

龙门品牌  学子至爱

新课标

龙门
考题

高中物理

主 编 朱 浩
本册主编 朱 浩

高中
电学
(一)



龍門書局

www.Longmenbooks.com

新课标



高中电学（一）

高中物理

主 编：朱 浩

本册主编：朱 浩

龍 門 書 局
北 京

神新篇

读者使用指南

版权所有 侵权必究

举报电话:(010)64030229;(010)64034315;13501151303

邮购电话:(010)64034160

图书在版编目(CIP)数据

龙门专题:新课标.高中物理.高中电学(一)/朱浩主编;朱浩
本册主编. —北京:龙门书局,2008

ISBN 978-7-5088-1683-8

I. 龙… II. ①朱…②朱… 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 143381 号

责任编辑:田 旭 马建丽 王昌泰/封面设计:耕 者

龙 门 书 局 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

北京龙兴印刷厂 印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2008 年 9 月 第 一 版 开本:A5(890×1240)

2008 年 9 月 第一次印刷 印张:11 1/2

字数:416 000

定 价:19.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

1.《龙门专题》适合什么样的同学使用?

《龙门专题》是针对中等程度及中等程度以上的学生研究开发的,尤其是对尖子生来讲,《龙门专题》是必备图书!

2.中等程度的学生使用本书应注意什么?

这套书在设计上全面贯彻循序渐进的学习方法,中等程度的学生要特别注意:

“知识点精析与应用”部分侧重夯实学生的基础,重点在把基础知识讲细、讲透,适合为中等程度的学生奠定扎实的基础;

“能力拓展”部分重点在于拓展学生思维,直接与中高考的难度、题型接轨,适合中等学生提高成绩。

3.《龙门专题》适合什么时间使用?(3~5理科)

同步学习使用:

《龙门专题》每一节内容都是按照教材的顺序编排的,因此可以随着教学进度同步使用,老师讲到哪里,就紧跟着做透哪一本专题。

中高考复习:

“基础篇”适用于第一轮全面复习,全面梳理知识点,从这一角度,专题比任何高考复习资料都要详细、全面;

“综合应用篇”适用于第二轮专项复习,尤其是跟其他专题、其他学科进行交叉综合时,事半功倍。

4.如何使用《龙门专题》打下扎实的基础知识?

“万变不离其宗!”考试题目都是由基础知识演化而来的,因此基础知识是极其重要的,只有准确地理解、牢固地掌握基础知识,才能灵活、轻松地应用和解题!

使用《龙门专题》打基础,重点注意每节的“知识点精析与应用”,它分为三个小部分:

知识点精析:可帮助学生更全面的理解重点,突破难点;

解题方法指导:通过经典和新颖的例题帮助学生掌握解题规律和技巧;

基础达标演练:可以即学即练,便于巩固。

5.如何使用《龙门专题》拓展视野,提高素质?

“能力拓展”栏目是在牢固掌握基础的前提下,提高学生的综合素质和应试能力的,它同样包括三个小部分:

释疑解难:以综合性、关联所学知识,并作深度的拓展和延伸;

典型例题导析:最具代表性的例题、全面的思路分析、有的放矢的总结和反思,培养学生的解题技巧和方法;

思维拓展训练:完美的拓展训练设计,提升学生的学科思维能力。

6.怎么样在中高考复习中使用《龙门专题》?

“知识点精析与应用”用于梳理知识脉络,掌握基本知识;复习时侧重使用“能力拓展”栏目,这部分立足于教材,对中高考必考内容进行拓展提升,也包括了一些难点和失分率较高的内容。

此外,“本书知识结构”、“本讲知识网络图”能帮助学生迅速快捷地掌握全部知识体系,提高复习效率。在中高考的复习备考中,还要注意:近年本专题知识在高考(中考)中所占分数比例,紧跟第二轮专项复习节奏使用。

7.尖子生如何使用《龙门专题》?

从全国调查看,尖子生最喜爱的教辅图书中,《龙门专题》被提及率十分高;来自高考状元的信息也表明,尖子生是特别适合使用本书的。尖子生在使用本书时,要注意以下几点:

首先,立足基础,通过自学或者预习的方式将基础知识理解并掌握;

其次,学习的重点放在“能力拓展”上,提高综合能力和应对中高考的能力;

再次,在复习中,一个板块一个板块的逐一解决,力争做到没有任何知识点的遗漏;

最后,中高考的复习,侧重于专题与专题之间、不同学科之间的复合型试题的研究和训练,确保在考试中基础题目不失分。



未名湖畔，博雅塔旁。

明媚的晨光穿透枝叶，懒散的泻落在林间小道上，花儿睁开惺忪的眼睛，欣喜地迎接薄薄的雾霭，最兴奋是小鸟，扇动翅膀在蔚蓝的天空中叽叽喳喳地欢唱起来了。微风轻轻拂动，垂柳摇曳，舒展优美的身姿，湖面荡起阵阵涟漪，博雅塔随着柔波轻快地翩翩起舞。林间传来琅琅的读书声，那是晨读的学子；湖畔小径上不断有人跑过，那是晨练的学子；椅子上，台阶上，三三两两静静的坐着，那是求索知识的学子……

在北大，每个早晨都是这样的；在清华，每个早晨都是这样的；在复旦，在交大，在南大，在武大……其实，在每一所高校里，早晨都是一幅青春洋溢、积极进取的景象！

在过去几年时间里，我一直在组织北大、清华的高考状元、奥数金牌得主还有其他优秀的学子到全国各地巡回演讲。揭开他们“状元”的光环，他们跟我们是那么的相似，同样的普通与平凡。

是什么成就了他们的“状元”辉煌？

在来来往往带他们出差的路上，在闲来无事的聚会聊天过程中，我越来越发现，在普通平凡的背后，他们每个人都是一道亮丽独特的风景，都是一段奋斗不息、积极进取的历程，他们的成功，是偶然中的必然。

小朱，一个很认真、很可爱的女孩子，高中之前家庭条件十分优越，但学习一直平平；在她上高中前，家庭突遭变故，负债累累，用她妈妈的话说，“家里什么都没有了，一切只能靠你自己了。”她说自己只有高考一条路，只有考好了，才能为家里排忧解难。我曾经在台下听她讲自己刻苦学习的经历：“你们有谁在大年



三十的晚上还学习到深夜三点？你们又有谁发烧烧到 39 度以上还在病床上看书？……”那一年，她以总分 684 分成为了浙江省文科高考状元。

陆文，一个出自父母离异的单亲家庭的女孩，她说，她努力学习的动力就是想让妈妈高兴，因为从小她就发现，每次她成绩考得很好，妈妈就会很高兴。为了给妈妈买一套宽敞明亮的房子，她选择了出国这条路，考托福，考 GRE，最后如愿以偿，被芝加哥大学以每年 6.4 万美金的全额奖学金录取为生物方向的研究生。6.4 万美金，当时相当于人民币 52 万。

齐伟，湖南省高考第七名，清华大学计算机学院的研究生，最近被全球最大的软件公司 MICROSOFT 聘为项目经理；霖秋，北京大学数学学院的小妹，在坚持不懈的努力中完成了自身最重要的一次涅槃，昨天的她在未名湖上游弋，今天的她已在千里之外的西雅图……

还有很多很多优秀的学子，他们也都有自己的故事，酸甜苦辣，很真实，很精彩。我有幸跟他们朝夕相处，默默观察，用心感受，他们的自信，他们的执着，他们的勤奋刻苦，尤其是他们的“学而得其法”所透露出来的睿智更让人拍案叫绝，他们人人都有一套行之有效的学习方法，花同样的时间和精力他们可以更加快速高效，举一反三。我一直在想：如果当年我也知道他们的这些方法，或许我也能考个清华北大的吧？

多年以来，我一直觉得我们的高考把简单的事情搞复杂了，学生们浪费了大量的时间和精力却收效甚微；多年以来，我们也一直在研究如何将一套优良的学习方法内化在图书中，让同学们在不知不觉中轻松快速的获取高分。这，就是出版《龙门专题》的原因了。

一本好书可以改变一个人的命运！名校，是每一个学子悠远的梦想和真实的渴望。“少年心事当拿云，谁念幽寒坐呜呃！”
龙门专题，走向名校的阶梯！



总策划 王

2008 年 7 月

编委会

主 编：朱 浩

编委会成员：张一为 李小龙 吴曾希 江晓洁
刘 炜 陈 平 庄建芳 张凤娟
温卫国 魏金春 张丹彤 翟富兰
陈 强 丁忠平 孔竹清 周晓慧
吴纯平 蒋永根 陈平良 薛 明
周新跃 李 琴 杨明华 冯建华
孙燕婉 缪 昆 张馨若 杨钰敏
李桂华 王正春 孙路平 徐金宏
尹孝庆 吴 刚 徐伯静 李志峰
周依群 吴世龙 许逢梅 刘卫华
蒋兆平 刘忠平 于其泰 殷宗玉
张玉元 张传生 李建玉 马忠琪
姜 玮 王 婷 薛 峰 吴维佳
谢明元 李 书 吴金龙 史大平
房鹤年 姚雪军 李金元 陈益明
陈志梅 钱 颖 徐 勇 薛钰康
邵龙瑞 吴维佳 李 伟 张海平
周渊远 秦文清 潘文华 黄 凯
王 葭 胡 洁 周蓉娟 朱亚军
王剑峰 顾 俊 何建波 周 枚
邵艾丽 马晓旭 任清平 张惠珊

Contents

目录

基础篇	(1)
第一讲 库仑定律	(2)
第二讲 电场强度	(18)
第三讲 电势能、电势和电势差	(41)
第四讲 电场强度和电势差的关系	(61)
第五讲 电场中的导体、电容	(73)
第六讲 带电粒子在电场中的运动	(92)
第七讲 电动势 欧姆定律	(121)
第八讲 串、并联电路	(148)
第九讲 焦耳定律 电阻定律	(172)
第十讲 闭合电路欧姆定律	(189)
第十一讲 多用电表 简单的逻辑电路	(222)
第十二讲 磁现象和磁场	(257)
第十三讲 安培力 磁感应强度	(265)
第十四讲 带电粒子在磁场中的运动	(284)
综合应用篇	(327)
电磁场	(327)



基础篇

高考内容范围及要求

内 容	要求	说 明
1. 电荷 电荷守恒定律 点电荷	I	
2. 库仑定律	II	
3. 静电场 电场线	I	
4. 电场强度 点电荷的场强	II	电场的叠加只限于两个电场强度叠加的情形
5. 电势能 电势 等势面	I	
6. 电势差	II	
7. 匀强电场中电势差和电场强度的关系	I	
8. 带电粒子在匀强电场中的运动	II	只限于带电粒子进入电场时速度平行或垂直于场强的情况
9. 电容器 电容	I	电容器的计算不作要求
10. 示波管	I	示波器的工作原理不作要求
11. 电流 电动势	I	
12. 欧姆定律 闭合电路欧姆定律	II	
13. 电阻定律	I	
14. 决定导线电阻的因素(实验、探究)	II	
15. 电阻的串联与并联	I	
16. 测量电源的电动势和内阻(实验、探究)	II	
17. 电功 电功率 焦耳定律	I	
18. 简单的逻辑电路	I	电路设计和定量计算不作要求
19. 磁场 磁感应强度 磁感线 磁通量	I	
20. 通电直导线和通电线圈周围磁场的方向	I	
21. 安培力 安培力的方向	I	
22. 匀强磁场中的安培力	II	计算限于直导线跟磁感应强度平行或垂直两种情况;通电线圈磁力矩的计算不作要求
23. 洛伦兹力 洛伦兹力的方向	I	
24. 洛伦兹力公式	II	
25. 带电粒子在匀强磁场中的运动	II	计算限于速度与磁感应强度平行或垂直两种情况
26. 质谱仪 回旋加速器	I	质谱仪和回旋加速器的技术细节不作要求

第一讲 库仑定律

课标要求

1. 了解静电现象及其在生活和生产中的应用. 用原子结构和电荷守恒定律的知识分析静电现象.
2. 知道点电荷, 体会科学研究中的理想模型方法, 知道两个点电荷间相互作用的规律. 通过静电力与万有引力对比, 体会自然规律的多样性与统一性.

重点聚焦

库仑定律

知识点精析与应用

知识点精析

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, 失去电子的物体则带正电. 如毛皮摩擦橡胶棒, 橡胶棒带负电; 丝绸摩擦玻璃棒, 玻璃棒带正电.

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, 而毛皮失去电子一定带正电, 同样地可确定丝绸摩擦玻璃棒时, 丝绸带负电.

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, 使物体带电, 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 所示.

注意:接触带电时, 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.

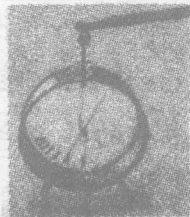


图 1-1

如甲、乙两完全相同的金属球分别带 $+10\text{C}$ 和 -6C 电量, 接触后均带 $+2\text{C}$ 电量. 若

两球分别带 $+10\text{C}$ 和 -10C 电量,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

如图 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, 导体靠近带电体的一端带异号电荷, 远离的一端带同号电荷。这种现象叫做静电感应。

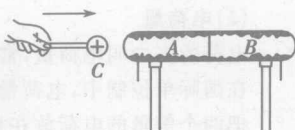


图 1-2

(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。

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。例如当带正电的玻璃棒靠近金属体时, 金属体靠近玻璃棒一端会带上负电, 远离玻璃棒的一端会带上正电, 如图 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 1-3(b) 和 (c) 所示。再移开玻璃棒, 金属体就带上了负电荷, 如图 1-3(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。

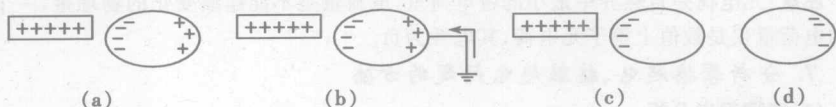


图 1-3

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, 也不能消失, 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。

(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。



(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,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 。

(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, $e=1.60217733 \times 10^{-19} \text{C}$,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。

(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。

$$\frac{e}{m_e} = 1.76 \times 10^{11} \text{C/kg}$$

注意:元电荷是自然界中最小的带电电荷量,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。

7. 分析摩擦起电、接触起电问题的方法

(1) 摩擦起电分析

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。带正电的物体一定失去了电子,带负电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 带正电的物体与带负电的物体接触,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,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,电子由带负电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. 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。

当一个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。

注意: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当作点电荷,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。

特别提示: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 10cm 的带电圆盘,如果考虑它和 10m 处某个电子的作用力,就完全可以把它看做点电荷;而如果这个电子离圆盘只有 1mm,那么这一带电圆盘又相当于一个无限大的带电平面。

9. 库仑定律

(1) 定律内容

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,与它们之间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) 公式

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,同种电荷相斥,异种电荷相吸。

(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。

当两点电荷均静止或只有一个电荷发生运动时,库仑定律适用;当两点电荷均运动时,库仑定律不适用。

若在电介质(电介质为绝缘体如空气、煤油等)中,两点电荷的作用力 $F = kQ_1 Q_2 / \epsilon r^2$, ϵ 为电介质的介质常数。

(5) 当多个带电体同时存在时,每一对带电体间的库仑力仍遵守库仑定律

某一带电体同时受到多个库仑力作用时,可利用力的平行四边形定则求出其合力。

(6) 库仑力与万有引力

库仑定律表明,库仑力与距离平方成反比例,这与万有引力十分相似,虽然目前尚不清楚两者是否存在内在联系,但利用这一相似性,借助于类比方法,人们完成了许多问题的求解。



(7) 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 $F=kQ_1Q_2/r^2$ 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 $r \rightarrow 0$ 时,不能再利用库仑定律计算两电荷间的相互作用力.

②可将计算库仑力的大小与判断库仑力的方向两者分别进行.即用公式计算库仑力大小时,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,只将其电荷量的绝对值代入公式中从而算出力的大小;力的方向再根据同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引加以判别.也可将 Q_1 、 Q_2 带符号运算, F 为“+”表示斥力, F 为“-”表示引力.

(8)库仑力一样遵循牛顿第三定律,不要认为电量大的对电量小的电荷作用力大.相互作用力 F 是 Q_1 与 Q_2 之间的相互作用力, F 是 Q_1 对 Q_2 的作用力,也是 Q_2 对 Q_1 的作用力,是一作用力和反作用力,即大小相等方向相反.

10. 检验电荷(试探电荷)

所谓检验电荷(一般以 q_0 表示)是这样规定的:

①电荷 q_0 的几何线度必须充分小,即可以把它看做是点电荷,只有这样才可以用它来确定空间各点的电场性质.

②电荷 q_0 的电量要足够小,使得它的引入不引起场源电荷分布发生改变而影响原有电场,这样测得的场性质才是原来存在的场性质.

③检验电荷一般参考书中都未明确它的正负,因为检验电荷的正负并不是原则性问题.但是,为了统一研究,一般规定检验电荷是正电荷.

由此看来,点电荷与检验电荷这两个概念有同、有异.相同的是它们几何线度必须足够小,小到在我们研究范围内可以忽略;不同的是点电荷并不要求电量一定要充分小,而检验电荷的电量一定要充分小;点电荷可以是正的亦可以是负的,而检验电荷一般是正的.

从概念上来看,点电荷与检验电荷这两个概念是从属关系.因为检验电荷的外延被点电荷的外延全部包含.点电荷不一定是检验电荷,但检验电荷一定是点电荷.

11. 库仑力的求解与应用

库仑力也称为静电力,它具有力的共性.它与学过的重力、弹力、摩擦力是并列的.它具有力的一切性质,它是矢量,合成分解时遵从平行四边形定则,与其他的力平衡,使物体发生形变,产生加速度.

(1) 求库仑力的大小和方向

①确定研究对象 q_1 或 q_2 .

②画出 q_1 与 q_2 连线的示意图,并标明距离 r .

③根据库仑定律 $F=k\frac{Q_1Q_2}{r^2}$ 列方程.

④根据同种电荷相斥,异种电荷相吸确定方向.

(2)利用割补法,根据对称关系求球壳或圆环对球心或圆心外点电荷的库仑力

此类问题一般是在球壳上挖去一小块,或在环上截去一小段后求点电荷所受的库仑

力,即先求出挖去的一小块或一小段所带的电荷量;再求出对中心点电荷的作用力,但方向相反,由对称性可知,即是我们要求的力。

(3) 静电力叠加原理

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



解题方法指导

[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1-4各图表示验电器上感应电荷的分布情况,正确的是 ()

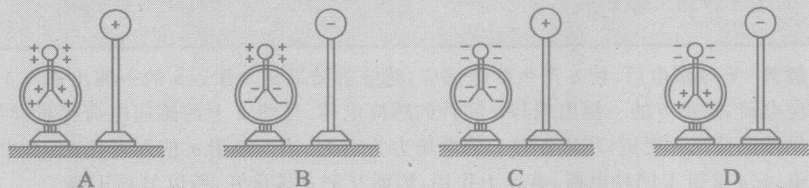


图 1-4

解答 把带电金属球移近不带电的验电器,若金属球带正电,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,箔片带正电;若金属球带负电,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,箔片带负电.选项 B 正确。

答案 B

评注 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 夸克带电量为 $\frac{2}{3}e$, d 夸克带电量为 $-\frac{1}{3}e$, 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

解答 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 $2 \times \frac{2}{3}e + (-\frac{1}{3}e) = e$,故由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成;对中子 ${}^1_0\text{n}$:带电荷量为 $1 \times \frac{2}{3}e + 2 \times (-\frac{1}{3}e) = 0$,故由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成。

故 B 选项正确。

答案 B

评注 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3 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1-5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

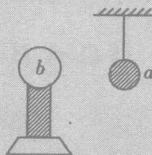


图1-5

解答 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

例4 两个半径为 R 的带电球所带电荷量分别为 q_1 和 q_2 ,当两球心相距 $3R$ 时,相互作用的静电力大小为

()

- A. $F = k \frac{q_1 q_2}{(3R)^2}$ B. $F > k \frac{q_1 q_2}{(3R)^2}$ C. $F < k \frac{q_1 q_2}{(3R)^2}$ D. 无法确定

解答 因为两球心距离不比球的半径大很多,所以不能看做点电荷,必须考虑电荷在球上的实际分布.当 q_1 、 q_2 是同种电荷时,相互排斥,分布于最远的两侧,电荷中心距离大于 $3R$;当 q_1 、 q_2 是异种电荷时,相互吸引,分布于最近的一侧,电荷中心距离小于 $3R$,如图1-6所示.所以静电力可能小于 $k \frac{q_1 q_2}{(3R)^2}$,也可能大于 $k \frac{q_1 q_2}{(3R)^2}$,D正确。

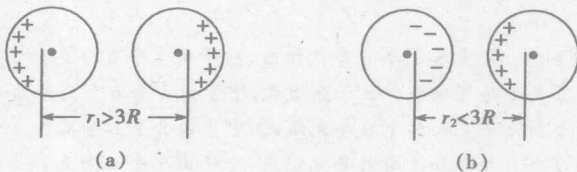


图1-6

答案 D

评注 若电荷是均匀分布在球体上,则可认为电荷集中在球心,其相互作用力 $F =$

$$k \frac{q_1 q_2}{(3R)^2}$$