律

1. 点电荷 ..... 8
2. 库仑定律 ..... 8
3. 检验电荷(试探电荷) ..... 10
4. 库仑力的求解与应用 ..... 10
5. 三个自由的点电荷只受库仑力的平衡规律 ..... 11
6. 正交分解法 ..... 11
7. 整体法、隔离法 ..... 11
8. 库仑定律与力学综合 ..... 11
9. 库仑定律与万有引力定律的比较 ..... 12

#### 第三节 电场强度

1. 电场和电场的基本性质 ..... 15
2. 电场强度 ..... 15
3. 电场力 ..... 16
4. 点电荷电场的场强 ..... 16
5. 电场线 ..... 16
6. 匀强电场 ..... 17

7. 电场强度的求解方法 ..... 17
8. 常见几种电场的电场线的特点与画法 ..... 18
9. 电场强度与电场力的区别与联系 ..... 19
10.  $E = \frac{F}{q}$  和  $E = k \frac{Q}{r^2}$  的区别与联系 ..... 20
11. 比值定义法——物理学中的常用方法 ..... 20
12. 库仑力的实质 ..... 20
13. 若已知一条电场线上的  $a$ 、 $b$  两点, 则  $a$ 、 $b$  两点的场强有几种可能 ..... 20
14. 等效法处理叠加场 ..... 21
15. 力学知识综合问题 ..... 21

#### 第四节 电势能、电势和电势差

1. 静电力做功的特点 ..... 24
2. 电势能 ..... 24
3. 电势差 ..... 25
4. 电势  $\varphi$  ..... 26
5. 等势面 ..... 27
6. 比较电荷在电场中某两点电势能大小的方法 ..... 28
7. 电势高低的判断方法 ..... 28
8. 用等量电荷连线及中垂面上电场的特点解题 ..... 29
9. 力、电综合问题 ..... 29

#### 第五节 电势差与电场强度的关系

1. 匀强电场中电势差跟电场强度的关系 ..... 34
2. 等分法计算匀强电场中的电势 ..... 35
3. 电场强度的三个公式的区别 ..... 35
4. 电场强度与电势的关系 ..... 36

#### 第六节 静电感应现象

1. 静电感应现象及静电平衡 ..... 38
2. 静电屏蔽 ..... 39
3. 解与电场中的导体有关的问题的方法 ..... 40



4. 画附加电场电场线的方法·····	40
5. 尖端放电现象、静电屏蔽现象的应用·····	40

### 第七节 电容器与电容

1. 电容器——容纳电荷的容器·····	42
2. 常见电容器·····	42
3. 电容器的应用·····	42
4. 电容·····	43
5. 平行板电容器·····	43
6. 两类典型电容器问题的求解方法·····	44
7. 电容器中带电粒子的平衡及运动问题·····	45
8. 电容器的应用举例·····	46

### 第八节 带电粒子在电场中的运动

1. 研究带电粒子在电场中运动的两种方法·····	49
2. 带电粒子的重力是否忽略的问题·····	49
3. 带电粒子的加速·····	49
4. 带电粒子在匀强电场中的偏转·····	50
5. 示波管的原理·····	51
6. 带电粒子飞出偏转电场条件的求解方法 ·····	52
7. 对于复杂运动,通常将运动分解成两个方 向的简单运动来求解·····	53
8. 图象法处理矩形波电压问题·····	53

### 第九节 静电的利用和防止

1. 静电的应用·····	58
2. 静电的危害与防止的方法·····	59

## 第二单元 恒定电流

### 第一节 导体中的电场和电流

1. 电源·····	67
2. 导线中的电场·····	67
3. 电流·····	68
4. 电流的微观解释·····	69

5. 求电流的一般方法·····	70
6. 参与导电的正、负两种电荷的电流强度的 计算方法·····	70

7. 三种速率·····	70
8. 国际单位制中的七个基本单位是哪些,其 中电学中有几个·····	70

### 第二节 电动势

1. 电动势·····	72
2. 内阻·····	73
3. 怎样理解电动势·····	73
4. 了解各种电池·····	73

### 第三节 欧姆定律

1. 电阻·····	75
2. 欧姆定律·····	75
3. 导体的伏安特性曲线·····	75
4. 伏安法测电阻·····	76
5. 滑动变阻器的两种用法·····	77
6. 实验:描绘小灯泡的伏安特性曲线·····	78

### 第四节 串联电路和并联电路

1. 串联电路的基本特点和性质·····	82
2. 并联电路的基本特点和性质·····	82
3. 小量程的电流表 $\text{G}$ (又称表头)·····	82
4. 把小量程的电流表改装成大量程的电流表 ·····	82
5. 电流表改装成电压表·····	83
6. 解答混联电路问题的方法·····	83
7. 画等效电路常用的两种方法·····	84
8. 电流表和电压表的使用·····	85
9. 照明电路的串、并联·····	86

### 实验探究 把电流表改装成电压表

1. 实验目的·····	88
2. 实验原理·····	88

3. 实验器材	88
4. 实验步骤	88
5. 注意事项	88
6. 实验误差	88
7. 半偏法测电流表内阻的分析	89
8. 半偏法测电压表内阻的分析	90

### 第五节 焦耳定律

1. 电功	93
2. 电功率	93
3. 焦耳定律	93
4. 电功和电热的比较	94
5. 电路中电功率和热功率的计算方法	94
6. 身边的电热	95

### 第六节 电阻定律

1. 电阻定律	97
2. 电阻率	97
3. 半导体	98
4. 超导体	99
5. 两公式的比较	99
6. 电阻与电阻率的比较	99
7. 滑动变阻器	100
8. 电阻定律和其他知识的综合	100
9. 电阻的形成	100

### 第七节 闭合电路欧姆定律

1. 电动势、内电压、外电压三者之间的关系	103
2. 闭合电路欧姆定律	103
3. 路端电压与负载的关系	104
4. 路端电压与电流的关系图象	104
5. 闭合电路中的功率	105
6. 电路的动态分析	105
7. 利用电源的 $U-I$ 图线和元件的伏安特性	

曲线求解问题	106
--------	-----

8. 电路中可变电阻和定值电阻最大功率的求法	106
9. 含电容器电路的问题	107
10. 闭合电路中的极值问题	107

### 第八节 多用电表

1. 多用电表的原理	110
2. 使用多用电表应注意的问题	110
3. 实验:学会使用多用电表	112

### 第九节 实验:测定电池的电动势和内阻

1. 实验原理	115
2. 实验步骤	115
3. 实验误差分析	116
4. 注意事项	116
5. 数据处理的方法	116
6. 实验仪器的选择	117
7. 测定电源电动势 $E$ 和内阻 $r$ 的其他方法	117

### 第十节 简单的逻辑电路

1. 基本概念	120
2. 对三种基本逻辑电路的理解	120
3. 各种基本的门电路的符号、真值表和逻辑关系	121
4. “与非”门和“或非”门	122
5. 二极管“或”门电路工作原理	123
6. 晶体管“非”门电路工作原理	123
7. 逻辑门电路功能、识图和种类	123

## 第三单元 磁场

### 第一节 磁现象和磁场

1. 磁现象	131
2. 电流的磁效应	131

3. 磁场 .....	132
第二节 几种常见的磁场	
1. 磁场的方向 .....	133
2. 磁感线 .....	133
3. 安培定则(右手螺旋定则) .....	134
4. 探究磁现象的本质——安培分子电流假说 .....	135
5. 三种常用的电流磁场的特点及画法比较 .....	135
6. 安培定则(右手螺旋定则)应用方法 .....	136
7. 关于地磁场 .....	136
第三节 探究安培力、磁感应强度	
1. 安培力 .....	138
2. 磁感应强度 .....	138
3. 匀强磁场 .....	139
4. 安培力的大小与方向 .....	139
5. 磁通量 .....	140
6. 判断安培力作用下物体的运动方向 .....	141
7. 安培力作用下的物体平衡和加速问题 ..	142
8. 安培力做功特点和产生瞬时冲量的计算 .....	143
第四节 安培力的应用	
1. 磁力矩 .....	146
2. 电动机的结构及转动原理 .....	146
3. 电流表的工作原理 .....	147
4. 电流表的灵敏度 .....	148

## 第五节 磁场对运动电荷的作用力

1. 洛伦兹力 .....	149
2. 洛伦兹力的大小 .....	149
3. 洛伦兹力的方向 .....	150
4. 电场力与洛伦兹力的比较 .....	150
5. 带电粒子在磁场中运动问题分析 .....	151
6. 在洛伦兹力作用下带电体受力情况的动 态分析 .....	151
7. 速度选择器 .....	151
8. 地磁场对宇宙射线的阻挡作用 .....	152
第六节 带电粒子在匀强磁场中的运动	
1. 带电粒子在匀强磁场中的几类运动 .....	154
2. 解决磁场中圆周运动问题的一般方法 ..	155
3. 带电粒子在有界磁场区运动问题 .....	156
4. 带电粒子在匀强电场和匀强磁场中偏转 的区别 .....	156
5. 洛伦兹力多解问题 .....	157
专题一 洛伦兹力与现代科技	
1. 质谱仪 .....	164
2. 回旋加速器 .....	164
3. 磁流体发电 .....	167
4. 电磁流量计 .....	168
专题二 带电粒子在复合场中的运动	
1. 复合场的几个基本问题 .....	169
2. 解决与力学知识相联系的带电体综合问 题的基本思路 .....	169
3. 带电粒子做直线运动 .....	170
4. 在复合场中洛伦兹力参与下的匀速圆周 运动 .....	170

# 全书知识结构图解·名师学法指津

## 一、全书知识结构图解

电荷:周围的物质

电荷、电荷守恒定律,元电荷  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$

库仑定律  $\begin{cases} F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \\ \text{适用于真空中的点电荷} \end{cases}$

电场的性质  $\begin{cases} \text{定义: } E = \frac{F}{q}, \text{方向与 } +q \text{ 受到的电场力方向相同} \\ \text{点电荷的场强: } E = k \frac{Q}{r^2} \end{cases}$

电场线的性质  $\begin{cases} \text{电场线越密的地方, } E \text{ 越大} \\ \text{电场线的切线方向即为 } E \text{ 的方向} \\ \text{电场线从正电荷(或无限远处)出发} \\ \text{终止于负电荷(或无限远处)} \end{cases}$

电势  $\begin{cases} \varphi = \frac{E_p}{q} \\ \text{标量、有正负、与零电势点选取有关} \end{cases}$

电势差  $\begin{cases} U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B, U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} \\ \text{标量、有正负} \end{cases}$

等势面  $\begin{cases} \text{电场强度与电势差的关系} \\ \begin{cases} \text{沿场强的方向电势降低最快} \\ \text{在匀强电场中 } E = \frac{U}{d} \end{cases} \end{cases}$

电场力做的功  $\begin{cases} \text{特点:与路径无关} \\ \text{与电势能变化的关系 } W_{AB} = E_{pA} - E_{pB} \\ \text{与电势差的关系: } W_{AB} = qU_{AB} \end{cases}$

电容器  $\begin{cases} \text{构造:由两块彼此靠近又互相绝缘的金属板构成} \\ \text{电容 } C = \frac{Q}{U}, \text{平行板电容器 } C = \epsilon_r S / 4\pi k d \\ \text{电容的单位: } 1\text{F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \text{pF} \end{cases}$

带电粒子在电场中的运动  $\begin{cases} \text{电场力 } F = Eq \begin{cases} +q: F \text{ 与 } E \text{ 同向} \\ -q: F \text{ 与 } E \text{ 反向} \end{cases} \\ \text{带电粒子的加速 } qU = \frac{1}{2}mv^2 \\ \text{带电粒子的偏转 } y = \frac{qUL^2}{2dmv_0^2}, \tan\varphi = \frac{qUL}{dmv_0^2} \end{cases}$

电荷定向移动:

电动势( $E$ )

电功与电功率

电阻定律:  $R = \rho \frac{L}{S}$

欧姆定律:  $I = \frac{U}{R}$

焦耳定律:  $Q = I^2 R t$

电路的串、并联

电源电动势  $\begin{cases} \text{意义:描述电源把其他形式的能转化为电能本领的物理量} \\ \text{量值:电源开路时的路端电压} \\ \text{单位:伏(V)} \end{cases}$

闭合电路欧姆定律  $\begin{cases} I = \frac{E}{R+r} \text{ (适用于纯电阻电路)} \\ E = U + Ir \text{ (适用于任何闭合电路)} \end{cases}$

闭合电路的路端电压与外电阻的关系  $\begin{cases} U = IR = \frac{E}{R+r} \cdot R, U \text{ 随 } R \text{ 的增大而增大,当 } R \rightarrow \infty \text{ 时,} \\ U = E; \text{当 } R = 0 \text{ 时, } U = 0 \end{cases}$

闭合电路的功率  $\begin{cases} \text{电源的总功率: } P_{\text{总}} = EI \\ \text{电源的输出功率: } P_{\text{出}} = UI = EI - I^2 r \text{ (何时最大?)} \\ \text{电源的消耗功率: } P_{\text{内}} = I^2 r \\ P_{\text{总}} = P_{\text{出}} + P_{\text{内}} \end{cases}$

多用电表  $\begin{cases} \text{测电流(相当于电流表)} \\ \text{测电压(相当于电压表)} \\ \text{测电阻(相当于欧姆表)} \end{cases}$

欧姆表原理  $\begin{cases} \text{闭合电路欧姆定律 } I = \frac{E}{R_{\text{内}} + R_x} \\ \text{中值电阻 } R_{\text{中}} = \frac{E}{I_g} = R_{\text{内}} \end{cases}$

欧姆表测电阻  $\begin{cases} \text{注意事项有哪些?} \\ \text{如何进行读数?} \\ \text{如何选择挡位?} \end{cases}$

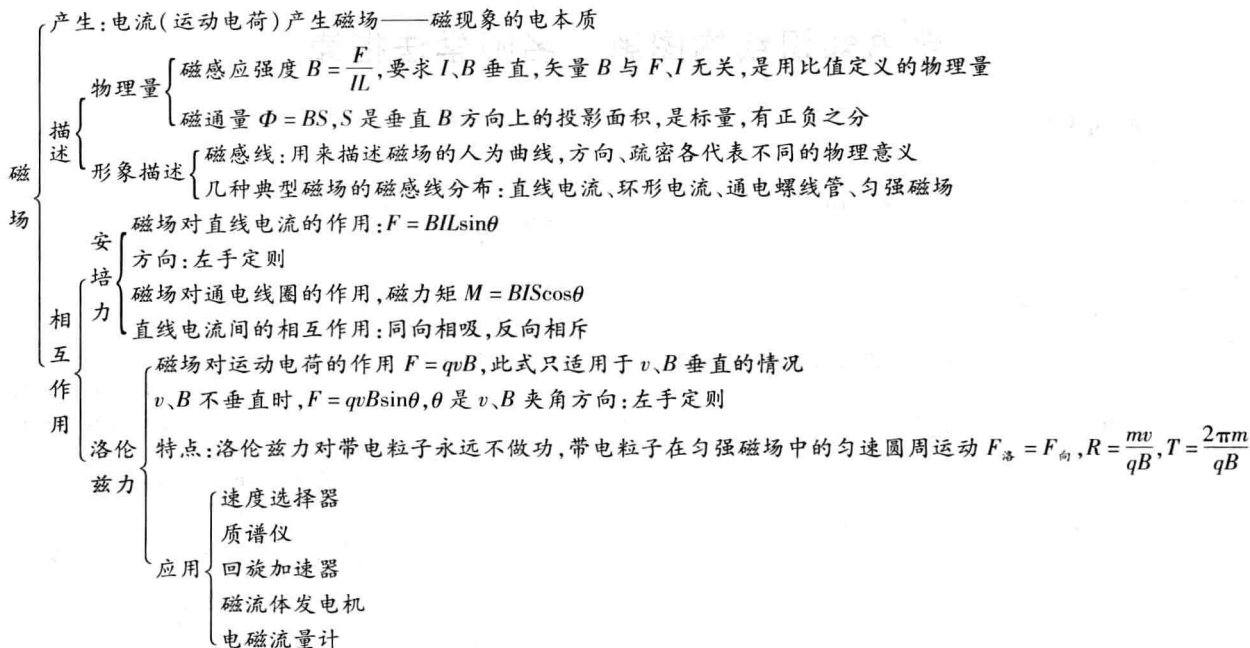
测量电源的  $E$  和  $r$   $\begin{cases} \text{方法:用电压表和电流表} \\ \text{原理: } \begin{cases} E = U_1 + I_1 r, \text{解方程组} \\ E = U_2 + I_2 r, \end{cases} \\ \text{数据处理:代入法、图象法} \end{cases}$

“与”门  $\begin{cases} \text{逻辑关系:输入端全为“1”时输出端才为“1”} \\ \text{符号: } \begin{matrix} A \\ | \\ \text{---} \square \text{---} \\ | \\ B \end{matrix} \& \text{---} Z \end{cases}$

“或”门  $\begin{cases} \text{逻辑关系:输入端只要有“1”,输出端就是“1”} \\ \text{符号: } \begin{matrix} A \\ | \\ \text{---} \square \text{---} \\ | \\ B \end{matrix} \geq 1 \text{---} Z \end{cases}$

“非”门  $\begin{cases} \text{逻辑关系:输入端为“1”输出端一定为“0”} \\ \text{输入端为“0”输出端一定为“1”} \\ \text{符号: } A \text{---} \square \text{---} Z \end{cases}$

运用电荷:



## 二、名师学法指津

爱因斯坦有个成功的公式:  $A = x + y + z$ .  $A$  代表成功,  $x$  代表艰苦的劳动,  $y$  代表正确方法,  $z$  代表少说废话. 这个公式指明事业成功的三要素. 对于学习高中物理来说, 成功也有三要素: 学习成功 = 心理素质 + 学习方法 + 智能素质.

### 1. 提示学习心理素质

(1) 学习动机. 学习需要动机, 由于学生的个人需要而产生的学习内驱力很重要. 有人有旺盛的求知欲, 对学习有浓厚的兴趣, 正是如此, 如升学、就业、兴趣、爱好、荣誉、地位、求知欲、事业、前途等都是他们学习的内驱力. 我们要努力强化学习的动机, 如树立远大理想; 参加各种竞赛, 挑战强者, 激起学习欲望; 看到自己学习成果而受鼓励, 从而增强自信, 经受挫折, 要有不甘失败和屈辱的精神.

(2) 学习的兴趣. 浓厚的学习兴趣与效率有密切的关系, 可以从好奇心和求知欲中激发学习兴趣. 如物理的实验, 化学的变化等, 容易引起人的好奇和求知欲望; 培养对各门功课的兴趣. 往往是刻苦学习后, 才发现知识的奥秘和用途, 才提高学习成绩, 所以一定要钻进“书海”去; 把知识应用于实践, 激发兴趣, 用自己所学的知识分析解决出问题时, 那种成就感极易激发学习兴趣.

(3) 学习的情感、意志和态度. 将积极的情感同学习联系起来, 防止消极情绪的滋生, 可以促进学习. 善于控制自己, 是学习意志力培养的关键. 控制和约束自己的行动, 控制不需要的想法和情绪, 可以使思想集中到学习上来, 这点是尤为重要的.

### 2. 掌握科学的学习方法

(1) 预习. 在浏览教材的总体内容后再细读, 充分发挥自己的自学能力, 理清哪些内容已经了解, 哪些内容有疑问或是看不懂, 分别标出并记下来. 这样既提高了自学能力, 又为听课“铺平”了道路, 形成期待老师讲析的心理定势; 这种需求心理定势必将调动我们的学习热情和高度集中的注意力.

(2) 听课. 听老师讲课是获取知识的最佳捷径, 老师传授的是经过历史验证的真理, 是老师长期学习和教学实践的精华, 所以提高课堂听课效率是尤为重要的. 那么课堂效率如何提高呢?

① 做好课前准备. 精神上的准备十分重要, 保持课内精力旺盛, 头脑清醒, 是学好知识的前提条件.

② 集中注意力. 出现思想开小差等现象, 都要靠理智强制自己专心听讲, 靠意志来排除干扰.

③ 认真观察积极思考. 不要做一个被动的信息接受者, 要充分调动自己的积极性, 紧跟老师的讲课思路, 对老师的讲解积极思考.

④ 做好课堂笔记. 笔记记忆法是强化记忆的最佳方法之一. 笔记, 一份永恒的笔录, 可以克服大脑记忆方面的限制. 俗话说, 好记性不如烂笔头, 因此为了充分理解和消化, 必须记笔记.

⑤ 注意和老师的交流, 目光交流, 提问式交流, 都可以促进学习.

(3) 作业的方法. 作业是提高思维能力, 复习掌握知识, 提高解题速度的途径. 通过审题, 分析问题, 解决问题可以达到巩固和检验的目的.

3. 就本模块学习来说, 都是电学内容, 要在学、理解新知识的同时, 注意与力学知识的综合问题的处理方法, 特别是在学习电场和磁场两章时, 很多问题还是要用力学中的三把钥匙处理问题, 即所谓的电学问题, 力学方法.

# 第一单元 静电场

## 第一节 电荷及其守恒定律

### 课标三维目标

1. 了解电荷及静电现象的产生. 2. 了解元电荷的含义. 3. 掌握电荷守恒定律并能解决问题.

### 解题依据

### 名题诠释

### 1 知识·能力聚焦

#### ❖ 1. 两种电荷及电荷间的相互作用规律

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.

#### ❖ 2. 摩擦起电

当两种不同材料的物体互相摩擦时,一些束缚得不紧的电子往往从一个物体转移到另一个物体,于是原来电中性的物体由于得到电子而带负电荷,失去电子的物体则带正电荷.如毛皮摩擦橡胶棒,橡胶棒带负电荷;丝绸摩擦玻璃棒,玻璃棒带正电荷.

⚡【注意】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.毛皮摩擦橡胶棒,电子转移到橡胶棒上,橡胶棒带负电荷,而毛皮失去电子一定带正电荷,同样也可确定丝绸摩擦玻璃棒时,丝绸带负电荷.

#### ❖ 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,使导体带电,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,带电体的一部分电荷转移到验电器上,使验电器的指针张开,如图 1-1-1 所示.



图 1-1-1

⚡【注意】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,但有一种情况能确定电荷量分配,即两个完全相同的导体球相互接触后把剩余电荷量平分.

如甲、乙两完全相同的金属球分别带  $+10\text{C}$  和  $-6\text{C}$  电荷量,接触后均带  $+2\text{C}$  电荷量.若两球分别带  $+10\text{C}$  和  $-10\text{C}$  电荷量,接触后都不带电这种现象叫电荷的中和.

#### ❖ 4. 静电感应,感应起电

##### (1) 静电感应

◆【例题 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微粒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  $P$  点向下射入由正、负电极产生的电场中,它们的运动轨迹如图 1-1-6 所示,

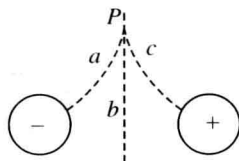


图 1-1-6

则( ).

- A.  $a$  带负电荷,  $b$  带正电荷,  $c$  不带电荷  
 B.  $a$  带正电荷,  $b$  不带电荷,  $c$  带负电荷  
 C.  $a$  带负电荷,  $b$  不带电荷,  $c$  带负电荷  
 D.  $a$  带正电荷,  $b$  带负电荷,  $c$  不带电荷

●●●容易题●●● 2005 年广东调考

【解析】在电场中  $b$  不发生偏转,所以不带电;  $a$  向左偏转,说明  $a$  所受电场力偏向左方,故知  $a$  带正电荷;  $c$  向右偏转,说明  $c$  所受电场力偏向右方,故知  $c$  带负电荷,正确选项为 B.

【答案】 B

⚡【点评】解答本题关键是明确同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引,从而得出正确的答案.

◆【例题 2】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,可能是因为摩擦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荷

●●●容易题●●●

【解析】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相同,因而电子可以在物体间转移.若一个物体失去电子,其质子数比电子数多,我们说它带正电荷.若一个物体得到电子,其质子数比电子数少,我们说它带负电荷.使物体带电并不是创造出电荷.

【答案】 B、D

⚡【点评】在分析电荷的起电和中和现象时,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.

◆【例题 3】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( ).

一个带电的物体靠近另一个绝缘导体时,导体的电荷分布发生明显的变化.物理学中把这种现象叫做静电感应.

沪教版

导体由于受附近带电体的影响而出现带电的现象叫做静电感应.

鲁教版

如图1-1-2所示,当一个带电体靠近导体时,由于电荷间相互吸引或排斥,导体中的自由电荷便会趋向或远离带电体,使导体靠近带电体的一端带异号电荷,远离带电体的一端带同号电荷.这种现象叫做静电感应.

人教版



图 1-1-2

(2) 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.

人教版

鲁教版

**【特别提示】** 由于同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引,在静电感应时,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.例如当带正电荷的玻璃棒靠近金属体时,金属体靠近玻璃棒时一端会带上负电荷,远离玻璃棒的一端会带上正电荷,如图1-1-3(a)所示.如果把金属体接地,那么电子会从大地“跑”到金属体上而中和掉金属体一端的正电荷,从而使金属体带上了负电荷,如图1-1-3(b)和(c)所示.再移开玻璃棒,金属体就带上了负电荷,如图1-1-3(d)所示.所以,感应起电的实质是在带电体上电荷的作用下,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.

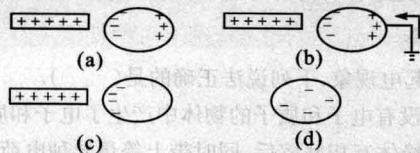


图 1-1-3

(3) 感应起电的步骤

①将枕形导体A和B彼此接触.如图1-1-4甲所示.

②使带电体C(如带正电荷)靠近相互接触的两导体A、B中的A端.如图1-1-4乙所示.

③保持C不动,用绝缘工具分开A、B.如图1-1-4丙所示.

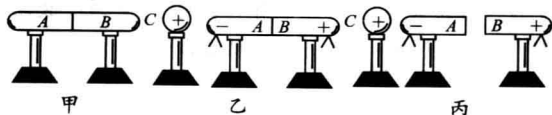


图 1-1-4

④移走C,则A带负电荷,B带正电荷.

人教版

如果先移走C,再分开A、B,那么原来A、B上感

- 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
- D. 部分电子由玻璃棒转移到金属球上

●●●容易题●●● ●2009年山东联考●

**【解析】** 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,从而使金属球及金属箔片都带正电荷.正确选项为A、C.

**【答案】** A、C

**【点评】** 在分析接触起电过程中,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.

**【例题4】** 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1-1-7中各图表示验电器上感应电荷的分布情况,正确的是( ).

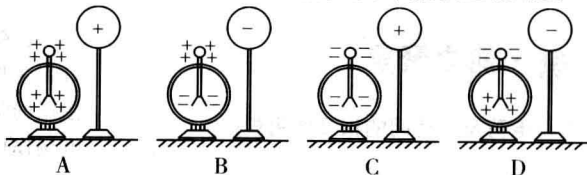


图 1-1-7

●●●容易题●●● ●2006年北京高考理综●

**【解析】** 把带电金属球移近不带电的验电器,若金属球带正电荷,则将导体上的自由电子吸引上来,这样验电器的上部将带负电荷,箔片带正电荷;若金属球带负电荷,则将导体上的自由电子排斥到最远端,这样验电器的上部将带正电荷,箔片带负电荷.选项B正确.

**【答案】** B

**【点评】** 本题考查考生对静电感应现象和电荷守恒定律的理解,会用电荷间的相互作用规律分析问题.

**【例题5】** 如图1-1-8所示,不带电的枕形导体的A、B两端各贴有一对金箔.当枕形导体的A端靠近一带电导体C时( ).

- A. A端金箔张开,B端金箔闭合
- B. 用手触摸枕形导体后,A端金箔仍张开,B端金箔闭合
- C. 用手触摸枕形导体后,将手和C都移走,两对金箔均张开
- D. 选项A中两对金箔分别带异种电荷,选项C中两对金箔带同种电荷



图 1-1-8

●●●中难题●●● ●2009年广东模拟●

**【解析】** 根据静电感应现象,带正电荷的导体C放在枕形导体附近,在A端出现了负电荷,在B端出现了正电荷,这样的带电并不是导体中有新的电荷,只是电荷的重新分布.金箔上带电相斥而张开.选项A错误.

用手摸枕形导体后,B端不是最远端了,人是导体,人的脚部连接的地球是最远端,这样B端不再有电荷,金箔闭合.选项B正确.

用手触摸导体时,只有A端带负电荷,将手和C移走后,不再有静电感应,A端所带负电荷便分布在枕形导体上,A、B端均带有负电荷,两对金箔均张开.选项C正确.

从以上分析可看出,选项D也正确.

**【答案】** B、C、D

**【点评】** 解答此题的关键是应明确人是导体,触摸时A、B、人体和地球组成一个导体,A为近端物体,带异种电荷,地球则为远端,带同种电荷.

**【例题6】** 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( ).

应出的异种电荷会立即中和,不会使A、B带电。

### 5. 原子结构与电荷守恒定律

#### (1) 原子结构与起电本质

物质由分子、原子组成,原子由原子核和绕核旋转的电子组成,原子核内部的质子带正电荷,核外电子带负电荷。当原子所含的电子数与质子数相等时,物体不显电性,当物体受外界的影响,电子发生转移时,原子内电子数与质子数不再相等,这时物体就带电了。

可见,使物体带电的过程只不过是电荷发生转移的过程,电荷并没有产生或消失。

**【注意】** 在物质内部,原子核是相对固定的,内部的质子更不能脱离原子核而移动,所以起电过程中,转移的电荷都是核外电子。

#### (2) 电荷守恒定律

大量事实证明:电荷既不能创造,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。在任何转移的过程中,电荷的总量不变,这个规律叫做电荷守恒定律。

粤教版 人教版 鲁科版 沪教版

(3) 在一定条件下,电荷是可以产生和湮没的,但电荷的代数和不变。如一对正、负电子的湮没,转化为一对光子;一个中子衰变成一个质子和一个电子。这两种情况带电粒子总是成对湮没和产生,两种电荷数目相等,正负相反,而光子或中子都是中性的,本身不带电,所以电荷的代数和不变。因此电荷守恒定律也可叙述为: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。

人教版

#### (4) 电荷守恒是自然界重要的基本规律之一。

### 6. 元电荷

(1) 电荷量: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1m的地方,若它们之间的作用力是 $9.0 \times 10^9 \text{ N}$ ,那么这两个电荷分别所带的电荷量就是1C。

沪教版

(2) 元电荷: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, $e = 1.602\ 177\ 33 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,计算中可取 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。这是由美国物理学家密立根设计的油滴实验,取得了上千组数据后,得到的结论。

粤教版 人教版 沪教版

(3) 比荷:电子的电荷量 $e$ 与电子的质量 $m_e$ 之比,叫做电子的比荷。 $\frac{e}{m_e} = 1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$ 。

人教版

**【注意】** 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。

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

●●●容易题●●● 2004年广东高考变式题

**【解析】** 本题主要考查组成原子核的质子和中子的性质,对质子 ${}^1_1\text{H}$ :带电荷量为 $2 \times \left(+\frac{2}{3}e\right) + \left(-\frac{1}{3}e\right) = e$ ,故由2个u夸克和1个d夸克组成;对中子 ${}^0_1\text{n}$ :带电荷量为 $1 \times \left(+\frac{2}{3}e\right) + 2 \times \left(-\frac{1}{3}e\right) = 0$ ,故由1个u夸克和2个d夸克组成。

故B选项正确。

**【答案】** B

**【点评】** 近代物理学夸克理论的出现,打破了元电荷 $e$ 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。

**【例题7】** 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?

●●●容易题●●●

**【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,则

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

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球带正电荷,这样,共转移的电子电荷量为

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

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

**【例题8】** 一个带电小球所带电荷量为 $q$ ,则 $q$ 可能是( )。

- A.  $3 \times 10^{-19} \text{ C}$       B.  $1.6 \times 10^{-17} \text{ C}$   
C.  $0.8 \times 10^{-19} \text{ C}$       D.  $9 \times 10^{-19} \text{ C}$

●●●容易题●●●

**【解析】** 由于所有带电体的电荷量等于 $e$ 或者是 $e$ 的整数倍,而 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,可知B正确。

**【答案】** B

**【例题9】** 绝缘细线上端固定,下端挂一轻质小球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1-1-9所示,现使b带电,则( )。

- A. b将吸引a,吸住后不放开  
B. b先吸引a,接触后又把a排斥开  
C. a、b之间不发生相互作用  
D. b立即把a排斥开

●●●中难题●●●

**【解析】** b球带电后,使a产生静电感应,感应的结果是a靠近b的一侧出现与b异种的感应电荷,远离b的一侧出现与b同种的感应电荷。虽然a上的感应电荷等量异号,但因为异种电荷离b更近,所以b对a的电场力为引力。当b吸引a使两者接触后,由于接触带电,b、a又带上同种电荷,有斥力作用,因而又把a排斥开,所以B项正确。

**【答案】** B

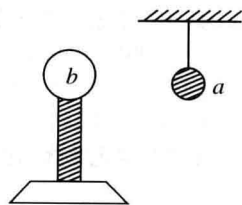


图1-1-9



## 2 方法·技巧平台

### 7. 分析摩擦起电、接触起电问题的方法

(1) 对于摩擦起电问题应明确原子核中的质子不能脱离原子核而移动,即相互摩擦的两个物体中移动转移的不可能是正电荷,转移的只是负电荷即电子.带正电荷的物体一定失去了电子,带负电荷的物体一定获得了电子.

(2) 接触起电过程中电子转移的规律

①带正电荷的物体与带负电荷的物体接触,电子由带负电荷的物体转移到带正电荷的物体上.

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

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

(3) 电荷守恒定律的应用

①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.

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

②完全相同的两个带异种电荷的金属球,电荷量分别为  $Q_1$  和  $-Q_2$ ,接触后各自的电荷量相等.

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

(4) 感应起电判断方法

①带电体靠近导体时,靠近带电体的近端带异种电荷,远离带电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,带异种电荷,地球为远端,带同种电荷.

### 8. 验电器检验电荷的原理和方法

验电器的原理是根据同种电荷相排斥,异种电荷相吸引的规律设计而成.另外还要掌握其起电的本质,那就是在验电器的金属小球和金属箔间能转移的电荷只能是电子.

人教版

## 3 创新·思维拓展

### 9. 绝缘体不能被感应起电

感应起电的实质是在带电体上电荷的作用下,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.只有导体上的电子才能自由移动,绝缘体上的电子不能那么自由地移动,所以导体能发生感应起电,而绝缘体不能.

### 10. 摩擦起电与感应起电的异同点

(1) 相同点:实质相同,都是电子的转移.

(2) 不同点:①材料不同:前者是绝缘体,后者是导体;②方式不同:前者必须接触,后者只需靠近.

### 11. 带电物体为何能吸引轻小物体

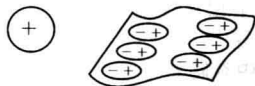


图 1-1-5

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.即使小物体是绝缘体也会由于电介质极化,使小物体靠近带电体一端显示出与带电体相异的电荷,远离一端为同种电荷,如图 1-1-5 所示,这样,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.

◆【例题 10】 下列关于验电器的有关说法正确的是( ).

A. 将带负电荷的硬橡胶棒与验电器小球接近时,金属箔上质子被吸引从而转移到小球上

B. 将带负电荷的硬橡胶棒与验电器小球接近时,小球上电子被排斥从而转移到金属箔

C. 将带负电荷的硬橡胶棒与原不带电的验电器小球接触,验电器的金属箔因带负电荷而张开

D. 将带负电荷的硬橡胶棒与原不带电的验电器小球接近,验电器的金属箔因带负电荷而张开

●●●容易题●●●

【解析】 同种电荷相排斥,异种电荷相吸引.当带负电荷的硬橡胶棒靠近验电器小球时,其中电子受到排斥力作用而向金属箔转移.此时金属小球失去电子带正电荷,金属箔得到电子带负电荷.由于金属箔的两片箔带同种电荷互相排斥而张开.若金属箔带电荷量越多,则排斥力越大,其张角越大.当带负电荷的硬橡胶棒接触验电器小球时,在接触前的靠近过程中同样会引起金属小球中的电子向金属箔转移,只是接触后硬橡胶棒上的负电子向金属小球再发生转移.

在固体的起电现象中,能转移的电荷只有电子,质子不能自由移动.

【答案】 B、C、D

◆【例题 11】 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,看到它们互相吸引,接触后又互相排斥,则下列说法正确的是( ).

- A. 接触前,A、B 一定带异种电荷  
B. 接触前,A、B 可能带异种电荷  
C. 接触前,A 球一定不带任何净电荷  
D. 接触后,A 球一定带负电荷

●●●中难题●●●

【解析】 由于电介质极化,任何带电体都可吸引轻小物体,而不能认为只有异种电荷才存在吸引力,所以 A 可能不带电,也可能带正电荷,接触后,A 可能带负电荷,也可能带正电荷.

【答案】 B

◆【例题 12】 在我国北方天气干燥的季节,脱掉外衣后再去摸金属门把手时,常常会被电击一下.这是为什么?

●●●中难题●●●

【解析】 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,带电的手会感应金属门把手带电,在手和金属门之间就产生放电现象,于是产生电击的感觉.