

高中物理 新课程

学习指导

3-1
(选修)

人教版

与人教版普通高中课程标准
实验教科书配套

河南省基础教育教学研究室 编

大象出版社

第一章 静电场

课标同步导航

- 1 电荷及其守恒定律
- 2 库仑定律
- 3 电场强度
- 4 电势能和电势
- 5 电势差
- 6 电势差与电场强度的关系
- 7 静电现象的应用
- 8 电容器的电容
- 9 带电粒子在电场中的运动

高考同步链接

本章综合测试

第二章 恒定电流

课标同步导航

- 1 电源和电流
- 2 电动势
- 3 欧姆定律
- 4 串联电路和并联电路
- 5 焦耳定律
- 6 电阻定律
- 7 闭合电路的欧姆定律
- 8 多用电表
- 9 实验: 测定电池的电动势和内阻
- 10 简单的逻辑电路

高考同步链接

本章综合测试

第三章 磁场

课标同步导航

- 1 磁现象和磁场
- 2 磁感应强度
- 3 几种常见的磁场
- 4 磁场对通电导线的作用力
- 5 磁场对运动电荷的作用力
- 6 带电粒子在匀强磁场中的运动

高考同步链接

本章综合测试

阶段评价测试一

阶段评价测试二

习题详解点拨



高中物理 新课程 学习指导

3-1
(选修)

人教版

与人教版普通高中课程标准
实验教科书配套

河南省基础教育教学研究室 编

大象出版社



目 录

第一章 静电场/1

- 1 电荷及其守恒定律/1
- 2 库仑定律/2
- 3 电场强度/4
- 4 电势能和电势/6
- 5 电势差/8
- 6 电势差与电场强度的关系/10
- 7 静电现象的应用/12
- 8 电容器的电容/14
- 9 带电粒子在电场中的运动/15
- 高考同步链接/17
- 本章综合测试/20

第二章 恒定电流/ 23

- 1 电源和电流/23
- 2 电动势/24
- 3 欧姆定律/25
- 4 串联电路和并联电路/27
- 5 焦耳定律/29
- 6 导体的电阻/31
- 7 闭合电路的欧姆定律/32
- 8 多用电表的原理/34
- 9 实验:练习使用多用电表/36
- 10 实验:测定电池的电动势和内阻/38
- 11 简单的逻辑电路/41
- 高考同步链接/42
- 本章综合测试/44

第三章 磁场/47

- 1 磁现象和磁场/47
- 2 磁感应强度/48
- 3 几种常见的磁场/49
- 4 通电导线在磁场中受到的力/51
- 5 运动电荷在磁场中受到的力/53
- 6 带电粒子在匀强磁场中的运动/55
- 高考同步链接/57
- 本章综合测试/60

阶段评价测试一/63

阶段评价测试二/67

附习题详解点拨

第一章 静电场

1 电荷及其守恒定律

名师要点解析

【例】如图 1.1-1 所示, A 、 B 、 C 是三个安装在绝缘支架上的金属体, 其中 C 球带正电, A 、 B 两个完全相同的枕形导体不带电。试问: (1) 如何使 A 、 B 都带等量正电? (2) 如何使 A 、 B 都带等量负电? (3) 如何使 A 带负电、 B 带等量的正电?

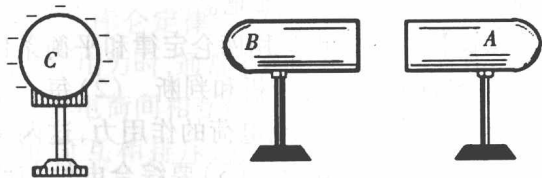


图 1.1-1

【解析】(1) 把 A 、 B 紧密靠拢, 让 C 靠近 B , 则在 B 端感应出负电荷, A 端感应出等量正电荷, 把 A 与 B 分开后再用手摸一下 B , 则 B 所带的负电荷就被中和, 再让 A 与 B 接触一下, A 和 B 就带等量正电。(2) 把 A 、 B 紧密靠拢, 让 C 靠近 B , 则在 B 端感应出负电荷, A 端感应出等量正电荷, 再用手摸一下 A 或 B , 则 A 所带的正电荷就被中和, 而 B 端的负电荷不变, 移去 C 以后再把 A 与 B 分开, 则 A 和 B 就带等量负电。(3) 把 A 、 B 紧密靠拢, 让 C 靠近 A , 则在 A 端感应出负电荷, B 端感应出等量正电荷, 马上把 A 与 B 分开后, 则 A 带负电, B 带等量的正电。

【点拨】在三种起电方法中, 感应起电是高考考查的重点, 感应起电的基本原理是同种电荷相互排斥, 异种电荷相互吸引。

基础同步自测

1. 关于元电荷的理解, 下列说法正确的是

【 】

A. 元电荷就是电子

B. 元电荷是表示跟一个电子所带电荷量数值相等的电荷量

C. 元电荷就是质子

D. 物体所带电量只能是元电荷的整数倍

2. 金属球 A 带 $5q$ 的正电荷, 另一外形相同的金属球 B 带 $-q$ 的电荷。将两金属球接触后再分开, 则金属球 B 的电荷量为

【 】

A. $-q$ B. q C. $2q$ D. $4q$

3. 如图 1.1-2 所示, 有一带正电的验电器, 当一金属球 A 靠近验电器的小球 B (不接触) 时, 验电器的金属箔的张角减小, 则

【 】

A. 金属球 A 可能不带电
B. 金属球 A 可能带负电
C. 金属球 A 可能带正电
D. 金属球 A 一定带负电

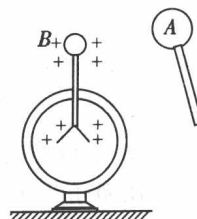


图 1.1-2

4. A 、 B 、 C 三个塑料小球, A 和 B 、 B 和 C 、 C 和 A 之间都相互吸引, 如果 A 球带正电, 则

【 】

A. B 、 C 都带负电
B. B 球带负电, C 球带正电
C. B 、 C 球中必有一个带负电, 另一个不带电
D. B 、 C 球都不带电

5. 电荷量与质量的比叫比荷, 它是一个很重要的物理常量, 电子的比荷为 $\frac{e}{m_e} = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{0.91 \times 10^{-30}} \text{C/kg} =$
 C/kg 。

6. 把带电体靠近导体, 可以使导体靠近带电体的部分 $\text{\hspace{1cm}}$, 这种现象叫做静电感应; 感应起电是使物体中的正负电荷 $\text{\hspace{1cm}}$, 使电荷从物体的一部分 $\text{\hspace{1cm}}$ 到另一部分。

7. 如图 1.1-3 所示, 用丝绸摩擦一根玻璃棒 A , 然后使玻璃棒靠近一根用丝线悬挂起来的轻橡胶棒 B , 可以看到二者相互 $\text{\hspace{1cm}}$ 。如果用毛皮摩

擦这根橡胶棒 B , 再把玻璃棒 A 靠近橡胶棒 B , 可以看到二者相互_____。

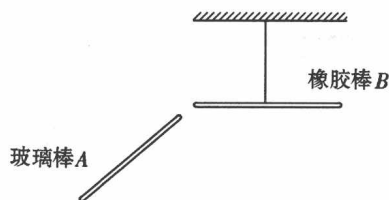


图 1.1-3

8. 有两个完全相同的带电绝缘金属小球 A 、 B , 它们的电荷量分别为 $Q_A = 6.4 \times 10^{-9} \text{C}$, $Q_B = -3.2 \times 10^{-9} \text{C}$, 让两绝缘金属小球接触, 在接触过程中, 电子如何转移并转移了多少?

综合能力拓展

1. 某验电器金属小球和金属箔均带负电, 金属箔处于张开状态。现用绝缘柄将带有少量负电荷的硬橡胶棒向验电器的金属小球稍许靠近, 则验电器金属箔

- 【 】
- A. 张角稍许增大
B. 张角稍许减小
C. 硬橡胶棒的稍许靠近, 致使小球上的电子向金属箔移动
D. 硬橡胶棒的稍许靠近, 致使金属箔上的质子向金属小球移动

2. 如图 1.1-4 所示, 将不带电的导体 A 放在带电体 B 附近, 由于静电感应必有:

- (1) 导体 A 的两端出现_____, 近端 (相对 B) 电荷与 B 异号, 远端电荷与 B 同号。

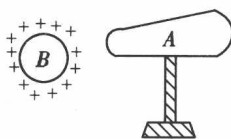


图 1.1-4

- (2) 如果导体 A 上任一点接地, 则 A 的左端带_____。

- (3) 在 A 离开 B 之前断开接地线, 则 A 带_____。

2 库仑定律

名师要点解析

【例 1】如图 1.2-1 所示, 在真空中同一条直线上的 A 、 B 两点固定有电荷量分别为 $+4Q$ 和 $-Q$ 的点电荷。

(1) 将另一个点电荷 C 放在该直线上的哪个位置, 可以使它在电场力的作用下保持静止?

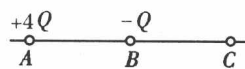


图 1.2-1

(2) 若要求这三个点电荷都只在电场力的作用下保持静止, 那么引入的这个点电荷 C 所带的电荷是正电荷还是负电荷? 电荷量是多大?

【答案】(1) 在 B 点的右侧, 且 $AB = BC$ 。

(2) 点电荷 C 必须带正电, 而且 $Q_A = Q_C = 4Q$ 。

【解析】(1) 先判定第三个点电荷 C 所在的区间, 只有 C 在 B 点的右侧, 而且使 $r_{AC} > r_{BC}$, 才有可能使 $F_{AC} = F_{BC}$, 使 C 处于平衡状态。不论 C 带正电

还是负电, 都有关系: $\frac{4QQ_C}{r_{AC}^2} = \frac{QQ_C}{r_{BC}^2}$, 得 $r_{AC} : r_{BC} = 2 : 1$,

即 C 在 AB 的延长线上, 且 $AB = BC$ 。(2) 三个点电荷都只在电场力作用下保持静止, 即它们在电场力作用下处于平衡, 选 B 为研究对象, A 和 C 对它的库仑力大小相等, 距离也相等, 所以应有 $Q_A = Q_C = 4Q$, 而且 C 点电荷必须带正电。

【点拨】(1) 要能够运用库仑定律和平衡条件对点电荷的平衡问题进行分析 and 判断。(2) 每一个点电荷都会受到其他两个点电荷的作用力, 这两个力应该大小相等, 方向相反。(3) 要综合电性与距离这两个因素进行逻辑推理和分析。

【例 2】如图 1.2-2 所示, 半径相同的两个金属小球 A 、 B , 带有电荷量相等的电荷, 相隔一定距离, 两球之间的相互作用力的大小是 F 。今让第三个半径与 A 、 B 两球相同的不带电的金属小球 C 先后与 A 、 B 两球接触后移开。这时, A 、 B 两球之间的相互作用力的大小可能是

- 【 】
- A. $\frac{1}{8}F$ B. $\frac{1}{4}F$
C. $\frac{3}{8}F$ D. $\frac{3}{4}F$



图 1.2-2

【答案】AC

【解析】因题中信息仅指出两球之间的相互作用力的大小而未指出是引力还是斥力, 所以应分别加以讨论求解。

(1) 若 A 、 B 间的作用力是引力, 则 A 、 B 带异种电荷, 设 A 带电荷量 $q_A = +Q$, B 带电荷量 $q_B = -Q$, 又 C 不带电, 它与 A 接触后, $q_C = q'_A = \frac{Q}{2}$; 再与 B 接

触, $q'_C = \frac{-Q + \frac{Q}{2}}{2} = -\frac{Q}{4} = q'_B$ 。根据库仑定律,

$$F = \frac{kq_A \cdot q_B}{r^2} = \frac{kQ^2}{r^2}, F' = \frac{k \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{4}}{r^2} = \frac{kQ^2}{8r^2}, \text{所以,}$$

$F' = \frac{1}{8}F$, 故选项 A 正确。

(2) 若 A、B 间的作用力为斥力, 则 A、B 带同种电荷。设 A 带电荷量 $q_A = +Q$, B 带电荷量 $q_B = +Q$, 又 C 不带电, 它与 A 接触后, $q_C = q'_A = \frac{Q}{2}$; 再与 B

接触, $q'_C = \frac{\frac{Q}{2} + Q}{2} = \frac{3}{4}Q = q'_B$ 。

根据库仑定律, $F' = k \frac{q'_A q'_B}{r^2} = \frac{3kQ^2}{8r^2}$, 所以 $F' =$

$\frac{3}{8}F$, 故选项 C 正确。

【点拨】(1) 本题考查了中和、接触起电及电荷守恒定律、库仑定律。(2) 利用库仑定律讨论电荷间相互作用力时, 通常不将电荷的正负号代入公式, 而只计算电荷间相互作用力的大小, 力的方向根据同种电荷互相排斥, 异种电荷互相吸引来判断。(3) 两个形状大小相同的金属球接触带电后, 总电荷量平分。

基础同步自测

- 关于点电荷, 下列说法正确的是 **【 】**
 - 带电体的体积很大时不能看成点电荷
 - 点电荷可以是体积很大的带电体
 - 大小和形状对作用力影响可以忽略的带电体可以看成点电荷
 - 点电荷的电荷量可能是 $2.56 \times 10^{-20} \text{C}$
- 库仑定律的适用范围是 **【 】**
 - 真空中两个带电球体间的相互作用力
 - 真空中任意带电体间的相互作用力
 - 真空中两个点电荷间的相互作用力
 - 真空中两个带电体的大小远小于它们之间的距离, 则可应用库仑定律
- 真空中有两个点电荷, 它们之间的相互作用力为 F , 若将每个点电荷的电荷量都增加一倍, 同时使它们之间的距离减半, 那么它们之间的相互作用力将变为 **【 】**

- A. $16F$ B. $4F$ C. $\frac{F}{4}$ D. $\frac{F}{16}$

4. 已知点电荷 A 的电荷量是点电荷 B 的 2 倍, 则 A 对 B 的作用力大小跟 B 对 A 的作用力大小的比值为 **【 】**

- A. 2:1 B. 1:2 C. 1:1 D. 不一定

5. 真空中两个相同的带等量异种电荷的小球 A 和 B (A、B 可看做点电荷), 分别固定在两处, 两球间库仑力为 F 。用一个不带电的同样的小球 C 先和 A 接触, 再与 B 接触, 然后移去 C, 则 A、B 球间的库仑力应为 $\underline{\hspace{2cm}}F$; 若再使 A、B 球间的距离增大一倍, 则它们间的库仑力为 $\underline{\hspace{2cm}}F$ 。

6. A、B 两个带电小球, A 固定不动, B 的质量为 m , 在库仑力的作用下, B 由静止开始运动, 已知初始时, A、B 的间距为 l , B 的加速度为 a , 经过一段时间后, B 的加速度为 $\frac{a}{4}$, 此时 A、B 间的距离应为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

7. 在库仑用扭秤实验研究静电力的规律时, 电荷量的概念还没有完全建立, 甚至连电荷量的单位也没有, 为了获得静电力与电荷量的关系, 库仑把两个相同的金属小球 A、B 相互接触后, 使这两个小球带电荷量分别为 q , 然后把第三个相同的金属小球 C 与 A 球接触后再分开, 则 C 球带电荷量为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 如果把第四个相同的小球 D 与 C 接触后分开, 则 D 球带电荷量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。库仑就用这个方法巧妙地解决了电荷量测量问题。

8. 如图 1.2-3 所示, 一个挂在丝线下端的带正电的小球 B, 静止在图示位置。若固定的带正电的小球 A 的电荷量为 Q , 小球 B 的质量为 m , 带电荷量为 q , 已知 $\theta = 30^\circ$, A 和 B 在同一水平线上, 整个装置处于真空中, 求 A、B 两球之间的距离。

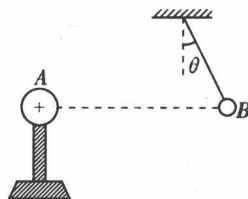


图 1.2-3

综合能力拓展

1. 设某星球带负电,一电子粉尘悬浮在距该星球表面 1000km 的地方,又若将同样的电子粉尘带到距星球表面 2000km 的地方,相对于该星球无初速度释放,则此电子粉尘 【 】

- A. 向星球下落 B. 仍然悬浮
C. 飞向太空 D. 无法判断

2. 如图 1.2-4 所示,在光滑绝缘水平面上固定着 A、B、C 三个带电小球,它们的质量均为 m ,间距均为 r ,A 带电荷量 $Q_A = 10q$,B 带电荷量 $Q_B = q$,若小球 C 上加一个水平向右的恒力,欲使 A、B、C 始终保持 r 的间距运动,求:

- (1) C 球的电性和电荷量 Q_C ;
(2) 水平力 F 的大小。

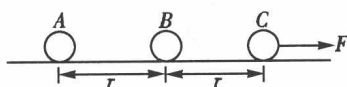


图 1.2-4

3 电场强度

名师要点解析

【例 1】如图 1.3-1 所示,A、B、C、D、E 是半径为 r 的圆周上等间距的五个点,在这些点上各固定一个点电荷,除 A 点处的电荷量为 $-q$ 外,其余各点处的电荷量均为 $+q$,则圆心 O 处 【 】

A. 场强大小为 $\frac{kq}{r^2}$,方向沿 OA 方向

B. 场强大小为 $\frac{kq}{r^2}$,方向沿 AO 方向

C. 场强大小为 $\frac{2kq}{r^2}$,方向沿 OA 方向

D. 场强大小为 $\frac{2kq}{r^2}$,方向沿 AO 方向

【答案】C

【解析】在 A 处放一个 $-q$ 的点电荷与在 A 处同时放一个 $+q$ 和 $-2q$ 的点电荷的效果相当,因此可

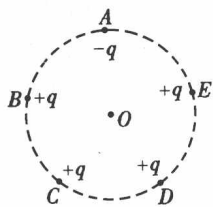


图 1.3-1

以认为 O 处的场强是 5 个 $+q$ 和一个 $-2q$ 的点电荷产生的场强合成的,5 个 $+q$ 处于对称位置上,在圆心 O 处产生的合场强为 0,所以 O 点的场强相当于 $-2q$ 在 O 处产生的场强。故选 C。

【点拨】深刻理解电场强度的概念及场强的计算方法,是学好电场的基础。

【例 2】在场强为 E 的匀强电场中,取 O 点为圆心, r 为半径做一圆周,在 O 点固定一电荷量为 $+Q$ 的点电荷,a、b、c、d 为垂直的两条直径与圆周的四个交点。当把一试探电荷 $+q$ 放在 b 点时恰好平衡,如图 1.3-2 所示,求:

(1) 匀强电场的大小和方向。

(2) 试探电荷 $+q$ 放在 c 点时受力的大小和方向。

(3) 试探电荷 $+q$ 放在 d 点时受力的大小和方向。

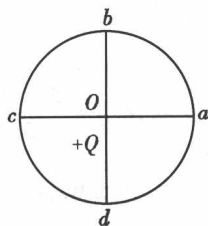


图 1.3-2

【答案】(1) $E = k \frac{Q}{r^2}$,方向竖

直向下;(2) $\sqrt{2}k \frac{Qq}{r^2}$,方向沿与 ac 成 45° 角的方向;

(3) $2k \frac{Qq}{r^2}$,方向沿 bd 方向向下。

【解析】(1) 试探电荷 $+q$ 放在 b 点时,受到两个力的作用,一个是匀强电场的作用力,另一个是点电荷 $+Q$ 的库仑力,二力平衡时有 $Eq = k \frac{Qq}{r^2}$,解方程

得: $E = k \frac{Q}{r^2}$ 。 $+q$ 放在 b 点受到的两个力等大反向,

$+q$ 在 b 点受到的 $+Q$ 的电场力方向竖直向上,则 $+q$ 受到的匀强电场的力应竖直向下, $+q$ 所受到的电场力的方向与电场强度方向相同,因此,匀强电场的方向竖直向下。

(2) 试探电荷 $+q$ 放在 c 点受到电场力应为 $+Q$ 和匀强电场在 c 点合场强的电场力,由于 $+Q$ 在 c 点产生的电场的场强为 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 方向向左,匀强电场的方向向下,大小为 $E = k \frac{Q}{r^2}$,因此在 c 点的合场

强为 $E_c = \sqrt{E^2 + E^2} = \sqrt{2}E$

$= \sqrt{2}k \frac{Q}{r^2}$,所以 $+q$ 在 c 点

所受的电场力为 $F_c = qE_c$

$= \sqrt{2}k \frac{Qq}{r^2}$,方向沿与 ac 成

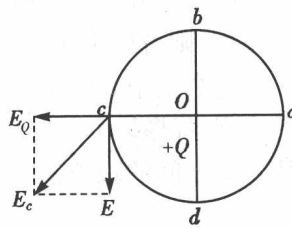


图 1.3-3

45°角的方向。如图1.3-3所示。

(3) $+Q$ 在 d 点产生的场强方向向下,与匀强电场的场强同向,所以, d 点合场强为 $E_d = 2E = 2k \frac{Q}{r^2}$,所以 $+q$ 在 d 点的电场力为 $F_d = qE_d = 2k \frac{qQ}{r^2}$,方向沿 bd 方向向下。

【点拨】(1) 本题综合考查了平衡条件、电场力、电场强度的方向和合成问题。(2) 在有多个电场存在时,实际空间中的电场和场强是多个电场强度的矢量和,遵从平行四边形法则来合成。(3) 试探电荷 $+q$ 在 b 点平衡,实际上是 b 点的场强为零,即匀强电场和点电荷 $+Q$ 在 b 点的合场强为零,即匀强电场的场强与点电荷在该点的场强等大反向,即匀强电场的场强为 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 。(4) 电场强度是描述电场力性质的物理量,分析电场力时要与该点的场强紧密结合来分析。

基础同步自测

1. 电场强度 $E = F/q$, 根据此式, 下列说法中正确的是 **【 】**

- A. 此式只适用于点电荷产生的电场
- B. 式中 q 是放入电场中的点电荷的电荷量, F 是该点电荷在电场中某点受到的电场力, E 是该点的电场强度

C. 式中 q 是产生电场的点电荷的电荷量, F 是放到电场中的点电荷受到的电场力, E 是电场强度

D. 在库仑定律表达式 $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ 中, 可以把 $\frac{kq_2}{r^2}$ 看做是点电荷 q_2 产生的电场在点电荷 q_1 处的场强大小; 也可以把 $\frac{kq_1}{r^2}$ 看做是点电荷 q_1 产生的电场在点电荷 q_2 处的场强大小

2. 关于电场线, 下列说法正确的是 **【 】**

- A. 电场线的方向, 就是场强的方向
- B. 电场线是假想的曲线, 实际并不存在
- C. 电场线就是正电荷在电场中受力运动的轨迹
- D. 沿电场线的方向, 场强一定越来越大

3. 图1.3-4为某一静电场电场的分布情况, 下列说法正确的是 **【 】**

- A. 这个电场是负的点电荷形成的电场线

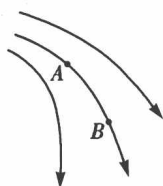


图1.3-4

B. A、B 两点的场强方向相同

C. A 点的场强一定小于 B 点的场强

D. 点电荷 q 在 A 点受到的电场力比在 B 点受到的电场力大

4. 一正电荷在电场中由 P 点到 Q 点做加速运动且加速度越来越大, 则图1.3-5所示的四个电场中能与该电场相对应的是 **【 】**

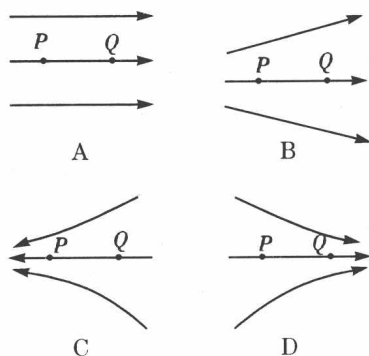


图1.3-5

5. 在一等边三角形 ABC 顶点 B 、 C 处各放一个点电荷时, 测得 A 处的电场强度大小为 E , 方向与 BC 平行并沿 B 指向 C , 如图1.3-6所示, 拿走 C 处的电荷后, A 处电场强度的情况是 **【 】**

- A. 大小仍为 E , 方向沿 BA 向外
- B. 大小变为 $\frac{E}{2}$, 方向不变
- C. 大小仍为 E , 方向由 A 指向 B
- D. 大小为 $\frac{E}{2}$, 方向沿 BC 的垂直平分线指向 A

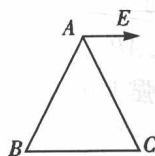


图1.3-6

图1.3-7

6. 图1.3-7所示为某一电场中的一条电场线, 在 a 点静止地放一带正电的带电粒子, 到达 b 点时速度恰好为零, 则 **【 】**

- A. 电场线的方向一定竖直向上
- B. 该电场一定是匀强电场
- C. 该电荷从 a 到 b 是变加速运动
- D. 该电荷在 a 点受到的电场力一定比在 b 点受到的电场力小, 且 b 点的场强大

7. 真空中有一电场, 在电场中的 P 点放一电荷量为 $4 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的试探电荷, 它受到的电场力为 $2 \times 10^{-5} \text{ N}$, 则 P 点的电场强度为 N/C , 把试探电荷的电荷量减少为 $2 \times 10^{-9} \text{ C}$, 则试探电荷所受到

的电场力为 _____ N, 如果把这个试探电荷取走, 则 P 点的电场强度为 _____ N/C。

8. 研究表明, 地球表面附近的电场强度不为零, 假设地球表面附近的电场强度平均值为 30N/C , 方向竖直向下, 地球表面附近每平方米所带的负电荷的电荷量为 _____ C。

9. 为了确定电场中 P 点的电场强度的大小, 用绝缘线拴一个带正电的通草球进行测试, 如图 1.3-8 所示。通草球静止在 P 点时 P 点的电场方向和竖直方向成 37° 夹角且指向右上方, 绝缘细线保持水平, 通草球的重力大小为 $4.0 \times 10^{-3}\text{N}$, 所带的电荷量为 $1.0 \times 10^{-6}\text{C}$ 。则 P 点的场强大小是多少? ($\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$)

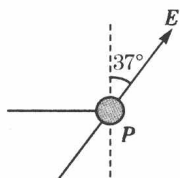


图 1.3-8

综合能力拓展

1. 如图 1.3-9 所示, 质量为 m 、电荷量为 q 的质点, 在静电力作用下以恒定速率 v 沿圆弧从 A 点运动到 B 点, 其速度方向改变的角度为 θ (弧度), AB 弧长为 S , 则 AB 弧中点的场强大小 $E =$ _____。

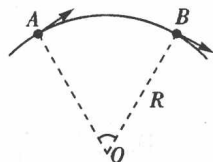


图 1.3-9

2. 如图 1.3-10 所示, A 为带正电 Q 的金属板, 小球质量为 m 、电荷量为 q , 用绝缘丝线悬挂于 O 点。小球由于受到水平向右的电场力而静止在沿金属板的垂直平分线上距板为 r 的位置, 悬线与竖直方向的夹角为 θ , 试求小球所在处的场强。

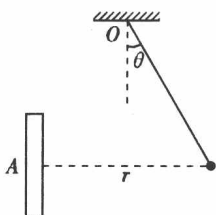


图 1.3-10

4 电势能和电势

名师要点解析

【例 1】下列说法正确的是 []

- A. 电场强度为零的位置电势一定为零
- B. 电势为零的位置电场强度一定为零
- C. 同一等势面上的各点电场强度一定相等
- D. 电场力对电荷做了功, 则电荷的初、末位置一定不在同一个等势面上

【答案】D

【解析】由前面的知识可知, 在等量正点电荷连线的中点的场强为零, 如果选无穷远处电势为零, 则该点的电势为正, 因为从这一点沿中垂线向无穷远处移动正电荷, 电场力做正功。可知该点电势为正, A 错。用同样的方法研究等量异种点电荷连线的中点及中垂线, 可知中垂线是等势线, 如果选无穷远处电势为零, 则中垂线电势为零, 而该点的场强不为零, 所以 B、C 错。电场力做功等于电势能的减少, 电场力做了功, 则电荷的初、末位置一定不在同一等势面上, 在同一等势面上的两点, 电场力不会做功, 所以 D 正确。

【点拨】(1) 电场强度是从力的角度描述电场的性质, 电势是从能的角度描述电场的性质, 二者在大小上没有必然的联系。(2) A、B 两项可以用等量同种点电荷和等量异种点电荷这两个特殊电场进行分析论证, 推翻 A、B 两种错误说法, 在解答选择题时, 经常用到这种方法。(3) 要弄清几种特殊电场的场强和电势的分布情况, 知道它们不同的电场线的形状和分布。

【例 2】在静电场中, 把一个电荷量为 $q = 2.0 \times 10^{-5}\text{C}$ 的负电荷由 M 点移到 N 点, 电场力做功 $6.0 \times 10^{-4}\text{J}$, 由 N 点移到 P 点, 电场力做负功 $1.0 \times 10^{-3}\text{J}$, 则 M 、 N 、 P 三点电势高低关系是 _____。

【答案】 $\varphi_N > \varphi_M > \varphi_P$

【解析】首先画一条电场线, 如图 1.4-1 所示。在中间位置附近画一点作为 M 点。因为由 $M \rightarrow N$ 电场力做正功, 而负电荷所受电场力与场强方向相反, 则可确定 N 点在 M 点左侧。由 $N \rightarrow P$ 电场力做负功, 即沿着电场线移动, 又因 $1.0 \times 10^{-3}\text{J} > 6.0 \times 10^{-4}\text{J}$, 所以肯定移过了 M 点, 即 P 点位于 M 点右

图 1.4-1

侧。这样, M 、 N 、 P 三点电势的高低关系是 $\varphi_N > \varphi_M > \varphi_P$ 。

【点拨】(1) 电场力做功与电荷的正负和移动方向都有关系, 要弄清正、负电荷在电场中移动时电场力做功与电场线方向之间的关系: 正电荷沿电场线方向移动, 电势能减少, 电场力做正功; 负电荷沿着电场线方向移动, 电势能增加, 电场力做负功。(2) 要充分利用“沿着电场线方向电势逐渐降低”这一条结论来进行电势、电势能、电场力做功等问题的判断。(3) 如能确定 M 、 N 、 P 在电场中一条电场线上的分布, 根据沿电场线方向电势逐渐降低的性质就能很方便地确定三点电势的高低关系。该题中 M 、 N 、 P 三点虽然不一定位于同一条电场线上, 但完全可以假设其处于同一条直线电场线上, 根据电场力做功情况把三点在该电场线上的大体位置确定下来, 电势高低的关系便一目了然了。

基础同步自测

1. 关于电场中的电场线, 下列说法正确的是

A. 带正电的点电荷在电场力作用下, 运动的轨迹和电场线重合

B. 沿电场线方向电场强度逐渐减小

C. 沿电场线方向电势逐渐降低

D. 电荷沿电场线方向运动, 电势能减小

2. 下列说法中, 正确的是

A. 当两个正点电荷互相靠近时, 它们之间的库仑力增大, 它们的电势能也增大

B. 当两个负点电荷互相靠近时, 它们之间的库仑力增大, 它们的电势能也增大

C. 一个正点电荷与一个负点电荷互相靠近时, 它们之间的库仑力增大, 它们的电势能也增大

D. 一个正点电荷与一个负点电荷互相靠近时, 它们之间的库仑力减小, 它们的电势能也减小

3. 两个带异种电荷的物体间的距离增大一些时

A. 电场力做正功, 电势能增加

B. 电场力做负功, 电势能增加

C. 电场力做负功, 电势能减少

D. 电场力做正功, 电势能减少

4. 如图 1.4-2 所示, O 为两个等量异种电荷连线的中点, P 为连线中垂线上的一点, 比较 O 、 P

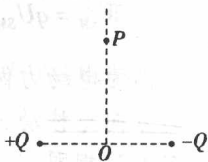


图 1.4-2

两点的电势和场强大小

A. $\varphi_O = \varphi_P, E_O > E_P$

B. $\varphi_O = \varphi_P, E_O = E_P$

C. $\varphi_O > \varphi_P, E_O = E_P$

D. $\varphi_O = \varphi_P, E_O < E_P$

5. a 、 b 为电场中的两点, 且 a 点电势高于 b 点, 则可知

A. 把负电荷从 a 点移到 b 点电场力做负功, 电势能增加

B. 把正电荷从 a 点移到 b 点电场力做正功, 电势能减少

C. 无论是把正电荷还是把负电荷从 a 点移到 b 点, 电荷的电势能都要减少

D. 无论是否有电荷移动, a 点的电势能总是大于 b 点的电势能

6. 如图 1.4-3 所示, 实线是一簇未标明方向的点电荷产生的电场线, 虚线是某一带电粒子通过该电场区域时的运动轨迹。 a 、 b 是轨迹上的两点, 若带电粒子在运动中只受电场力作用, 据此图可作出正确判断的是

A. 带电粒子所带电荷的符号

B. 带电粒子在 a 、 b 两点的受力方向

C. 带电粒子在 a 、 b 两点的速度何处较大

D. 带电粒子在 a 、 b 两点的电势能何处较大

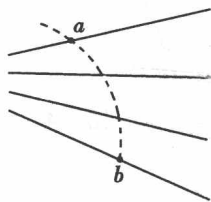


图 1.4-3

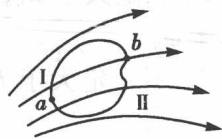


图 1.4-4

7. 在图 1.4-4 电场线所描述的电场中, a 、 b 是一条电场线上的两点。

(1) a 、 b 两点比较, _____ 点场强较大。

(2) 在点电荷 $+Q$ 从 a 点移动到 b 点的过程中, 电场力做 _____ 功。

(3) 在点电荷 $-Q$ 从 a 点移动到 b 点的过程中, 电场力做 _____ 功。

(4) 电荷在电场中两点间移动时, 沿 I 路径移动时做功为 E_I , 沿 II 路径移动时做功为 E_{II} , 则 E_I 与 E_{II} 的关系是 _____, 说明电场力做功的多少与电荷移动时所经历的路径 _____ (填“无关”或“有关”)。

8. 在电场中的 A 点放一个 $2C$ 的正电荷时, 该

点电势为 5V , 该电荷的电势能为 _____ J 。若在该点放 4C 的负电荷, 则 A 点电势为 _____ V , 该电荷的电势能为 _____ J 。若 A 点不放电荷, 则 A 点电势为 _____ V 。

9. 在电场中有 A 、 B 两点, 它们的电势分别为 $\varphi_A = -100\text{V}$, $\varphi_B = 200\text{V}$, 把所带电荷量 $q = -2.0 \times 10^{-7}\text{C}$ 的电荷从 A 点移到 B 点是电场力做功还是克服电场力做功? 做了多少功?

综合能力拓展

1. 如图 1.4-5 所示, P 、 Q 是两个电荷量相等的正的点电荷, 它们连线的中点是 O , A 、 B 是 PQ 中垂线上的两点, $OA < OB$, 用 E_A 、 E_B 、 φ_A 、 φ_B 分别表示 A 、 B 两点的场强和电势, 则

- 【 】
- A. E_A 一定大于 E_B , φ_A 一定大于 φ_B
- B. E_A 不一定大于 E_B , φ_A 一定大于 φ_B
- C. E_A 一定大于 E_B , φ_A 不一定大于 φ_B
- D. E_A 不一定大于 E_B , φ_A 不一定大于 φ_B

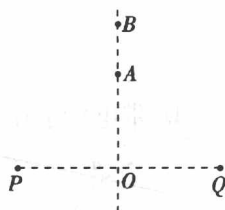


图 1.4-5

2. 图 1.4-6 中虚线所示为静电场中的等势面 1、2、3、4, 相邻的等势面之间的电势差相等, 其中等势面 3 的电势为 0。一带正电的点电荷在静电力的作用下运动, 经过 a 、 b 点时的动能分别为 26eV 和 5eV 。当这一点电荷运动到某一位置, 其电势能变为 -8eV 时, 它的动能应为

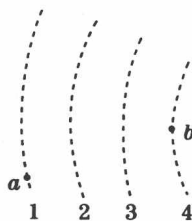


图 1.4-6

- 【 】
- A. 8eV B. 13eV
- C. 20eV D. 34eV

3. 真空中存在空间范围足够大的、水平向右的匀强电场。在电场中, 若将一个质量为 m 、带正电的小球由静止释放, 运动中小球的速度与竖直方向的

夹角为 37° (取 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$), 如图 1.4-7 所示。现将小球从电场中某点以初速度 v_0 竖直向上抛出。求运动过程中:

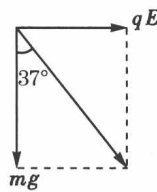


图 1.4-7

(1) 小球受到的电场力的大小及方向;

(2) 小球从抛出点至最高点电势能的变化量。

5 电势差

名师要点解析

【例】将一个电量为 $-2 \times 10^{-8}\text{C}$ 的点电荷, 从零电势点 S 移到 M 点要克服静电力做功 $4 \times 10^{-8}\text{J}$, 则 M 点电势 $\varphi_M =$ _____, 若将该电荷从 M 点移到 N 点, 静电力做功 $14 \times 10^{-8}\text{J}$, 则 N 点电势 $\varphi_N =$ _____, M 、 N 两点间的电势差 $U_{MN} =$ _____。

【答案】 -2V 5V -7V

【解析】本题可以根据电势差和电势的定义式求解, 一般有下列三种解法:

解法一: 严格按各量的数值正负代入公式求解。

由 $W_{SM} = qU_{SM}$ 得

$$U_{SM} = \frac{W_{SM}}{q} = \frac{-4 \times 10^{-8}}{-2 \times 10^{-8}} \text{V} = 2\text{V}$$

而 $U_{SM} = \varphi_S - \varphi_M$

$$\text{所以 } \varphi_M = \varphi_S - U_{SM} = (0 - 2)\text{V} = -2\text{V}$$

由 $W_{MN} = qU_{MN}$ 得

$$U_{MN} = \frac{W_{MN}}{q} = \frac{14 \times 10^{-8}}{-2 \times 10^{-8}} \text{V} = -7\text{V}$$

而 $U_{MN} = \varphi_M - \varphi_N$

$$\text{所以 } \varphi_N = \varphi_M - U_{MN} = [-2 - (-7)]\text{V} = 5\text{V}.$$

解法二: 不考虑各量的正负, 只是把各量数值代入公式求解, 然后再用其他方法判断出要求量的正负。

$$\text{由 } W_{SM} = qU_{SM} \text{ 得 } U_{SM} = \frac{W_{SM}}{q} = \frac{4 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-8}} \text{V} = 2\text{V}$$

因为电场力做负功, 所以负电荷 q 受到的电场力的方向与移动方向大致相反, 则场强方向与移动方向大致相同, 故 $\varphi_S > \varphi_M$ 。而 $\varphi_S = 0$, 故 $\varphi_M = -2\text{V}$ 。

同理可知: $U_{MN} = -7\text{V}$, $\varphi_N = 5\text{V}$ 。

解法三:(整体法)求 N 点电势时,可把电荷从 S 点移到 M 点再移到 N 点看成一个全过程,在这个过程中,由 S 到 N 电场力做的总功等于各段分过程中电场力做功的代数和。即

$$W_{SN} = W_{SM} + W_{MN} = (-4 \times 10^{-8} + 14 \times 10^{-8})\text{J} = 10 \times 10^{-8}\text{J}。$$

由 $W_{SN} = qU_{SN}$ 得

$$U_{SN} = \frac{W_{SN}}{q} = \frac{10 \times 10^{-8}}{-2 \times 10^{-8}}\text{V} = -5\text{V}$$

而 $\varphi_S = 0$

所以 $\varphi_N = 5\text{V}$

φ_M 和 U_{MN} 的求法略。

【点拨】高考突出对电势和电势差定义式的理解和考查。计算时通常要求严格将各量的正、负号代入公式,根据结果的正、负号进行判断。

基础同步自测

1. 某电场中,把点电荷从 a 点移到 b 点,电场力做功为零,则

- A. a 、 b 两点的场强一定相等
- B. a 、 b 两点间的电势差一定为零
- C. a 、 b 两点的电势一定相等
- D. 电荷所受到的电场力总是垂直其移动方向

2. 如图 1.5-1 所示, B 、 C 、 D 三点都在以点电荷 $+Q$ 为圆心的某同心圆弧上,将一试探电荷从 A 点分别移到 B 、 C 、 D 各点时,静电力做功大小表示正确的是

【 】

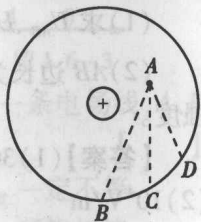


图 1.5-1

- A. $W_{AB} > W_{AC}$
- B. $W_{AD} > W_{AB}$
- C. $W_{AC} = W_{AD}$
- D. $W_{AB} = W_{AC}$

3. 如图 1.5-2 所示,三个同心圆是以点电荷 $-Q$ 为圆心的等势面,下列说法正确的是

- A. 一个点电荷 $+q$ 在 B 点所受的电场力比在 A 点的大
- B. 一个点电荷 $+q$ 在 B 点具有的电势能比在 A 点的小
- C. 将同一个电荷由 B 点移到 D 点,电场力做功比由 A 点移到 C 点多
- D. 将电荷 $+q$ 由 B 点移到 C 点,电场力做正功

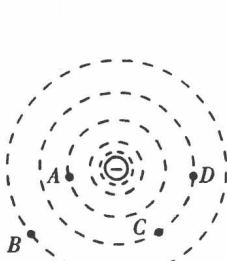


图 1.5-2



图 1.5-3

4. 如图 1.5-3 所示,在负点电荷 Q 形成的电场里,有 a 、 b 、 c 三点分布在同一条直线上, a 与 b 到 Q 的距离相等 (φ_a 、 φ_b 、 φ_c 是 a 、 b 、 c 三点电势),则下列说法正确的是

- A. a 、 b 、 c 三点在同一条直线上, $\varphi_a = \varphi_b = \varphi_c$
- B. a 、 b 两点在同一等势面上, c 点距 Q 较远,故 $\varphi_a = \varphi_b > \varphi_c$
- C. a 、 b 两点在同一等势面上,因沿电场线方向电势降低,故 $\varphi_c > \varphi_a = \varphi_b$
- D. 无法判断各点电势的高低

5. 如图 1.5-4 所示,在粗糙水平面上固定一点电荷 Q ,在 M 点无初速度释放一带有恒定电荷量的小物块,小物块在 Q 的电场中运动到 N 点静止,则从 M 点运动到 N 点的过程中

- A. 小物块所受电场力逐渐减小
- B. 小物块具有的电势能逐渐减小
- C. M 点的电势一定高于 N 点的电势
- D. 小物块电势能变化量的大小一定等于克服摩擦力做的功



图 1.5-4

6. 如图 1.5-5 所示,匀强电场的场强 $E = 1.2 \times 10^2\text{N/C}$,方向水平向右,一点电荷 $q = 4 \times 10^{-8}\text{C}$ 沿半径为 $R = 20\text{cm}$ 的圆周,从 A 点移到 B 点,已知 $\angle AOB = 90^\circ$,则这一过程电场力做的功为 _____ J. A 、 B 两点间的电势差为 $U_{AB} =$ _____ V。

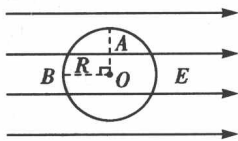


图 1.5-5

7. 图 1.5-6 所示是一匀强电场,场强 $E = 2 \times 10^2\text{N/C}$,现让一个电荷量 $q = 4 \times 10^{-8}\text{C}$ 的负电荷沿电场方向从 M 点移到 N 点, M 、 N 间的距离 $s = 30\text{cm}$ 。试求:

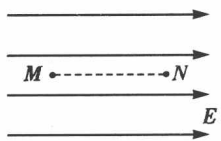


图 1.5-6

- (1) 电荷从 M 点移到 N 点电势能的变化;
 (2) M 、 N 两点间的电势差。

8. 图 1.5-7 所示为光滑绝缘水平的直线轨道, 在轨道的竖直平面内加一个斜向上方的匀强电场。有一质量为 $1.0 \times 10^{-2} \text{ kg}$ 、电荷量为 $+1.0 \times 10^{-4} \text{ C}$ 的可视质点的物块, 从轨道上的 A 点无初速度释放, 沿直线运动 0.20 m 到达轨道上的 B 点, 此时速度为 2.0 m/s 。 (g 取 10 m/s^2) 求:

- (1) A 、 B 两点间的电势差 U_{AB} ;
 (2) 场强大小可能的取值范围。



图 1.5-7

综合能力拓展

1. 如图 1.5-8 所示, 有一方向水平向右的匀强电场, 一个质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的小球以初速度 v_0 从 a 点竖直向上射入电场中。小球通过电场中 b 点时速度的大小为 $2v_0$, 方向与电场方向一致。则 a 、 b 两点的电势差为

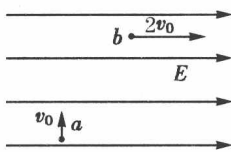


图 1.5-8

- A. $\frac{mv_0^2}{2q}$ B. $\frac{3mv_0^2}{q}$
 C. $\frac{3mv_0^2}{2q}$ D. $\frac{2mv_0^2}{q}$

2. 如图 1.5-9 所示, 在竖直平面内, 光滑绝缘直杆与半径为 R 的圆周交于 B 、 C 两点, 在圆心处有一固定的正点电荷, B 点为 AC 的中点, C 点位

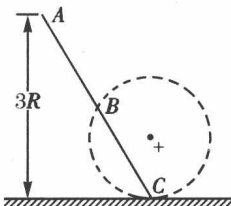


图 1.5-9

于圆周的最低点。现有一质量为 m 、电荷量为 $-q$ 、套在杆上的带负电荷小球 (可视为质点) 从 A 点由静止开始沿杆下滑。已知重力加速度为 g , A 点距过 C 点的水平面的竖直高度为 $3R$, 小球滑到 B 点时的速度大小为 $2\sqrt{gR}$ 。求:

- (1) 小球滑至 C 点时的速度的大小;
 (2) A 、 B 两点间的电势差;
 (3) 若以 C 点作为参考点 (零电势点), 试确定 A 点的电势。

6 电势差与电场强度的关系



名师要点解析

【例】如图 1.6-1 所示, A 、 B 、 C 为一等边三角形的三个顶点, 某匀强电场的电场线平行于该三角形平面。现将电荷量为 10^{-8} C 的正点电荷从 A 点移到 B 点, 电场力做功为 $3 \times 10^{-6} \text{ J}$, 将另一电荷量为 10^{-8} C 的负点电荷从 A 点移到 C 点, 克服电场力做功 $3 \times 10^{-6} \text{ J}$ 。

- (1) 求 U_{AB} 、 U_{AC} 、 U_{BC} 的大小。
 (2) AB 边长为 $2\sqrt{3} \text{ cm}$, 求电场强度。

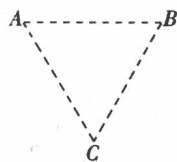


图 1.6-1

【答案】(1) 300 V 300 V 0
 (2) 10^4 V/m

【解析】(1) 正点电荷从 A 点移到 B 点时, 电场力做正功, 故 A 点电势高于 B 点电势, 可以求得, $U_{AB} = \frac{W}{q} = \frac{3 \times 10^{-6}}{10^{-8}} \text{ V} = 300 \text{ V}$ 。

负点电荷从 A 点移到 C 点, 同理可判断 A 点电势高于 C 点, 可求得 $U_{AC} = \frac{W}{q} = 300 \text{ V}$ 。

因此 B 、 C 两点电势相等, $U_{BC} = 0$, 由于匀强电场中的等势线是一簇平行直线。因此, BC 为一等势线, 故电场线方向垂直 BC 。设 D 为直线 BC 的中点, 则场强方向由 A 指向 D 。

(2) 直线 AB 在场强方向的距离 d 等于线段 AD 的长度, 故由匀强电场中电势差与场强的关系式可得:

$$E = \frac{U_{AB}}{d} = \frac{300}{2\sqrt{3} \times 10^{-2} \times \cos 30^\circ} \text{ V/m} = 10^4 \text{ V/m}.$$

【点拨】在使用公式 $U = Ed$ 时,注意 d 是沿场强方向的距离,因此在求两点电势差时,一定要判明两点电势的高低,以免出现符号错误。

基础同步自测

1. 关于电势差与场强的关系,下列说法正确的是 【 】

- A. $U = Ed$ 关系式适用于任何电场
B. 在匀强电场中,两点间的电势差正比于两点间的距离
C. $U = Ed$ 公式中 d 是指两点所在等势面间的距离
D. V/m 和 N/C 两单位相等

2. 某电场电场线和等势面如图 1.6-2 所示,图中实线表示电场线,虚线表示等势面,过 a 、 c 两点的等势面的电势分别为 $\varphi_a = 50\text{V}$, $\varphi_c = 20\text{V}$,那么 ac 连线的中点 b 的电势 φ_b

- A. 等于 35V B. 大于 35V
C. 小于 35V D. 等于 15V

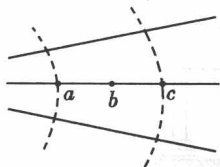


图 1.6-2

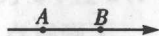


图 1.6-3

3. 图 1.6-3 所示为电场中的一条电场线, A 、 B 为线上的两点,以下说法正确的是 【 】

- A. E_A 与 E_B 一定不等, φ_A 与 φ_B 一定不等
B. E_A 与 E_B 可能相等, φ_A 与 φ_B 可能相等
C. E_A 与 E_B 一定不等, φ_A 与 φ_B 可能相等
D. E_A 与 E_B 可能相等, φ_A 与 φ_B 一定不等

4. 图 1.6-4 所示为一个水平向右的匀强电场的三个等势面 A 、 B 、 C ,相邻两等势面之间的距离为 10cm,此电场的场强为 $3 \times 10^3 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$,若 B 为零电势面,则 $\varphi_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$, $\varphi_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ 。



图 1.6-4

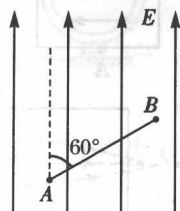


图 1.6-5

5. 如图 1.6-5 所示,匀强电场场强 $E =$

100V/m , A 、 B 两点相距 10cm, A 、 B 连线与电场线的夹角为 60° ,则 U_{BA} 的值为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ 。

6. 如图 1.6-6 所示的方框中有一匀强电场, A 、 B 、 C 三点为电场中的三点。电势分别为 $\varphi_A = 24\text{V}$, $\varphi_B = 12\text{V}$, $\varphi_C = -24\text{V}$,试用作图法作出该电场的电场线。

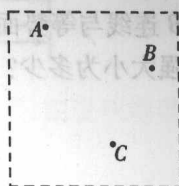


图 1.6-6

7. 如图 1.6-7 所示,两平行金属板 A 、 B 相距 $d = 3\text{cm}$,接在电压 $U = 12\text{V}$ 的电池组上,两板间形成匀强电场,电池组的中点接地。

(1) 计算两板间的场强。

(2) 在距 A 板 $d' = 1\text{cm}$ 处,平行于板面插入一块薄金属片 C ,计算 AC 、 CB 两区域的场强及 AC 、 CB 间的电势差。

(3) 把 C 板接地后 $U_{AC} = U_{CB} = 6\text{V}$, AC 、 CB 两区域的场强有何变化?

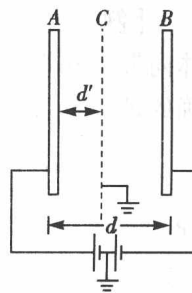


图 1.6-7

综合能力拓展

1. a 、 b 、 c 、 d 是匀强电场中的四个点,它们正好是一个矩形的四个顶点。电场线与矩形所在平面平行。已知 a 点的电势为 20V, b 点的电势为 24V, d 点的电势为 4V,如图 1.6-8 所示,由此可知 c 点的电势为

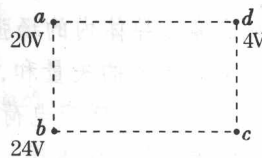


图 1.6-8

- A. 4V B. 8V C. 12V D. 24V

2. 如图 1.6-9 所示,匀强电场中的三个等势面的电势分别是 -10V 、 0 、 10V , A 、 B 两点相距 2.5cm , A 、 B 连线与等势面间的夹角为 53° ,则该匀强电场的场强大小为多少? (已知 $\sin 53^\circ = 0.8$, $\cos 53^\circ = 0.6$)

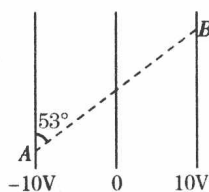


图 1.6-9

7 静电现象的应用

名师要点解析

【例】如图 1.7-1 所示,在真空中把一绝缘导体向带负电荷 Q 的小球 p 缓慢地靠近,下列说法正确的是 【 】

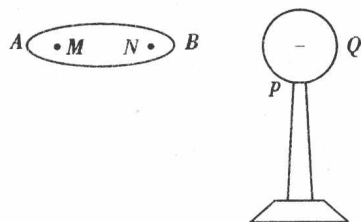


图 1.7-1

- A. B 端的感应电荷越来越多
- B. 导体内场强越来越大
- C. 导体的感应电荷在 M 、 N 两点产生的场强相等
- D. 导体的感应电荷在 M 点产生的场强小于在 N 点产生的场强

【答案】AD

【解析】导体移近电荷 Q 时,导体所处的 Q 的电场的场强越大,导体中所受到的电场力越大,使电荷不断移动, A 、 B 两端积累的感应电荷越来越多,因此 A 正确。导体内的场强是 Q 产生的场强和感应电荷产生的场强的矢量和,导体越靠近 Q , Q 所在的电场的场强越大,感应电荷产生的场强也越大,矢量和始终为零,因此 B 错误。导体的感应电荷分布是复杂的,但它产生的场强与 Q 在导体内部产生的场强始终大小相等,方向相反,由于 Q 离 M 点较远, Q 在 M 点产生的场强小于在 N 点产生的场强,所以,导体中感应电荷在 M 点产生的场强小于在 N 点产生的场强,因此 C 错误, D 正确。

【点拨】(1) 理解静电感应的实质,知道静电感应是导体内部自由电子在外电场作用下的定向移动,因此两端应该出现等量异种电荷,同时,感应电荷在导体内部又会产生电场,影响导体内部的电场分布。(2) 知道导体在电场中静电平衡的原理与结论,知道处于静电场中的导体一定会发生静电感应,感应后一定会静电平衡,如果不平衡,导体中的自由电子就会继续移动,直到达到平衡为止,因此,处于静电场中的导体达到稳定状态时(往往是一瞬间),导体内部的场强一定为零。

基础同步自测

1. 关于静电平衡状态下的导体,下列说法正确的是 【 】

- A. 导体内部的场强处处为零
- B. 导体所带的净电荷一定是自由电子
- C. 导体所带的净电荷分布在导体外表面上
- D. 导体附近的电场线都垂直于导体表面

2. 如图 1.7-2 所示,带正电的小球 A 靠近不带电的金属导体 B ,由于静电感应,导体 B 左端出现负电荷,右端出现正电荷,下列说法正确的是 【 】

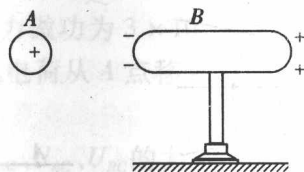


图 1.7-2

- A. B 的右端电势高于左端的电势
- B. B 是一个等势体,电势高于无穷远的电势
- C. 用手摸一下 B 的左端, B 将带正电
- D. 用手摸一下 B 的任何部分, B 将带负电

3. 如图 1.7-3 所示,一个方形的金属盒原来不带电,现将一个带电荷量为 $+Q$ 的点电荷放在盒子的左边附近,达到静电平衡后,盒子上的感应电荷在盒子内部产生的电场的分布情况正确的是 【 】

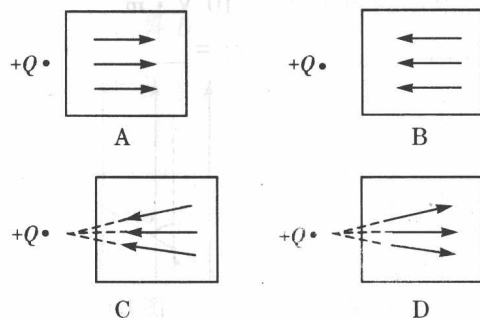


图 1.7-3

4. 如图 1.7-4 所示,带正电的小球 A 靠近不带电的枕形金属导体附近,静电感应后,有关枕形导体 B、C 两端的电势高低、正负,下列说法正确的是(取无穷远和大地为零势点) 【 】

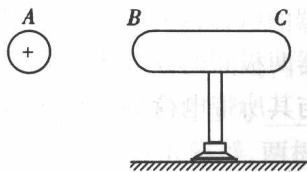


图 1.7-4

- A. $\varphi_B > \varphi_C$ B. $\varphi_B = \varphi_C = 0$
C. $\varphi_B = \varphi_C < 0$ D. $\varphi_B = \varphi_C > 0$

5. 如图 1.7-5 所示,接地的金属板右侧有固定的点电荷 $+Q$, a 、 b 点是金属板右侧表面上的两点,其中 a 点到 $+Q$ 的距离较小,下列说法中正确的是 【 】

A. 由于静电感应,金属板右侧表面带负电,左侧表面带正电

B. 由于静电感应,金属板右侧表面带负电,左侧表面不带电

C. 整个导体,包括表面上的 a 、 b 点,是一个等势体,且电势等于零

D. a 、 b 两点的电场强度不为零,且 a 、 b 两点场强方向相同,但 a 点的场强比 b 点场强大

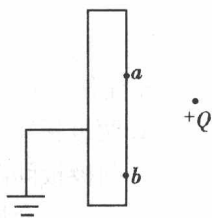


图 1.7-5

6. 如图 1.7-6 所示,把枕形导体安装在绝缘支架上,并使导体带电。然后用绝缘的验电球分别接触它的 A、B、C 三点,再与验电器接触,会发现,验电球跟_____接触后再接触验电器,验电器的金属箔片张角较小。验电球跟_____接触后再接触验电器,验电器的金属箔片张角最大。

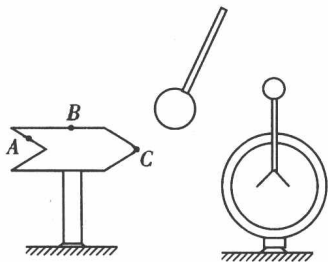


图 1.7-6

7. 如图 1.7-7 所示, A 是电荷量为 Q 的正点电荷, BC 是一个长为 $2L$ 的狭长空腔导体,沿 A 的一条电场线放置,已知 B 端与 A 的距离是 d ,则 BC 上的感应电荷在空腔内中点 O 点产生的场强大小为_____ ,方向为_____。

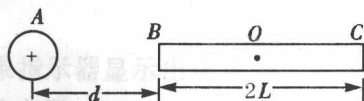


图 1.7-7

综合能力拓展

1. 避雷针能够避免建筑物被雷击的原因是 【 】

A. 云层中带的电荷被避雷针通过导线导入大地

B. 避雷针的尖端向云层放电,中和了云层中的电荷

C. 云层与避雷针发生摩擦,避雷针上产生的电荷被导入大地

D. 以上说法都不对

2. 如图 1.7-8 所示,把原来不带电的金属球壳 B 的外表面接地,将一带正电 q 的小球 A 从小孔中放入球壳内,但不与 B 发生接触,达到静电平衡后,则 【 】

A. B 带负电

B. B 的内表面空腔内电场强度为零

C. B 的内表面空腔内离 A 为 r 处的电场强度 $E = k \frac{q}{r^2}$

D. 在 B 的外面把一带负电的小球向 B 移动时, B 内表面的电场强度变小

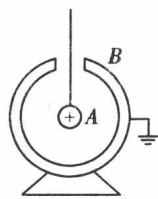


图 1.7-8

3. 滚筒式静电分选器由料斗 A, 导板 B, 导体滚筒 C, 刮板 D, 料槽 E、F 和放电针 G 等部件组成。C、G 分别接于直流高压电源的正、负极,并令 C 接地,如图 1.7-9 所示。电源电压很高,足以使放电针 G 附近的空气发生电离而产生大量离子。现有导电性能不同的两种物质粉粒 a、b 的混合物从料斗 A 下落,沿导板 B 到达转动着的滚筒 C,粉粒 a 具有良好的导电性,粉粒 b 具有良好的绝缘性。

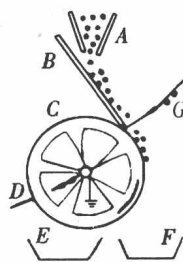


图 1.7-9

(1) 试说明分选器的主要工作原理,即它是如何对不同粉粒 a、b 进行分选的;

(2) 粉粒 a、b 经分选后分别掉在哪个料槽中?