



· 各个击破 ·

名师视点

M INGSHI SHIDIAN

高中物理

· 电 场 ·

苗 琦 潘 浩 主编

双色 亮丽版



东北师范大学出版社



名师视点 各个击破

名师视点

M

INGSHI SHIDIAN

高中物理

· 电 场 ·

苗 琦 潘 浩 主编

东北师范大学出版社·长春

图书在版编目 (CIP) 数据

名师视点. 高中物理. 电场/苗琦, 潘浩主编.
长春: 东北师范大学出版社, 2002. 6

ISBN 7 - 5602 - 3092 - X

I. 名... II. ①苗...②潘... 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 (2002) 第 204611 号

MINGSHI SHIDIAN

- ☐ 出版人: 贾国祥 ☐ 策划创意: 一编室
☐ 责任编辑: 杨明宝 ☐ 责任校对: 李健平
☐ 封面设计: 魏国强 ☐ 责任印制: 张允豪

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街 138 号 邮政编码: 130024

电话: 0431—5695744 5688470 传真: 0431—5695734

网址: WWW.NNUP.COM 电子函件: SDCBS@MAIL.JL.CN

东北师范大学出版社激光照排中心制版

沈阳新华印刷厂印刷

2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

开本: 890mm × 1240mm 1/32 印张: 3.25 字数: 108 千

印数: 00 001 — 50 000 册

定价: 4.50 元



CHUBANZHE DE HUA

出版者的话

《名师视点》丛书的创意始于教材改革的进行，教材的不稳定使教辅图书市场一度处于混乱状态，新旧图书杂糅，读者即使有一双火眼金睛，也难辨真伪。但无论各版别的教材如何更新、变革，万变不离其宗的是，删改陈旧与缺乏新意的内容，增加信息含量，增强人文意识，创新精神，增添科技内涵，活跃思维，培养学生的创新、理解、综合分析及独立解决问题等诸多能力，而这些目标的实现均是以众多不断调整的知识版块、考查要点串连在一起的，不管教材如何更改，无论教改的步子迈得多大，这些以丰富学生头脑，开拓学生视野，提高其综合素养为宗旨的知识链条始终紧密地联系在一起，不曾有丝毫的断裂，而我们则充分关注形成这一链条的每一环节，这也是“视点”之所在。

《名师视点》丛书的出版正是基于此种理念，涵盖初高中两个重点学习阶段，以语文、英语、数学、物理、化学五个学科为线索，以各科可资选取的知识版块作为专题视点，精讲，精解，精练。该丛书主要具有以下特点：

一、以专题为编写线索

语文、英语、数学、物理、化学五主科依据初高中各年级段整体内容及各学科的自身特点，科学、系统地加以归纳、分类及整理，选取各科具有代表性的知识专题独立编写成册，并以透彻的讲解，精辟的分析，科学的练习，准确的答案为编写思路，再度与一线名师携手合作，以名师的教学经验为图书的精髓，以专题为视点，抓住学科重点、知识要点，缓解学生过重的学习负担。

二、针对性、渗透性强

“专题”，即专门研究和讨论的题目，这就使其针对性较明显。其中语文、英语两科依据学科试题特点分类，数学、物理、化学各科则以知识块为分类依据，各科分别撷取可供分析讨论的不同版块，紧抓重点难点，参照国家课程标

准及考试说明，于潜移默化中渗透知识技能，以达“润物细无声”之功效。

三、双色印刷，重点鲜明

《名师视点》丛书采用双色印刷，不仅突破以往教辅图书单调刻板的局限，而且对重点提示及需要引起学生注意的文字用色彩加以突出，使其更加鲜明、醒目。这样，学生在使用时既可以方便地找到知识重点，又具有活泼感，增添阅读兴趣。

四、适用区域广泛

《名师视点》丛书采用“专题”这一编写模式，以人教版教材为主，兼顾国内沪版、苏版等地教材，汲取多种版本教材的精华，选取专题，使得该套书在使用上适用于全国的不同区域，不受教材版本的限制。

作为出版者，我们力求以由浅入深、切中肯綮的讲解过程，化解一些枯燥的课堂教学，以重点、典型的例题使学生从盲目的训练中得以解脱，以实用、适量的练习减少学生课下如小山般的试卷。

我们的努力是真诚的，我们的探索是不间断的，成功并不属于某一个人，它需要我们的共同努力，需要我们携手前行。

东北师范大学出版社
第一编辑室



MINGSHI SHIDIAN

目录

名

师

视

点

电 场	1
一、电荷 库仑定律	1
二、电场 电场强度	11
三、电场线	19
四、电势 电势差 等势面 电势能	28
五、电场中的导体	43
六、带电粒子在电场中的运动	52
七、电容 电容器	65
八、实验观察与制作	76
综合能力检测	83



电 场

一、电荷 库仑定律

知识技能



1 两种电荷:自然界中只存在两种电荷——正电荷和负电荷.用电荷量这个物理量来表示电荷的多少,正电荷的电荷量用正数来表示,负电荷的电荷量用负数来表示.电荷之间有相互作用:同种电荷互相排斥,异种电荷相互吸引.

2 中和与起电(电荷的转移)

同种电荷放在一起互相增强,异种电荷放在一起互相减弱或抵消.等量异种电荷完全相互抵消的现象叫中和.

起电就是使物体带电,实际是使物体中的正负电荷分开的过程.常见的有三种方式:摩擦起电、感应起电和接触起电.其中接触起电的过程不要简单看成是电荷的传递和分配,当带电体与非带电体(以导体为例)靠近时,先出现静电感应,接触时又出现部分中和,才使非带电体起电.这是一个较复杂的转移过程.

3 电荷守恒定律:大量事实说明:电荷既不能创造,也不能被消灭,它们只能从一个物体转移到另一个物体,或从物体的一部分转移到另一部分,电荷总量不变.

4 元电荷:大小等于质子和电子的电荷量,因为所有带电体的电荷量或等于 e ,或等于 e 的整数倍,所以称电荷量 e 为元电荷.

$$e=1.6\times 10^{-19}\text{ C}.$$

e 的大小由密立根通过油滴实验测得,具体可参看本书实验部分.这个实验的意义在于它证实了电荷的分立性,是电学定量研究的开端,是近代物理的重要基础.

5 点电荷:在研究带电体之间的相互作用时,带电体的形状及大小往往带来诸多不便,因此,在带电体间的距离比它们的大小大得多,以致带电体的形状和大小对相互作用力的影响可以忽略不计时,我们就将带电体看成没有大小的带电的点,即点电荷.这是一种科学的抽象,是一种理想模型,与力学中质点的概念相似.值得注意的是,这种对带电体大小和形状的忽略只是相对的,“点电荷一定很小”“小的带电体一定可以看成点电荷”的认识是不严密的.另外,将带电体看成是点电荷忽略的是大小和形状,电荷量丝毫不变,因此点电荷的电荷量不管多大都不奇怪.

6 库仑定律:法国物理学家库仑通过大量实验总结出:在真空中两个点电荷之间的作用力大小跟它们的电荷量的乘积成正比,跟它们之间的距离的平方成反比,作用力的方向在它们的连线上.

如果用 Q_1 、 Q_2 表示两点电荷的电荷量,用 r 表示它们间的距离,用 F 表示两个点电荷间的静电力,则表达式为: $F=k\frac{Q_1Q_2}{r^2}$.

式中 k 为静电力恒量,在国际单位制中 $k=9.0\times 10^9\text{ N}\cdot\frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}$.

库仑定律是本章的一个重点,因此在掌握它时应注意以下几点:

(1)适用范围:真空中的点电荷.

(2)电荷量虽可以用正负号加以区分,但在使用库仑定律解题时,不必带入正负号,因为计算结果不代表力的方向,没有意义.库仑力的方向结合具体情况另作判断.

(3)应用库仑定律解题的一般步骤:首先确定研究对象.如果相互作用的是几个物体,要根据实际情况,适当选用“整体法”和“隔离法”进行受力和运动分析后,列方程求解.

(4)库仑定律的应用是电学和力学知识的综合,涉及力学中受力分析、物体平衡、牛顿运动定律,甚至动量和机械能方面的知识,因此有必要此前作好复习.另外,计算表明:在研究微观带电粒子间的相互作用时,通常可不计万有引力.

典型示例



例 1 两个半径为 R 的带电球所带电荷量分别为 q_1, q_2 , 当两球球心相距为 r 时, 相互作用的库仑力大小是()。

A. $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

B. $F < k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

C. $F > k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

D. 无法确定

解析 考虑到定律的适用范围, 题中尚未明确是不是点电荷, 因此得分情况讨论。

如果 $r \gg R$, 可看作点电荷, A 的结果是合理的。

如果 r 不是远大于 R , 但电荷在球上是均匀分布的, A 的结果也是合理的。

如果 r 不是远大于 R , 带电球又是金属球的话, 由于电荷间的相互作用会使电荷在球表面重新分布, 会出现如图 1 - 1 所示的两种情况:

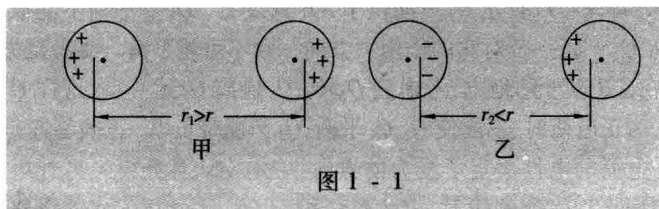


图 1 - 1

如图 1 - 1 甲所示, 同种电荷时, B 答案合理。

如图 1 - 1 乙所示, 异种电荷时, C 答案合理。

由于多种可能性的存在, 此题只能选 D。

说明 此题重点考查库仑定律的适用范围, 同时也联系到电荷之间的相互作用对电荷分布的影响。我们在处理这类问题时要注意分析题中的隐含条件。

例 2 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, 则下列说法中正确的是()。

A. 接触前, A 一定带负电

B. 接触前, A 一定带正电

C. 接触前, A 可能带正电

D. 接触前, A 可能不带任何净电荷

解析 异种电荷相吸引。凡带电体都可以吸引轻小物体, 因此两物体先吸引后排斥有两种可能情况: 一种是 A 先前带正电被 B 吸引, 由于电荷量或多或少

于 B , 接触后电荷部分中和, 又重新分配, 最后净剩的不管是正电还是负电, A 和 B 一定带同种电荷, 排斥开. 另一种情况是 A 不带电, 先被 B 吸引, 接触带正电, 又被排斥开. 答案是 C 和 D .

说明 不要以为只有带电体间才有电力存在. 轻小物体虽然净电荷是零, 但是受到带电体的感应后, 内部电荷会重新分布, 从而受到电场力的作用被吸引. 从以上两例可以看出: 电荷的相互作用可改变电荷的分布, 电荷的分布又影响带电体间的相互作用.

例 3 两个可自由移动的点电荷分别放在 A 、 B 两处, 如图 1-2 所示, A 处为正电荷 Q_1 , B 处为负电荷 Q_2 , 且 $Q_2 = 4Q_1$, 另取一可以自由移动的点电荷 Q_3 放在 AB 直线上, 欲使整个系统处于平衡状态, 则 ().

- A. Q_3 为负电荷, 且放于 A 左方
- B. Q_3 为负电荷, 且放于 B 右方
- C. Q_3 为正电荷, 且放于 AB 之间
- D. Q_3 为正电荷, 且放于 B 右方

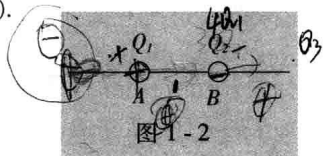


图 1-2

解析 每一个电荷都受到另两个电荷的静电力作用, 且都处于平衡状态. 根据库仑定律, 首先可以肯定 Q_3 只能位于 AB 直线上. Q_3 要平衡不能放在 AB 之间, 因为此时 Q_1 、 Q_2 一正一负对它的作用力方向一致不可能平衡. 要满足方向相反的条件, 只能放在 AB 以外的地方, 考虑到 $Q_2 > Q_1$, Q_3 应离 Q_2 远一点, 这样 Q_3 只能放在 A 的左侧. Q_3 为正电荷时, 不能使 Q_2 、 Q_1 平衡, Q_3 只能带负电. 正确答案是 A .

说明 电荷的电性决定了受力的方向, 一定要认真分析. 另外电性不确定有可能会使问题出现多解的情况, 应注意分析.

例 4 一根水平放置的光滑玻璃管, 绝缘性很好, 内部放置有两个完全相同的弹性金属小球 A 、 B (大小不计), 如图 1-3 所示, 分别带电荷量 $9Q$ 和 $-Q$. 两球由图示位置由静止释放, 问两球再经过图示位置时, 其加速度为释放时多少倍?

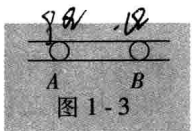


图 1-3

解析 库仑力服从牛顿第三定律, 两球受力大小时刻相同, 又因质量相同所以两球的加速度大小时刻相同. 两次经同一位置时先后的加速度不同是受库仑力不同造成的. 两球开始相互吸引, 碰后电荷重新分配, 电荷量变了, 力自然变了. 好在两种情形下距离相同, 故只分析电荷量变化, 就可求得加速度的变化. A 、 B 间库仑力 $F_1 = \frac{kQ_A Q_B}{r^2}$, r 为 AB 间距离. $a_1 = \frac{F_1}{m}$, m 为球的质量. 碰后, $Q_A' = Q_B' =$

$$\frac{(Q_A + Q_B)}{2} = 4Q, \text{ 则 } F_2 = \frac{kQ_A' Q_B'}{r^2}, a_2 = \frac{F_2}{m}, \text{ 所以, } \frac{a_2}{a_1} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{Q_A' Q_B'}{Q_A Q_B} = \frac{16}{9}.$$



说明 此题是力学和电学知识的综合运用,涉及电荷的分配规律、库仑定律及牛顿运动定律.

例 5 如图 1-4 所示,均匀带电圆环所带电荷量为 $+Q$,半径为 R ,圆心为 O , P 为垂直于圆环平面的对称轴上的一点, $OP=L$,求处于 P 点的点电荷 $+q$ 所受的静电力.

解析 不能将整个圆环看成点电荷,因此不能直接用库仑定律求出圆环对点电荷的静电力.设想将圆环分成 n 小段,当 n 相当大时,每一小段可看成点电荷,其带电荷量 $Q'=\frac{Q}{n}$.由库仑定律可求 Q' 与 q 之间的静电力 $F=k\frac{Q'q}{r^2}=$

$k\frac{Qq}{n(R^2+L^2)}$.由对称性可知,各小段电荷对 q 的静电力在竖直平面内的分量 F_1 相互抵消,而水平分量 F_2 之和即为 q 所受的总静电力,所以 $F_{\text{总}}=nF_2=nF\cos\alpha=n\cdot$

$\frac{kQq}{n(R^2+L^2)}\cdot\frac{L}{\sqrt{R^2+L^2}}=\frac{kQqL}{(R^2+L^2)^{\frac{3}{2}}}$.

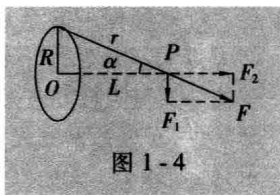


图 1-4

说明 库仑定律叙述的是两个点电荷之间的规律,但它也可以用来解非点电荷间的相互作用力.此题用小量分析的方法,将圆环带电体看成若干点电荷,求每一点电荷与 q 间作用力,再作矢量合成.巧妙运用了库仑定律解决了非点电荷间的相互作用.

能力检测



一、选择题

- 下列关于点电荷的说法正确的是().
 - 只有体积很小的带电体才能看成点电荷
 - 体积很大的带电体一定不能看成点电荷
 - 点电荷一定是电荷量很小的电荷
 - 两个带电金属球不一定能将它们作为电荷集中在球心的点电荷来处理
- 两个大小相同,带电荷量相同的小球 A 和 B ,分别固定在两处,二球间作用力为 F ,用一个不带电的同样大小的小球 C 先和 A 接触,再与 B 接触,然后移去 C ,则 A 、 B 间的作用力可能变为().

2014.4.12

- A. $\frac{F}{8}$ B. $\frac{F}{4}$ C. $\frac{3}{8}F$ D. $\frac{F}{10}$

3. 如图 1-5 所示,三个点电荷 q_1, q_2, q_3 固定在一直线上, q_2 与 q_3 的距离为 q_1 与 q_2 距离的 2 倍,每个电荷所受静电力的合力均为零.由此可以判定,三个电荷的电荷量之比 $q_1:q_2:q_3$ 为().

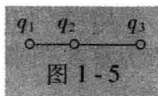


图 1-5

- A. $-9:4:-36$ B. $9:4:36$ C. $-3:2:-6$ D. $3:2:6$
4. 两个带电荷量相等的正点电荷,若在一个点电荷上取去电荷 Δq ,而在另一个点电荷上加上这个 Δq ,保持距离不变,则它们间的相互作用力将().
- A. 变大 B. 不变 C. 变小 D. 无法确定

5. 竖直绝缘墙壁上的 Q 点,有一固定质点 A ,在 Q 点正上方的 P 点用丝线悬挂一质点 B , A, B 因带负电而互相排斥,致使悬线与竖直方向夹角为 θ . 由于漏电, A, B 电荷量逐渐减少,在电荷漏完之前,悬线的拉力大小(如图 1-6 所示)().

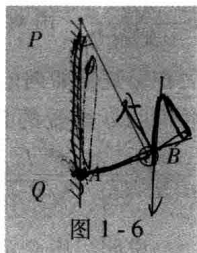


图 1-6

- A. 逐渐减小 B. 逐渐增大
C. 保持不变 D. 先变小后变大
6. 两个点电荷在真空中保持一定的距离,若其中一个点电荷电荷量增加了 $\frac{1}{2}$,但仍保持它们之间的作用力不变,则另一个电荷的电荷量减少了().

- A. $\frac{1}{5}$ B. $\frac{1}{4}$ C. $\frac{1}{3}$ D. $\frac{1}{2}$

7. 两个带电小球 A, B 的质量分别为 m_1, m_2 ,带电荷量分别为 q_1, q_2 ,静止时两悬线与竖直方向的夹角分别为 α_1, α_2 ,且 A, B 恰好处于同一水平面上,则().

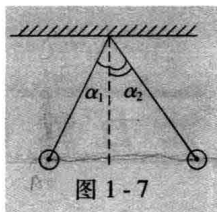


图 1-7

- A. 若 $q_1=q_2$,则 $\alpha_1=\alpha_2$ B. 若 $q_1>q_2$,则 $\alpha_1<\alpha_2$
C. 若 $m_1=m_2$,则 $\alpha_1=\alpha_2$ D. 若 $m_1<m_2$,则 $\alpha_1>\alpha_2$

8. 如图 1-8 所示,在光滑绝缘水平面上,固定着质量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 球的初始加速度为 -1 m/s^2 (向右为正),若释放 c 球, c 球的初始加速度为 3 m/s^2 . 则当释放 b 球时, b 球的初始加速度为().

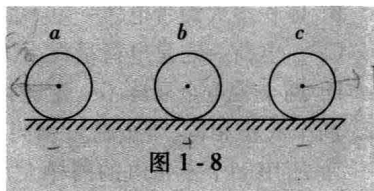


图 1-8

A. -2 m/s^2

B. 2 m/s^2

C. 1 m/s^2

D. -1 m/s^2

二、填空题

9. 两个点电荷甲和乙同处于真空中.

(1) 甲电荷量是乙电荷量的 4 倍, 则甲对乙的作用力是乙对甲的作用力的 4 倍.

(2) 若把每个电荷的电荷量都增加为原来的 2 倍, 那么它们之间的相互作用力变为原的 4 倍.

(3) 若保持电荷量不变, 而将距离增为原来的 4 倍, 那么它们之间的作用力变为原来的 1/16 倍.

(4) 若保持其中一个电荷量不变, 而另一个电荷量增为原来的 4 倍, 为使其相互作用力不变, 则它们之间的距离将变为原来的 2 倍.

(5) 把每个点电荷的电荷量都增为原来的 4 倍, 那么它们之间的距离必须变为原来的 4 倍, 才能使其间的作用力不变.

10. 在真空中有 A 、 B 两个点电荷, A 带电荷量为 $8 \times 10^{-6} \text{ C}$, 与带负电的 B 相距 30 cm, 它们之间库仑力的方向为 排斥. 当库仑力的大小为 2.56 N 时, 点电荷 B 具有电子 1.6×10^{17} 个.

11. 如图 1-9 所示, A 、 B 都是绝缘导体, A 带正电荷, B 不带电, 现让 B 靠近 A (不接触), B 的带电情况是 感应起电, 左端带正电, 右端带负电; 若把 B 的左端接地, B 的带电情况是 带负电.

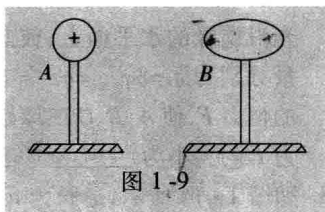


图 1-9

12. 如图 1-10 所示, 一个绝缘金属空心球带正电荷, A 、 B 两金属小球用一导线相连, 则小球 A 的带电情况是 带正电; 小球 B 的带电情况是 带正电.

13. 两个点电荷, 电荷量分别是: $q_1 = 4 \times 10^{-9} \text{ C}$, $q_2 = -9 \times 10^{-9} \text{ C}$, 两者固定在相距 20 cm 的 a 、 b 两点上, 有一个点电荷 c 放在 ab 连线上并保持平衡, 则 c 应放置在距 12 的 内 (内、外) 侧 12 cm 处. 如 a 、 b 自由, 要使 a 、 b 、 c 均保持平衡, 则 c 应带 正 电, 电荷量是 $1.6 \times 10^{-9} \text{ C}$.

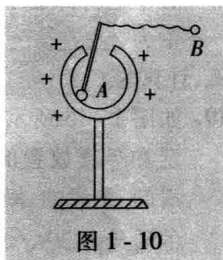


图 1-10

14. A 、 B 、 C 是三个完全相同且带有绝缘棒的金属小球, 已知其中一个小球带电. 如果让 A 先与 B 接触再与 C 接触, 再把 A 、 C 球放在相距 R 的两位置上, 测得 A 、 C 球之间的库仑力为 F_1 ; 接着设法让三个球恢复初始状态, 然后让 C 球先后与 A 、 B 接触, 再把 A 、 C 放在相距为 R 的位置上, 此时 A 、 C 间库仑力仅为



$\frac{F_1}{4}$, 由此可以判定原先带电的是 _____ 球.

15. 如图 1-11 所示, 电荷量分别为 Q 和 q 的两个点电荷, 放置在 A 点和 B 点, 已知 $AB=BC=L$,

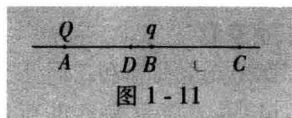


图 1-11

$DB=\frac{L}{4}$, 现在把一点电荷 q_0 依次放在 C 点和 D 点, 为了使两个点电荷对 q_0 的

两个电场力大小相等, q_0 在 C 点时, $\left|\frac{Q}{q}\right| = \underline{\hspace{2cm}}$, 在 D 点时, $\left|\frac{Q}{q}\right| = \underline{\hspace{2cm}}$.

16. 如图 1-12 所示, 两个可视为质点的金属球 A 、 B 质量都是 m , 带电荷量分别为 $+2q$ 和 $-q$, 用长为 L 的绝缘细线相连, 另用绝缘细线系住 A 悬挂于 O 点而保持平衡. 重力加速度为 g , 则连接 OA 的细线张力是 _____, 连接 AB 的细线张力是 _____.

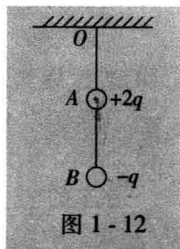


图 1-12

17. 如图 1-13 所示, 质量均为 m 的三个带电小球 A 、 B 、 C 放在光滑绝缘的水平面上, 彼此相距 L , A 、 B 球所带电荷量分别为 $q_A=8q$, $q_B=q$. 若在 C 球上加一个水平向右的恒力 F , 使 A 、 B 、 C 三球始终保持间距 L 的运动, 则力 F 的大小为 _____, C 球所带电荷量为 $\underline{16q}$.

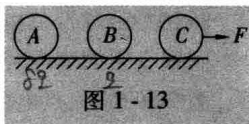


图 1-13

18. 如图 1-14 所示, 边长为 a 的正方形的四个顶点放置等量正电荷 Q , 如果在对角线交点 O 处引入第五个电荷 q , 恰好使五个电荷都处于平衡状态, 则第五个电荷带 _____ 电, 电荷量为 _____.

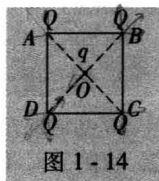


图 1-14

三、计算题

19. 如图 1-15 所示, A 、 B 是带等量同号电荷的小球, A 固定在竖直放置的 10 cm 长的绝缘支杆上, B 平衡于光滑的、绝缘的、倾角为 30° 的斜面上时恰与 A 等高, 若 B 的质量为 $30\sqrt{3}$ g, 则 B 带电荷量是多少?

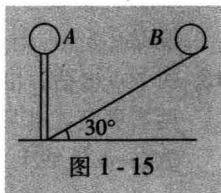


图 1-15

参考答案

KEY

- 一、1. D. 提示: 看成点电荷的带电体的体积是相对距离很小的, 不一定很小, 而且对它所带电荷量不加限制. 金属球带电后, 电荷的分布受外部电荷影响, 有时不能作为电荷集中在球心处的点电荷.

2. A C. 提示:(1)当 A 和 B 带等量异种电荷时, C 与 A 接触后, C 和 A 各带上同种电荷, 电荷量为 A 原来电荷量的一半, C 再与 B 接触, B 的电荷量先中和掉一半, 剩下一半平分, 电荷量为 B 原来电荷量的 $\frac{1}{4}$, 这时 AB 间的作用力为原来的 $\frac{1}{8}$. (2)当 A 、 B 带同种电荷时, 经与上面相似的分析可知 AB 间作用力变为原来的 $\frac{3}{8}$.

3. A. 提示: q_2 与 q_1 、 q_3 必是异种电荷, 否则 q_1 和 q_3 无法平衡. 当 q_1 平衡时有:

$$k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{q_1 q_3}{(3r)^2} \text{ 得出 } q_2 : q_3 = 1 : 9; \text{ 当 } q_3 \text{ 平衡时有: } k \frac{q_1 q_3}{(3r)^2} = k \frac{q_2 q_3}{(2r)^2} \text{ 得 } q_1 : q_2 = 9 : 4. \text{ 所以 } q_1 : q_2 : q_3 = -9 : 4 : -36 \text{ 或 } q_1 : q_2 : q_3 = 9 : -4 : 36.$$

4. C. 提示: $\because (Q - \Delta q) \cdot (Q + \Delta q) = Q^2 - \Delta q^2 < Q^2, \therefore k \frac{Q^2}{r^2} > k \frac{(Q - \Delta q)(Q + \Delta q)}{r^2}$.

5. C. 提示: 在夹角 θ 变小的过程中, 由重力、拉力和库仑力组成的矢量三角形的 B 球与 $\triangle PAB$ 始终相似, 因绳长不变故对应拉力大小不变.

6. C. 提示: 使用库仑定律可解.

7. C D. 提示: AB 球受力平衡时, A 的库仑力 $F_A = m_1 g \tan \alpha_1$, B 球的库仑力为 $F_B = m_2 g \tan \alpha_2$, 因为 $F_A = F_B$, 所以 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\tan \alpha_2}{\tan \alpha_1}$, 由此可知 C、D 正确.

8. A. 提示: $F_{ba} + F_{ca} = m \cdot (-1 \text{ m/s}^2)$ ①, $F_{ac} + F_{bc} = m \cdot (3 \text{ m/s}^2)$ ②, 将①②式作和得:

$$F_{ba} + F_{bc} = m \cdot (2 \text{ m/s}^2) \quad (F_{ca} = -F_{ac}). \quad b \text{ 球受合外力 } F = F_{ab} + F_{cb} = -(F_{ba} + F_{bc}) = -m \cdot (2 \text{ m/s}^2), \text{ 所以 } b \text{ 球的加速度为 } -2 \text{ m/s}^2, \text{ 方向向左.}$$

二、9. (1)1; (2)4; (3) $\frac{1}{16}$; (4)2; (5)4 $\left(F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \right)$.

10. 引力; 2×10^{13} . 提示: 由 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 可得 $Q_2 = \frac{Fr^2}{kQ_1} = 3.2 \times 10^{-6} \text{ C}$, 则电子数 $N = \frac{Q_2}{e} = 2 \times 10^{13}$ 个.

11. 左端显负电, 右端显正电; 左端显负电右端不带电. 提示: B 中电子受 A 中正电荷感应聚集左端, 右端因电子迁移剩余正电荷, 接地后, 大地中电子受吸引将右端正电荷中和掉.

12. 不带电; 带正电. 提示: 同种电荷相排斥, 所以分布尽量彼此远离, A 不带电, B 中会有一定量的正电荷.

13. q_1 ; 外; 40 cm; 负; $3.6 \times 10^{-8} \text{ C}$. 提示: C 球要保持平衡, 受到 q_1 和 q_2 的力方向要相反, 所以只能放在 q_1 和 q_2 的外侧; 要大小相等, 只能离 q_1 更近些, 所以放在



q_1 的外侧. 根据 $k \frac{q \cdot q_1}{x^2} = k \frac{q \cdot q_2}{(x+0.2)^2}$ 解得距离为 40 cm. a, b, c 均平衡, c 带电

荷电性应与 q_2 相同与 q_1 相反, 才能保证彼此受力方向相反. 根据 $k \frac{q \cdot q_2}{0.6^2} =$

$k \frac{q_1 \cdot q_2}{0.2^2}$ 解得 $q_c = 3.6 \times 10^{-8} \text{ C}$.

14. C. 提示: 如果 A 带电, A 先与 B 再与 C 接触后, A 电荷量为 $\frac{Q}{4}$, C 电荷量为

$\frac{Q}{4}$; C 先后与 A、B 接触后, A 电荷量为 $\frac{Q}{2}$, C 电荷量为 $\frac{Q}{4}$, 与已知受力情况不

符, 故不可能. 如果 B 带电, 当 C 先后与 A、B 接触时, A 将不带电, 故 A、C 将没有库仑力作用, 故也不可能. 排除以上两种可能性, 带电的只能是 C 球.

15. 4:1; 9:1. 提示: 利用 $F = k \frac{q \cdot Q}{r^2}$ 可以比较出来.

16. $2mg; mg - 2 \frac{kq^2}{L^2}$. 提示: 将 AB 看成整体, AB 间库仑力不考虑, AB 的重力与 OA

拉力平衡, 所以 $T_{OA} = 2mg$. 以 B 为研究对象, 受力平衡: $T_{AB} + k \frac{2q^2}{L^2} = mg$, 故有

$$T_{AB} = mg - k \frac{2q^2}{L^2}.$$

17. $\frac{72kq^2}{L^2}; -16q$. 提示: C 与 AB 电性相反, 故 C 带电荷量为 $-q_C$, 则有 $F - \frac{kq_B q_C}{L^2} -$

$$\frac{kq_A q_C}{(2L)^2} = \frac{kq_B q_C}{L^2} + \frac{kq_A q_B}{L^2} = \frac{kq_A q_C}{(2L)^2} - \frac{kq_B q_A}{L^2}, \text{解得 } F = \frac{72kq^2}{L^2}, q_C = 16q.$$

18. 负; $0.96Q$. 提示: B、C、D 对 A 有斥力, q 只有对 A 有引力才可平衡, 故带负电.

由共点力平衡条件可知: $F = F_C + \sqrt{F_B^2 + F_D^2}$ 即 $k \frac{Qq}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2} = k \frac{Q^2}{(\sqrt{2}a)^2} +$

$$\sqrt{2} k \frac{Q^2}{a^2} \text{ 解得 } q = 0.96 Q.$$

三、19. AB 间水平距离 $r = h \cdot \cot 30^\circ = 10\sqrt{3} \text{ cm} = \frac{\sqrt{3}}{10} \text{ m}$. 以 B 球为对象依平衡条

件得: AB 间库仑力 $F = mg \cdot \tan 30^\circ = \frac{3\sqrt{3}}{10} \times \frac{\sqrt{3}}{3} = 0.3 \text{ N}$. 设 B 电荷量为 q , 则

$$F = k \frac{q^2}{r^2}, q = r \cdot \sqrt{\frac{F}{k}} = \frac{\sqrt{3}}{10} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \times 10^{-5} = 10^{-6} \text{ C}.$$

二、电场 电场强度

知 识 技 能



1 电场:经过长期科学研究,人们认识到:电荷间的相互作用是通过电场发生的.电场是存在于电荷周围的看不见、摸不着的物殊物质.电场的基本性质是对放入其中的电荷有力的作用,这种力叫电场力.本节研究的是静电场.

2 试探电荷:研究电场,必须在电场中放入电荷.这种用来研究电场中各点情况的电荷称为试探电荷.它必须有这样两个特点:电荷量充分小——放入之后,不致影响原来要研究的电场;体积充分小——便于准确研究电场中各点情况.试探电荷是一种理想模型.

试探电荷与另一种理想模型——点电荷的共同点是:都是没大小的点.不同点是:点电荷对电荷量没要求,试探电荷电荷量要充分小.实际的点电荷大小忽略的条件是相对两电荷间的距离而言的,要求 $l \ll r$. 试探电荷大小的忽略条件是相对电场的区域充分小,才可以用它来确定空间各点的电场性质,可见试探电荷比一般点电荷要求更高.

3 电场强度:从力的角度描述电场各处的强弱和方向的物理量.电场强度是一个矢量,其定义式为 $E = \frac{F}{q}$.

式中, q 为放入电场中的试探电荷的电荷量, F 为该试探电荷所受的电场力.由此也可以说,场强 E 的大小等于电场中该点处单位正电荷所受电场力的大小.电场强度方向规定为该正电荷所受电场力的方向.

电场强度是本节重点概念,掌握时应注意:

(1)定义采用比值法——两个已有物理量比值定义一个新的物理量.新的物理量有新的物理意义,与那两个物理量无关.在电场强度的定义中,虽引入了试探电荷 q ,但场强是描述电场本身力的特性的物理量, E 与试探电荷无关,即使在电场中未置入试探电荷,该点仍具有场强 E .