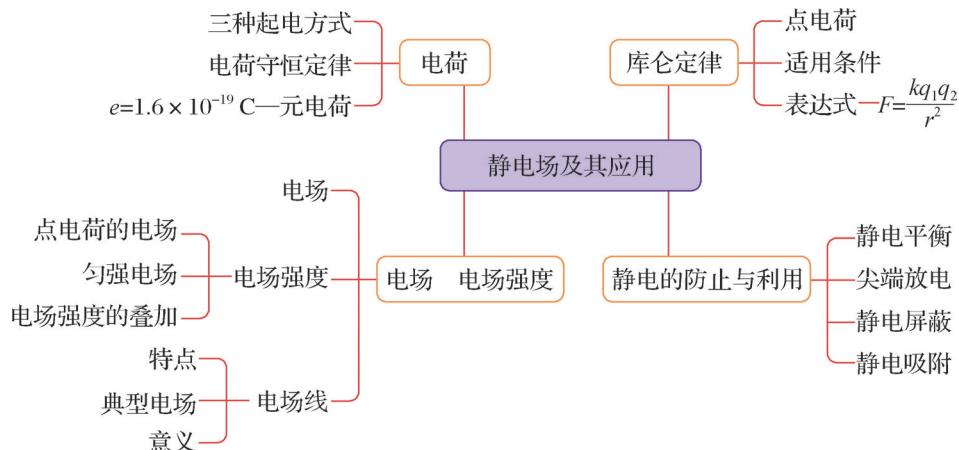


第九章 静电场及其应用

本章思维结构图



1. 电 荷

知识梳理

一、电荷

1. 两种电荷

(1) 分类：**正电荷和负电荷**。

富兰克林通过实验发现，雷电的性质与

摩擦产生的电的性质相同，并进行命名

(2) 电荷的性质：**同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引**。

2. 电荷量

(1) 定义：物体所带电荷的多少。

(2) 电荷量是标量，单位为库仑(C)，其正负仅表示电荷的性质。比较电荷量的大小时，应使用电荷量的绝对值进行对比。

3. 元电荷

(1) 最小的电荷量，通常用 e 表示。

(2) 所有带电体的电荷量都是元电荷的**整数倍**，在计算中其大小可取 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

电荷量不能连续变化

4. 比荷：带电粒子的电荷量 q 与质量 m 之比，即 $\frac{q}{m}$ 。

二、电荷守恒定律

1. 内容：**电荷既不会创生，也不会消灭，它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；在转移过程中，电荷的总量保持不变**。

2. 另一种表述：一个与外界没有电荷交换的系统，电荷的代数和保持不变。

答疑解惑

疑问 1 电子或质子是元电荷？

解答：元电荷是最小的电荷量，等于质子、电子电荷量的绝对值。



疑问 2 摩擦起电创造了电荷？

解答：当两种物质组成的物体互相摩擦时，一些受束缚较弱的电子会转移到另一个物体上。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等量正电。**摩擦起电并不是创造了电荷，只是将正、负电荷分开，自由电荷从一个物体转移到另一个物体。**

2 提分攻略

三、三种起电方式

1. **摩擦起电**:当两种不同物质组成的物体发生摩擦时,一些受束缚较弱的电子会转移到另一物体上. → 电子从一个物体转移到另一个物体

2. **接触起电**:一个不带电的导体通过与另一个带电体接触后分开,从而成为带电体. → 电子的重新分布

3. **感应起电**:通过 电感应使导体带电的过程. 近带电体的一端为**近端**,感应出与带电体电性相反的电荷,远离带电体的一端为**远端**,感应出与带电体电性相同的电荷,即“**近异远同**”.

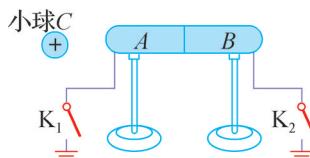
三种起电方式的**本质都是** 电子在物体之间或物体内部发生转移,转移过程遵循电荷守恒定律. → 正电荷不发生移动

方法突破

两个完全相同的导体球若带同种电荷,则接触后电荷量平分,
 $q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$;若带异种电荷,则电荷先中和再平分, $|q'_1| = |q'_2| = \frac{|q_1 + q_2|}{2}$, 导体球电性与接触前电荷量大的导体球相同.

题型 感应起电的判断

例题 如图所示,在绝缘支架上的导体 A 和导体 B 按图中方式接触放置,原先 A、B 都不带电,先让开关 K₁、K₂ 均断开,再将一个带正电小球 C 放置在 A 左侧,以下判断正确的是 ()



- A. 只闭合 K₁, 则 A 左端不带电, B 右端带负电
- B. 只闭合 K₂, 接着移走带电小球, 最后将 A、B 分开, A 带负电
- C. K₁、K₂ 均闭合时, A、B 两端均不带电
- D. K₁、K₂ 均闭合时, A 左端带负电, B 右端不带电

答案 D

探索过程

当闭合开关 K₁ 时,由于 电感应的作用, B 右端带的正电荷会被从大地 上来的负电荷中和, B 右端不再带有电荷, A 左端带负电, A 错误;当闭合开关 K₂ 时,由于 电感应, B 右端带的正电荷会被从大地上来的负电荷中和, 所以导体 B 右端不再带有电荷, A 左端带负电, 接着移走带电小球, 导体 A 与大地电荷中和, 不再带电, 最后将 A、B 分开, 不带电, B 错误;同理, K₁、K₂ 均闭合时,由于 电感应的作用, A 左端带负电, B 右端不带电, C 错误, D 正确.

思路点拨

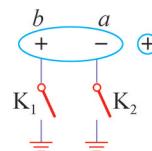
当导体接地时,导体与地 可视为一个新的导体,自由电子重新分配,靠近带电体的一端为**近端**,地 为**远端**.

规律总结

接地的位置不影响近端和远端, 即接地位置不影响电荷分布.

随手练

1. (多选)如图所示,把一个不带电的枕形金属导体 近带正电的小球,由于 电感应,在 a、b 端感应出负、正电荷,则以下说法正确的是 ()



- A. 闭合 K₁, 有电子从大地流向枕形导体
- C. 闭合 K₁, 再断开 K₁ 后, 导体不带电

- B. 闭合 K₁, 有电子从枕形导体流向大地
- D. 闭合 K₂, 再断开 K₂ 后, 导体带负电

2. 库仑定律

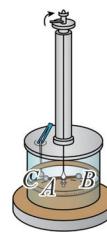
知识梳理

一、点电荷

当带电体之间的距离比它们自身的大小大得多,以致带电体的形状、大小及电荷分布状况对它们之间的作用力的影响可以忽略时,这样的带电体可以看作带电的点,叫作点电荷。
理想化模型,可类比质点

二、库仑扭秤实验

1. 实过程:带电的金属小球C插入容器并使它接触小球A,从而使A与C带同种电荷.将C和A分开,再使C靠近A,A和C之间的作用力使A远离.扭转悬丝,使A回到初始位置为止,通过悬丝扭转的角度可以比较力的大小.改变A和C之间的距离r,记录每次悬丝扭转的角度,就可以找到力F与距离r的关系.



2. 实原理:控制变量法,微小形变放大法.

三、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.

2. 表达式: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 其中k是电力常量,大小为 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.
与万有引力公式形式相似

3. 适用条件:(1)真空.(2)静止电荷.

- ① 点电荷在空气中发生相互作用,库仑定律可适用;
- ② 均匀带电的绝缘球体,可视为电荷集中在球心.

四、静电力计算

1. 微观粒子间的万有引力远小于库仑力,因此在研究微观带电粒子间相互作用时,万有引力可忽略.

- 2. 两个点电荷之间的作用力不因第三个点电荷的存在而改变.
- 3. 两个或两个以上点电荷对某一个点电荷的作用力,等于各点电荷单独对这个点电荷的作用力的矢量和.

答疑解惑

疑问1 元电荷是点电荷?

解答:点电荷是只有电荷量,没有大小和形状的理想化模型.而元电荷是最小的电荷量,两者不同.

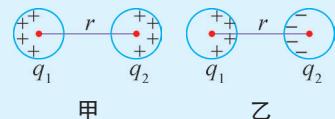
疑问2 根据 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 当 $r \rightarrow 0$ 时,两带电体间的库仑力 $F \rightarrow \infty$?

解答:当两个带电体间的距离 $r \rightarrow 0$ 时,两个带电体不能视为点电荷,库仑定律不再适用,因此它们之间的库仑力不能认为趋于无限大.

疑问3 在如图所示情景中,带电导体小球间库仑力 $F = k \frac{q^2}{r^2}$?



解答:对于半径较大的带电小球,由于“同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引”,则两球电荷中心的距离不等于两球球心间的距离.如图甲、乙所示.甲图中 $F < \frac{kq^2}{r^2}$,乙图中 $F > \frac{kq^2}{r^2}$.



甲 乙

疑难突破

题型 共线的三个自由点电荷的平衡问题

例题 (2024 江哈尔滨期中)如图所示,在真空中有两个点电荷, $Q_1 = 4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, $Q_2 = -1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, 分别固定在x轴的坐标为0和6 cm的位置上,在 $Q_1 Q_2$ 连线上某位置再放置一新点电荷,使其仅在 Q_1 、 Q_2 作用下处于平衡状态,则下列说法中正确的是 ()

- A. 该位置处于 Q_1 、 Q_2 之间
- B. 该位置处于 Q_1 左侧
- C. 该位置在 $x=4 \text{ cm}$ 处
- D. 该位置在 $x=12 \text{ cm}$ 处

答案 D



思路点拨

新电荷仅在 Q_1 、 Q_2 作用下处于平衡状态,根据牛顿第三定律可知,每个点电荷受到另外两个点电荷的库仑力一定大小相等、方向相反.

探索过程 ◀

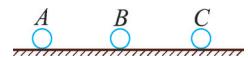
若电荷位于 Q_1 的左侧, 则可知 Q_1 对该电荷的作用力总大于 Q_2 对该电荷的作用力, 显然不能达到平衡状态, **如果在 $Q_1 Q_2$ 之间, Q_1 、 Q_2 对该电荷的库仑力方向相同, 不能平衡**. 在 Q_2 右侧时, Q_1 、 Q_2 对该电荷的库仑力方向相反, 大小能满足相等关系, A、B 错误; 设新点电荷坐标为 x 、电荷量为 q , 则有 $k \frac{Q_1 q}{x^2} = k \frac{Q_2 q}{(x - x_{12})^2}$, 解得 $x = 12$ cm, C 错误, D 正确.

规律总结

- (1) **两同夹异**: 两端的点电荷带同种电荷, 中间为异种电荷.
- (2) **两大夹小, 近小远大**: 处于中间的点电荷所带电荷量最小, 且离电荷量较小的外侧点电荷更近.



2. (2024 福建福州期末) 如图所示, 在光滑绝缘的水平面上有三个带电小球 A、B、C, 其中 A 球带正电, 电荷量为 $16Q$, B 球带电荷量为 Q , 已知 A、B、C 三个小球均处于静止状态, 且 A、B 之间的距离为 L , 则 B 球带_____ (填“正电”“负电”或“不带电”), C 球带电荷量为_____, B、C 间距为_____.



题型 库仑力作用下的动力学问题

例题 (2025 江西南昌月考) 质量均为 m 的三个带电小球 A、B、C 用三根长度均为 l 的绝缘丝线相互连接, 放置在光滑绝缘的水平面上, A 球的电荷量为 $+q$. 在 C 球上施加一个水平向右的恒力 F 之后, 三个小球一起向右运动, 三根丝线刚好都伸直且没有弹力, F 的作用线的反向延长线与 A、B 间的丝线相交于丝线的中点, 如图所示, 已知电力常量为 k . 下列说法正确的是 ()

- A. B 球的电荷量可能为 $+2q$
- B. C 球的电荷量为 $-\sqrt{2}q$
- C. 三个小球一起运动的加速度为 $\frac{\sqrt{3}kq^2}{ml^2}$
- D. 恒力 F 的大小为 $\frac{2\sqrt{3}kq^2}{l^2}$

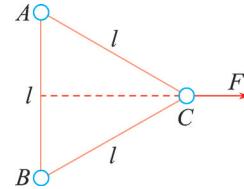
答案 C

探索过程 ◀

根据对称性可知, A 球的电荷量和 B 球的电荷量相同, C 球带负电, A 错误; 设 C 球的电荷量为 q_C , 以 A 球为研究对象, B 球对 A 球的库仑斥力为 $F_{BA} = \frac{kq^2}{l^2}$, C 球对 A 球的库仑引力为 $F_{CA} = \frac{kqq_C}{l^2}$, 由意可得三个小球一起运动的加速度方向与 F 的作用线平行, 则有 $F_{CA} \sin 30^\circ = F_{BA}$, $F_{CA} \cos 30^\circ = ma$, 解得 $q_C = 2q$, C 球的电荷量为 $-2q$, 则 $a = \frac{\sqrt{3}kq^2}{ml^2}$, $F = 3ma = \frac{3\sqrt{3}kq^2}{l^2}$, C 正确, B、D 错误.

思路点拨

三根丝线刚好都伸直且没有弹力, 说明 C、B 对 A 的库仑力的合力提供加速度, 再结合整体法与隔离法求解.



规律总结

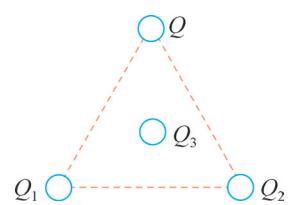
求解库仑力作用下的动力学问题的一般思路

1. 明确研究对象, 根据运动过程, 分析物体的受力(除重力、弹力、摩擦力外, 要重点关注库仑力).
2. 利用整体法与隔离法, 根据牛顿第二定律或动能定理求解.



3. (多选) 如图所示, 点电荷 Q_1 、 Q_2 固定于边长为 L 的正三角形的两个顶点上, 将点电荷 Q_3 (电荷量未知) 固定于正三角形的中心, Q_1 、 Q_2 的电荷量均为 $+q$. 在正三角形第三个顶点上放入另一点电荷 Q , 且 Q 的电荷量为 $-q$, 点电荷 Q 恰好处于平衡状态. 已知电力常量为 k , 不计各电荷受到的重力. 下列说法正确的是 ()

- A. 若撤去 Q_3 , 则 Q 将做匀加速直线运动
- B. Q_3 的电荷量为 $-\frac{\sqrt{3}}{3}q$
- C. 若不改变 Q 的电性, 仅改变其电荷量, Q 将不再受力平衡
- D. 若将 Q_1 的电荷量改为 $-q$, 则 Q 受到的合力大小为 $\frac{2kq^2}{L^2}$



3. 电场 电场强度

知识梳理

一、电场

- 定义: 存在于电荷周围, 能传递电荷间相互作用的一种特殊物质.
- 性质: 对放入其中的电荷有力的作用. 电荷间通过电场相互作用



二、电场强度

- 定义: 放入电场中某点的试探电荷所受的电场力与它的电荷量之比.
- 表达式: $E = \frac{F}{q}$, 单位 N/C, 矢量式.
- 物理意义: 是描述电场强弱和方向的物理量, 由产生电场的场源电荷和位置决定, 与试探电荷无关.

三、点电荷的电场 电场强度的叠加

- 点电荷的电场

(1) 表达式: $E = k \frac{Q}{r^2}$. 当 $r \rightarrow 0$ 时, 场源电荷不能视为点电荷, 电场强度不能视为无穷大(与库仑力类似)

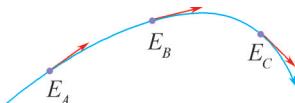
(2) 方向: 当 Q 为正电荷时, 电场强度 E 的方向沿半径向外; 当 Q 为负电荷时, 电场强度 E 的方向沿半径向内.
- 电场强度的叠加

如果场源是多个点电荷, 则电场中某点的电场强度等于各个点电荷单独在该点产生的电场强度的矢量和, 遵循平行四边形定则.

拓展: 根据微元法, 在一个比较大的带电体不能看作点电荷的情况下, 当计算它的电场时, 可以把它分成若干小块, 只要每个小块足够小, 就可以看成点电荷, 然后用点电荷电场强度叠加的方法计算整个带电体产生的电场.

四、电场线 匀强电场

- 电场线: 电场线是画在电场中的一条条有方向的曲线. 电场线上的各点的切线方向与该点的电场强度方向一致.



(1) 电场线从正电荷或无远出发, 终止于无远或负电荷, 电场线不闭合.

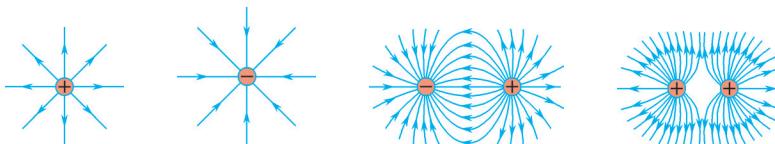
(2) 电场线的疏密表示电场的强弱, 电场线分布密的地方电场强度大, 电场线分布疏的地方电场强度小. “疏弱密强”

(3) 电场线永不相交. 电场中任意点的电场强度是唯一的

(4) 电场线是为了形象描述电场而假想的, 不是真实存在的.

2. 匀强电场特点: 电场线平行, 且疏密程度相同.

3. 常见电场图像: 指向同一方向



答疑解惑

疑问 1 根据 $E = \frac{F}{q}$, 可知 $E \propto F, E \propto \frac{1}{q}$?

解答: $E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式, E 反映电场本身的性质, 电场中某点的电场强度是唯一的, 与试探电荷的电荷量或所受电场力无关.

疑问 2 带正电粒子只受静电力作用时, 一定沿电场线运动?

解答: 带正电粒子在电场中所受电场力与电场线在该点的切线方向相同. 若电场线为直线, 且电荷初速度为零或速度方向与电场线平行时, 带正电粒子在电场中的运动轨迹才和电场线重合.

对比辨析

表达式	$E = \frac{F}{q}$	$E = k \frac{Q}{r^2}$
区别	定义式	决定式
适用范围	一切电场	真空中的点电荷
决定因素	由电场本身决定, 与 q 无关	由点电荷 Q 和点电荷到该点的距离 r 决定
电荷的意义	q 为试探电荷(检验场强)	Q 为场源电荷(产生场强)

电荷是试探电荷还是场源电荷, 取决于在电场中的作用, 与字母的大小写(Q 或 q)无关.

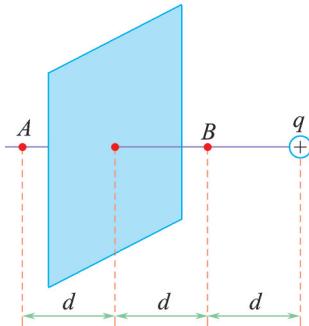
对比辨析

对比	等量同种点电荷	等量异种点电荷
点电荷连线中点的场强	为零	连线中点的场强最小, 且指向负电荷
点电荷连线上的场强大小	沿连线先变小, 再变大	沿连线先变小, 再变大
关于连线中点对称的两点场强	等大反向	等大同向
共同点		对称性

疑难突破

题型 利用对称法求解电场强度问题

例题 (2024 湖南九校期末)如图所示,水平直线过均匀带电薄板的中心且与薄板垂直,电荷量为 $+q$ 的点电荷放在该直线上且与均匀带电薄板相距 $2d$,直线上的 A、B 两点在薄板两侧且与薄板间距均为 d . 若图中 A 点的电场强度大小为 $\frac{8kq}{9d^2}$ (k 为 电力常量),方向水平向右,则图中 B 点的电场强度大小为 ()



- A. $\frac{kq}{9d^2}$ B. $\frac{8kq}{9d^2}$
C. $\frac{16kq}{9d^2}$ D. $\frac{2kq}{d^2}$

答案 D

探索过程 ◀

由点电荷的电场强度公式 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 可得,点电荷 $+q$ 在 A 点产生的电场强度大小为 $E_{A1}=\frac{kq}{(3d)^2}$, 方向水平向左, 而 A 点的电场强度大小为 $\frac{8kq}{9d^2}$, 方向水平向右, 说明均匀带电薄板在 A 点产生的电场强度大小 $E_{A2}=\frac{8kq}{9d^2}-\frac{kq}{(3d)^2}=\frac{kq}{d^2}$, 方向水平向右. 由 A 点和 B 点关于薄板对称可知, 薄板在 B 点产生的电场强度大小为 $E_{B2}=\frac{kq}{d^2}$, 方向水平向左; 点电荷 $+q$ 在 B 点产生的电场强度大小为 $E_{B1}=\frac{kq}{d^2}$, 方向水平向左, 故 B 点的电场强度大小为 $E_B=E_{B1}+E_{B2}=\frac{2kq}{d^2}$, 方向水平向左,D 正确.

思路点拨

均匀带电薄板两侧的场强分布具有对称性,结合电场强度叠加原理可求出图中 B 点的电场强度.

规律总结

在静电场中,常直接利用空间上的对称性,使复杂的问 简单化,如处理均匀带电体与点电荷场强的叠加问 等.

随手练

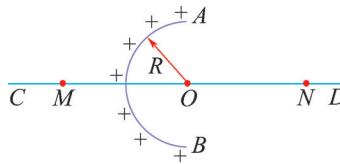
4. (2024 上海浦东期中)如图所示,真空中 a、b、c、d 四点共线且等距. 先在 a 点固定一点电荷 $+Q$, 测得 b 点场强大小为 E. 若再将另一等量异种点电荷 $-Q$ 放在 d 点,则 ()



- A. b 点场强大小为 $\frac{3}{4}E$ B. c 点场强大小为 $\frac{5}{4}E$
C. b 点场强方向向左 D. c 点场强方向向左

题型 利用割补法求解电场强度问题

例题 (2024 湖南长沙期末) 匀带电的球壳在球外空间产生的电场等效于电荷 中于球心处产生的电场。如图所示,在半球 AB 上均匀分布着正电荷,总电荷量为 q ,球 半径为 R ,CD 为通过半球 点与球心 O 的轴线,在轴线上有 M 、 N 两点, $OM=ON=2R$ 。已知 M 点的场强大小为 E ,则 N 点的场强大小为 ()



- A. $\frac{kq}{2R^2} - E$ B. $\frac{kq}{4R^2}$
 C. $\frac{kq}{2R^2} - 2E$ D. $\frac{kq}{4R^2} - E$

答案 A

探索过程 ◀

在半球 AB 右侧填补一个与 AB 完全相同的半球 , 则这个球壳在 M 、 N 两点产生的电场强度大小相等, 均为 $E_0 = k \frac{2q}{(2R)^2} = \frac{kq}{2R^2}$, 由于半球 AB 在 M 点的场强大小为 E , 则右侧填补的半球 在 M 点产生的电场强度大小为 $E_1 = E_0 - E = \frac{kq}{2R^2} - E$, 根据对称性可知, 半球 AB 在 N 点的场强大小与右侧填补的半球 在 M 点产生的场强大小相等, 即 N 点的场强大小为 $E_2 = E_1 = \frac{kq}{2R^2} - E$, A 正确。

一题多解 ◀

【等效法】 在本 中, 左半带正电球 在 M 点产生的电场强度等于带正电的完整球 与带负电的右半球 在 M 点产生的电场强度的矢量和, 完整球 在 M 点的场强为 $E_0 = \frac{kq}{2R^2}$, 方向向左, 则带负电的右半球 在 M 点的场强为 $E_1 = \frac{kq}{2R^2} - E$, 方向向右, 根据对称性可知带正电的左半球 在 N 点的场强大小为 $E_2 = E_1 = \frac{kq}{2R^2} - E$, 方向向右, A 正确。

思路点拨

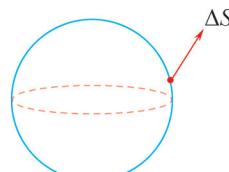
若带电体不是一个规则物体, 可将该物体补充一部分, 组成一个规则的物体, 带电体的场强等于补充后的整体与补偿部分的场强之差。

规律总结

割补法常用于求解部分球 、部分圆环、有规则缺失部分的其他均匀带电球体的电场强度。

随手练

5. (2024 河北沧州检测) 如图所示, 半径为 R 的均匀带电金属球壳, 所带电荷量为 Q 。在球壳上取一小 积 ΔS ($\Delta S \ll 4\pi R^2$), 球壳上其余部分电荷对 ΔS 所带电荷的作用力为 ()



- A. $k \frac{\Delta S Q^2}{8\pi R^4}$ B. $k \frac{\Delta S Q}{8\pi R^4}$
 C. $k \frac{\Delta S Q}{8\pi R^2}$ D. $k \frac{\Delta S Q^2}{8\pi R^2}$

随手练参考答案

第九章 静电场及其应用

1. 电荷

1. AD 解析: 枕形导体在带正电的小球附近时, 枕形导体上的自由电子会向导体的右端运动, 金属导体的右端因有了多余的电子而带负电, 左端因缺少电子而带正电, 而当闭合任何开关时, 导体就会与大地连接, 会使大地的电子流入枕形导体, B 错误, A 正确; 闭合开关 K₁, 大地的电子流入枕形导体, 再断开 K₁, 导体仍带负电, C 错误; 闭合开关 K₂, 导体就会与大地连接, 会使大地的电子流入枕形导体, 再断开 K₂ 后, 导体带负电, D 正确.

2. 库仑定律

2. 负电 $\frac{16Q}{9}$ $\frac{1}{3}L$ 解析: 若 B 球带正电, 无论 C 球带正电还是负电, 均不能保持平衡, 故 B 球带负电. B 球受力平衡, 可知 C 球带正电, 设小球 C 带电荷量为 q, B、C 间距离为 r. 因为三个小球均静止, 对 B 球受力分析, 有 $k \frac{16Q \cdot Q}{L^2} = k \frac{Qq}{r^2}$, 对 C 球有 $k \frac{16Q \cdot q}{(L+r)^2} = k \frac{Qq}{r^2}$, 联立解得 $r = \frac{1}{3}L$, $q = \frac{16Q}{9}$.

3. BD 解析: 若撤去 Q₃, 点电荷 Q 所受的合力为 Q₁、Q₂ 对点电荷 Q 库仑力的合力, 方向竖直向下, 向下加速运动的过程中, 由于到两电荷的距离发生变化, 导致库仑力发生变化, 则加速度变化, 所以 Q 将做变加速直线运动, A 错误; Q₁、Q₂ 对点电荷 Q 库仑力的合力为

$$F_1 = 2k \frac{q^2}{L^2} \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}kq^2}{L^2}, \text{ 方向竖直向下, 根据几何关}$$

系知, Q₃ 与点电荷 Q 的距离为 $r = \frac{\sqrt{3}}{3}L$, 根据平衡条件得 $k \frac{Q_3 q}{r^2} = \frac{\sqrt{3}kq^2}{L^2}$, 解得 $Q_3 = \frac{\sqrt{3}}{3}q$, 带负电, B 正确; 根

据 $k \frac{Q_3 Q}{r^2} = \frac{\sqrt{3}kQq}{L^2}$ 知, 若不改变 Q 的电性, 仅改变其电荷量, Q 将仍然受力平衡, C 错误; 若将 Q₁ 的电荷量改为 -q, Q 受到 Q₁、Q₂ 的合力 $F'_1 = k \frac{q^2}{L^2}$, 方向水平向右,

Q₃ 对 Q 的库仑力大小为 $\frac{\sqrt{3}kq^2}{L^2}$, 方向竖直向上, 根据平行四边形定则知, Q 受到的合力大小 $F_{\text{合}} =$

$$\sqrt{\left(\frac{kq^2}{L^2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}kq^2}{L^2}\right)^2} = \frac{2kq^2}{L^2}, \text{ D 正确.}$$

3. 电场 电场强度

4. B 解析: 设 ab=bc=cd=L, 由题可知 +Q 在 b 点产生的场强大小为 E, 方向水平向右; 由点电荷的场强公式得 $E = k \frac{Q}{L^2}$, -Q 在 b 点产生的电场强度大小为 $E_1 = k \frac{Q}{(2L)^2} = \frac{E}{4}$, 方向水平向右, 所以 b 点的场强大小为 $E_b = E + \frac{1}{4}E = \frac{5}{4}E$, 方向水平向右, A、C 错误; 根据对称性可知, c 点与 b 点的场强大小相等, 则 $E_c = \frac{5}{4}E$, 方向水平向右, B 正确, D 错误.

5. A 解析: 在紧挨着 ΔS 面取两点 a 和 b, a 在内部, b 在外部. 设 ΔS 所带电荷在 a、b 两点形成的电场强度大小为 E₁, 其余部分在 a、b 两点形成的电场强度大小为 E₂, 所以 a 点电场强度大小为 $E_1 - E_2 = 0$, b 点电场强度大小为 $E_1 + E_2 = k \frac{Q}{R^2}$, 解得 $E_2 = k \frac{Q}{2R^2}$, 所以其余部分电荷对 ΔS 所带电荷的电场力 $F = E_2 q = k \frac{Q}{2R^2} \cdot \frac{Q \Delta S}{4\pi R^2} = k \frac{\Delta S Q^2}{8\pi R^4}$, A 正确.

第十章 静电场中的能量

3. 电势差与电场强度的关系

1. BD 解析: 在匀强电场中, 平行等间距的两点间电势差相等, 可得 $\varphi_b - \varphi_a = \varphi_c - \varphi_o$, 即 c、O 两点间的电势差等于 b、a 两点间的电势差, 可得 $\varphi_o = 4$ V. 同理可得 $\varphi_b - \varphi_o = \varphi_c - \varphi_d$, 可得 $\varphi_d = 6$ V, A、C 错误, B 正确; 由于 b、d 两点电势相等, 其连线为 6 V 的等势线, 电场线垂直于等势线指向电势较低一侧, 故场强沿 co 方向, 如图所示, 则匀强电场的电场强度大小为 $E = \frac{U_{co}}{d_{co}} = \frac{8-4}{\sqrt{2}} \text{ V/m} = 2\sqrt{2} \text{ V/m}$, D 正确.

