

典题讲评与答案详析

第九章 静电场及其应用

第一节 电荷

题组 1 电荷

· 答案 ·

1	2	3	4	5	6	7	8	10
A	B	B	A	D	D	AB	AC	BD

1. A 解析:元电荷 e 的数值最早是由美国物理学家密立根通过实验测得的,这是他获得诺贝尔物理学奖的重要原因,故 A 正确;元电荷是带电荷量的最小单元,是电荷量的单位,大小等于电子的电荷量,但不是电子,任何带电体所带的电荷量都是元电荷的整数倍,故 B 错误;在与外界没有电荷交换的情况下,一个系统所带的电荷量总是守恒的,电荷守恒定律并不意味着带电系统一定和外界没有电荷交换,故 C 错误;静电感应不能使绝缘体带电,电子和质子所带电荷量相等,但它们的质量不相等,比荷不相等,故 D 错误。

2. B 解析:雷雨天气中,建筑物导电性增强,可以看成导体,与云层发生静电感应,顶部带正电,故 B 正确。

3. B 解析:摩擦只能转移电荷,不能创造电荷,故 A 错误;所有带电体所带电荷量一定为元电荷 e 的整数倍,故 B 正确;下雨天,空气潮湿,毛皮摩擦过的橡胶管所带的电荷会被导走一部分,细水流的偏转会变弱,实验效果会不明显,故 C 错误;用丝绸摩擦过的玻璃棒带正电,毛皮摩擦过的橡胶管带负电,虽然两者带电种类不同,但根据带电体能够吸引轻小物体的特点,可知细水流依旧会向靠近玻璃棒的方向偏转,故 D 错误。

方法归纳 三种起电方式的比较

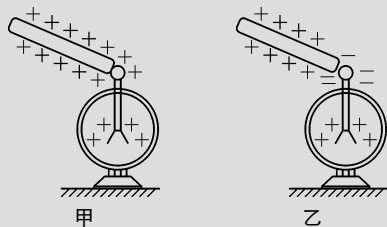
	摩擦起电	感应起电	接触起电
现象	两物体带上等量异种电荷	导体两端出现等量异种电荷	导体带上与带电体同性的电荷
原因	不同物质的原子核对电子的束缚能力不同. 束缚能力强的得电子,带负电;束缚能力弱的失电子,带正电	电子在电荷间相互作用下发生转移,近端带异种电荷,远端带同种电荷	在电荷间相互作用下,电子从一个物体转移到另一个物体上
实质	电荷在物体之间或物体内部的转移		
说明	无论哪种起电方式,发生转移的都是电子,正电荷不会发生转移		

4. A 解析:验电器的金属箔之所以张开,是因为它们都带有正电荷,张开角度的大小取决于两金属箔带电荷量的多少. 如果 A 球带大量负电荷,靠近验电器的 B 球时,根据同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引可知, B 球上的自由电子将向金属箔移动,使得金属箔上所带电荷量减少,从而使

两金属箔张角减小;如果 A 球不带电,在靠近 B 球时,发生静电感应现象,使 A 球靠近 B 球的一面出现负的感应电荷,而背向 B 球的一面出现正的感应电荷, A 球上的负的感应电荷反过来使验电器上的负电荷向金属箔移动,效果与 A 球带负电相同,从而使金属箔张角减小,故 A 正确。

规律总结 验电器的两种应用方式及原理

(1) 接触带电:当带电的物体与验电器上面的金属球接触时,有一部分电荷转移到验电器上,与金属球相连的两个金属箔片带上同种电荷,因相互排斥而张开,如图甲所示。



(2) 感应起电:当带电体靠近验电器的金属球时,带电体会使验电器的金属球带异种电荷,而金属箔片上会带同种电荷,两个金属箔片在斥力作用下张开,如图乙所示。

5. D 解析:根据电荷守恒定律,摩擦后甲物体带正电荷 $2.8 \times 10^{-15} \text{ C}$,则乙物体一定带负电荷 $2.8 \times 10^{-15} \text{ C}$,乙与丙接触后,丙物体一定带有负电荷 $6 \times 10^{-16} \text{ C}$,此时乙物体一定带有负电荷 $2.2 \times 10^{-15} \text{ C}$,故 D 正确。

6. D 解析:仅甲或者乙伸入球内后,由于静电感应,验电器箔片一直张开,故 A 错误;甲、乙先后伸入球内,验电器箔片先张开、后闭合,故 B 错误;甲、乙同时伸入球内,感应电荷为零,验电器箔片不动,甲撤出后箔片张开,故 C 错误;甲、乙先后伸入球内,验电器箔片先张开再闭合,甲或乙撤出一个后箔片又张开,故 D 正确。

7. AB 解析:毛巾与塑料带摩擦时并没有产生电荷,而是电子从一个物体转移到另一个物体上,毛巾与塑料带带异种电荷,故 A 正确, C 错误;用毛巾摩擦后, PVC 管与塑料带带同种电荷,两者间相互排斥,从而使塑料带化身为“章鱼”在空中飘浮,故 B 正确;塑料带会张开是因为带上同种电荷相互排斥,从而向四周散开,故 D 错误。

易错警示 起电过程的实质是物体中自由电荷的转移过程,在转移过程中电荷的总量保持不变. 也就是说,起电过程就是物体所带电荷量的重新分配. 电荷守恒定律和能量守恒定律一样,都是自然界中最基本的守恒定律,任何带电现象都不能违背电荷守恒定律。

8. AC 解析:将带正电荷 Q 的导体球 C 靠近不带电的导体时,由于静电感应,导体内部的电子将向 B 端移动、聚集,使导体 B 端因电子的聚集而带上负电,同时导体 A 端因失去电子而带上正电,但由于导体起初不带电,则可知导体内部正负电荷相等,因此,在因静电感应电荷重新分布后,无论沿着虚线 1 切割,还是沿着虚线 2、虚线 3 切割时, A、B 两部分

导体所带正、负电荷量的大小必然相等. 故 A、C 正确, B 错误. 若先将 C 移走, 则导体不带电, D 错误.

9. (1) 梳子和头发所带电荷的总量不变. (2) A、B 所带电荷的总量不变. (3) 见解析. (4) 一个与外界没有电荷交换的系统, 电荷的代数和保持不变

解析: (1) 梳头后, 部分电子从头发转移到梳子, 所以梳子和头发所带电荷的总量不变.

(2) 将 C 靠近导体 A, 然后将 A、B 分开, 根据静电感应, A 带负电, B 带正电, 再移开 C, 最后让 A 与 B 接触, A、B 下部的金属箔片先张开、后闭合, 可知 A 与 B 接触前, A 与 B 带电荷量相同, 这说明 A、B 所带电荷的总量不变.

(3) 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.

(4) 一个与外界没有电荷交换的系统, 电荷的代数和保持不变.

巅峰挑战

10. BD **解析:** 用毛皮摩擦过的橡胶棒带负电, 操作①中, 橡胶棒靠近验电器的金属球时, 由于静电感应, 验电器的金属球带正电, 则金属箔带负电, 从而张开, 随着棒靠近验电器金属球, 金属箔张开的角度越来越大, 因为产生的感应电荷越来越多, 金属箔上聚集的负电荷也越来越多, A 错误, B 正确; 操作②中, 手接触验电器, 验电器中的负电荷流入大地中, 使得金属箔闭合, C 错误; 操作③中, 先把手移开, 再把橡胶棒移开, 金属球因带多余正电荷, 导致金属箔又张开, D 正确.

第二节 库仑定律

题组 2 库仑定律的应用

答案速查

1	2	3	4	5	7
D	AD	B	D	A	B

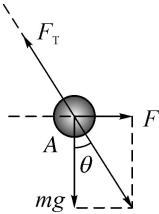
1. D **解析:** 点电荷是一种理想化模型, 真正的点电荷实际上并不存在, 故 A 错误; 一个带电体能否看成点电荷, 不是看它的尺寸大小和带电荷量大小, 而是看它的形状、大小及其电荷分布状况对所研究的问题的影响是否可以忽略不计, 故 B 错误, D 正确; 库仑定律只适用于真空中的静止的点电荷, 当 $r \rightarrow 0$ 时, 带电体不能再看作点电荷, 库仑定律不再适用, 不能得到 $F \rightarrow \infty$ 的结论, 故 C 错误.

易错警示 对点电荷的理解

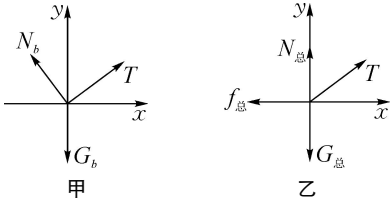
点电荷是只有电荷量, 没有大小、形状的理想化模型, 类似于力学中的质点, 实际中并不存在. 带电体能否看成点电荷视具体问题而定. 如果带电体的大小比带电体间的距离小得多, 则带电体的大小及形状就可以忽略, 此时带电体就可以看成点电荷.

2. AD **解析:** 体积较大的金属球 B 上的正电荷在 A 球的正

电荷的电场的作用下, 发生了重新排布, 不能认为电荷集中于 B 的球心, 因此, 小球 A 受到的库仑力不等于 $\frac{kQq}{r^2}$, 以小球 A 为研究对象, 受力分析如图所示, $\frac{F}{mg} = \tan \theta$, 则 $F = mg \tan \theta$, 故 B 错误, D 正确; 由受力平衡可得 $\frac{mg}{F_T} = \cos \theta$, 得 $F_T = \frac{mg}{\cos \theta}$, 故 A 正确, C 错误.



3. B **解析:** 由题意可知, 两带电小球缓慢漏电, 则两小球所受库仑力逐渐减小, 对 b 受力分析, 如图甲所示, 根据平衡条件, 可知绳子的拉力逐渐减小, 则 b 所受的拉力也逐渐减小, 若 b 相对于斜面有向上运动的趋势, 则摩擦力向下且减小, 若 b 相对于斜面有向下运动的趋势, 则摩擦力向上且增大, 故 B 正确, D 错误. 将 b 和 c 看成一个整体, 如图乙所示, 其整体受重力 (方向竖直向下), 支持力 (方向竖直向上), 绳子给的拉力 (方向沿斜面向上) 以及水平地面的摩擦力, 根据正交分解法, 在竖直方向上, 拉力在竖直方向上的分力与支持力的合力大小等于重力大小, 当拉力减小时, 地面对 c 的支持力一定变大; 在水平方向上, 拉力在水平方向上的分力大小等于地面对 c 摩擦力大小, 由平衡条件可知, 地面对 c 的摩擦力一定向左, 当拉力不断减小时, 地面对 c 的摩擦力不断减小, 故 A、C 错误.



4. D **解析:** 任何带电体所带的电荷量一定为元电荷的整数倍, 所以小球所带的电荷量不可能为任意的实数, 故 A 错误; A、C 完全相同, 所以 A、C 接触之后, A、C 的带电荷量均为 $\frac{Q}{2}$, 用不带电的同样小球 D 与 C 接触后, C、D 的带电荷量变为 $\frac{Q}{4}$, A 所带电荷量与 C 所带电荷量不同, 故 B 错误; C 带正电, 与不带电的 D 接触时, 一部分电子从小球 D 转移到了小球 C 上, 之后 D 带正电, 故 C 错误; 原来 A、C 间的库仑力 $F = \frac{k(\frac{Q}{2})^2}{r^2} = \frac{kQ^2}{4r^2}$, 后来 A、C 间的库仑力 $F' = \frac{k \frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{4}}{r^2} = \frac{kQ^2}{8r^2} = \frac{F}{2}$, 即 A、C 间的库仑力变为原来的 $\frac{1}{2}$, 故 D 正确.

规律总结 两金属导体接触后电荷量的分配规律

(1) 若两个完全相同的金属球带电荷量分别为 q_1 、 q_2 , 接触后再分开, 两球带电荷量分别为 q'_1 、 q'_2 , 则有 $q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$ (q_1 、 q_2 应带 +、- 号).

(2) 此规律只适用于两个完全相同的金属球(材料、大小都相同)。

5. A 解析:由 $v-t$ 图像可知 B 球做加速度不断增大的减速运动,故小球 B 运动的方向水平向左,两小球带同种电荷,当 B 的速度大小为 $\frac{v_0}{2}$ 时, B 运动的时间大于 $\frac{t_0}{2}$,故 A 正确,B、C 错误;因 B 球做加速度不断增大的减速运动,即所受库仑力越来越大,所以 $0 \sim t_0$ 时间内 A 、 B 两小球间的库仑力逐渐增大,选项 D 错误。

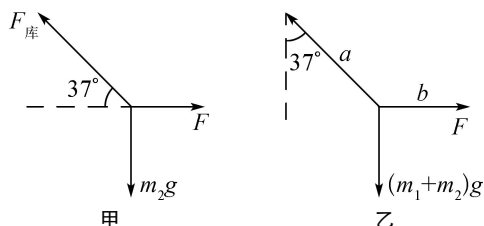
6. (1) 根据库仑定律有 $F_{\text{库}} = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$,

解得 $F_{\text{库}} = 45 \text{ N}$ 。

(2) 对小球 2 受力分析,如图甲所示,水平方向上有 $F = F_{\text{库}} \cos 37^\circ$,

竖直方向上有 $m_2 g = F_{\text{库}} \sin 37^\circ$,

解得 $F = 36 \text{ N}$, $m_2 = 2.7 \text{ kg}$ 。



(3) 将小球 1、2 作为整体受力分析,如图乙所示,有 $F = (m_1 + m_2)g \tan 37^\circ$,

解得 $m_1 = 2.1 \text{ kg}$ 。



巅峰挑战

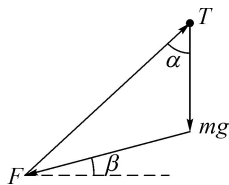
7. B 解析:小球 B 受力分析如图,由平衡条件可得 $\frac{mg}{\sin 30^\circ} =$

$\frac{F}{\sin 45^\circ} = \frac{T}{\sin 105^\circ}$,解得细线中的张力大小为 $T = \frac{\sin 105^\circ}{\sin 30^\circ} mg =$

$\frac{\sqrt{2} + \sqrt{6}}{2} mg$,故 A、C 错误;而 A 对 B 的静电力大小为 $F =$

$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} mg = \sqrt{2} mg$,且“ A 对 B 的引力”与“ B 对 A 的引力”

为一对相互作用力,由牛顿第三定律可知其等大反向,故 B 正确,D 错误。



第三节 电场 电场强度

题组 3 电场的性质 匀强电场



1	2	3	4	5	6
C	B	A	D	D	AB

1. C 解析:在以一个点电荷为球心,半径为 r 的球面上各

点电场强度大小相等,方向不同,故 A 错误;不同电荷在不同位置所受电场力与场强和电荷量都有关系,电场力大,可能是因为电荷量大也可能是场强大,故 B 错误;电场中某点场强为零,则检验电荷在该点受到的电场力一定为零,故 C 正确;点电荷就是忽略电荷的形状、大小的理想模型,其形状、大小对研究的问题没有影响,故 D 错误。

易错警示

电场强度的大小和方向都是由电场本身所决定的,与试探电荷无关;电场强度是矢量,其方向与在该点的正电荷所受静电力的方向相同,与在该点的负电荷所受静电力的方向相反;公式 $E = \frac{F}{q}$ 可变形为 $F = qE$,正电荷所受静电力方向与该点电场强度方向相同,负电荷所受静电力方向与该点电场强度方向相反。

2. B 解析:电场强度是电场本身的性质,与试探电荷无关,

故 A 错误; $E = k \frac{Q}{r^2}$ 为点电荷的电场强度的决定式,点电荷

周围某点电场强度的大小,与该点到场源电荷距离 r 的二次方成反比,在 r 减半的位置上,电场强度变为原来的 4 倍,故 B 正确;电场强度与试探电荷的电荷量无关,试探电荷电荷量减半,该处的电场强度不变,故 C 错误;电荷在电场中所受静电力大小除了与该点的电场强度有关,还与该电荷的电荷量有关,电荷量相同,则受力相同,电荷量不同,则受力不同,故 D 错误。

3. A 解析:图甲中平行金属板带电时,两板间(除边缘附近外)为匀强电场,则任意两点(除边缘附近外) a 、 b 电场强度相同,故 A 正确;两个等量异种点电荷的连线上,据电场线的对称性可知,与连线中点 O 不等距的两点 a 、 b 电场强度大小不等,方向相同,故 B 错误;离点电荷 Q 等距的任意两点 a 、 b 电场强度大小相等,但方向不同,则电场强度不同,故 C 错误;两个等量同种点电荷连线的中垂线上,与中点 O 等距的任意两点 a 、 b 场强大小相等,但方向相反,所以电场强度不同,故 D 错误。

4. D 解析:由于题图中平行金属板形成的电场的电场线不是等间距的平行直线,即平行金属板间各处的电场强度不是处处相同,所以不能看成匀强电场,故 A 错误;从电场线分布看, A 点的电场线比 B 点密,所以 A 点的电场强度大于 B 点的电场强度,故 B、C 错误;如果使带有等量异种电荷且平行正对的一对平行金属板靠得足够近,两极板中间的区域是匀强电场,各点电场强度都相等,故 D 正确。

知识总结 匀强电场特点

(1) 电场方向处处相同,电场线是平行直线。

(2) 电场强度大小处处相等,电场线疏密程度相同。

5. D 解析:对 A 点,可以看成两组等量异种点电荷场强的叠加,合场强竖直向上,根据对称性可知 A 、 B 两点场强大小相等,方向相反,故 A 错误;对 D 点,水平方向下面一组等量异种电荷在 D 点的电场强度,大于水平方向上面一组等量异种电荷在 D 点的电场强度,方向相反,根据矢量的合成可知 D 点的场强大小不等于零,同理 C 点场强叠加后也不为零,故 B 错误;两等量正离子在 O 点的合场强为 0,两等量负

离子在 O 点的合场强为 0, 则四个离子在 O 点的合场强为 0, 则试探电荷 q 在 O 点所受电场力大小为零, C 错误; 同理可知 A、B、C 和 D 四个点的电场强度大小相等, 则试探电荷 q 在 A、B、C 和 D 点所受电场力大小相等, 故 D 正确。

方法总结 电场强度是矢量, 对于同一直线上电场强度的合成, 可先规定正方向, 进而把矢量运算转化成代数运算, 对于互成角度的电场强度的叠加, 合成时遵循平行四边形定则。

6. AB **解析:** 由点电荷产生的电场强度公式可知, 电荷量为 Q 的正电荷在 A、C 两点产生的电场强度大小相等, 均为 $E_Q = k \frac{Q}{r^2}$, 其方向与匀强电场 E 的方向垂直, 在 A 点方向向上, 在 C 点方向向下, 由电场强度的叠加原理可得, 在 A、C 两点产生的合场强大小相等, 都为 $E_{\text{合}} = \sqrt{E^2 + k^2 \frac{Q^2}{r^4}}$, 但 A、C 两点合场强方向不同, A 正确, D 错误; 电荷量为 Q 的正电荷在 B 点产生的电场强度大小为 $E_{QB} = k \frac{Q}{r^2}$, 方向与匀强电场 E 的方向相同, 由电场强度的叠加原理可得, B 点的电场强度大小为 $E_{\text{合}B} = E + k \frac{Q}{r^2}$, B 正确; 电荷量为 Q 的正电荷在 D 点产生的电场强度大小为 $E_{QD} = k \frac{Q}{r^2}$, 方向与匀强电场 E 的方向相反, 由电场强度的叠加原理可得, D 点的电场强度大小是 $E_{\text{合}D} = E - k \frac{Q}{r^2}$, 可知若 E 与 $k \frac{Q}{r^2}$ 大小相等时, D 点的电场强度大小是零, C 错误。

7. (1) 设小球 C 所处位置的电场强度大小为 E , 根据小球 C 静止时, 细线张力恰好为零, 对小球 C 受力分析可知 $Eq = mg$,

$$\text{解得 } E = \frac{mg}{q} = 5.4 \times 10^5 \text{ N/C},$$

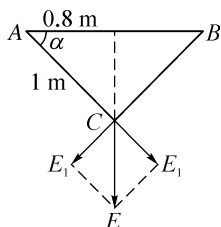
方向竖直向下。

(2) 因 A、B 两点固定有电荷量相等且带正电的小球, 则两个点电荷在小球 C 所处位置产生的电场强度的大小相等, 设一个带正电小球在 C 所处位置产生的电场强度的大小为 E_1 , 设 AC 与 AB 的夹角为 α , 由已知条件可知 $\sin \alpha = 0.6$, 根据电场的叠加原理可知小球 C 所处位置的电场强度 $E = 2E_1 \sin \alpha$,

$$\text{解得 } E_1 = \frac{E}{2 \sin \alpha} = 4.5 \times 10^5 \text{ N/C},$$

$$\text{根据点电荷电场强度公式 } E_1 = \frac{kQ}{r^2},$$

$$\text{解得 } Q = 5 \times 10^{-5} \text{ C}.$$



巅峰挑战

8. (1) 对 B 球受力分析, 沿斜面方向有

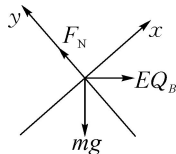
$$mg \sin 30^\circ = k \frac{Q_A Q_B}{r_1^2},$$

$$\text{解得 } Q_A = 1 \times 10^{-6} \text{ C}.$$

(2) 对 B 球受力分析, 如图所示, B 球处于平衡状态, 所以电场力水平向右, 又因为 B 球带正电, 所以该匀强电场方向水平向右. 沿斜面方向受力平衡,

$$mg \sin 30^\circ = EQ_B \cos 30^\circ,$$

$$\text{解得 } E = 1 \times 10^6 \text{ N/C}.$$



(3) 当电场力方向与斜面平行时, 电场力最小, 则场强最小, 此时 $Q_B E_{\min} = mg \sin 30^\circ$,

$$\text{解得 } E_{\min} = 9 \times 10^5 \text{ N/C},$$

方向沿斜面向上。

方法归纳 电场中的力学问题解题思路

1. 带电体在多个力作用下处于平衡状态, 带电体所受合外力为零, 因此可用共点力平衡的知识分析, 常用的方法有正交分解法、合成法等。
2. 带电体在电场中的加速问题与力学问题分析方法完全相同, 带电体的受力仍然满足牛顿第二定律, 在进行受力分析时不要漏掉静电力。

题组 4 电场强度的求解方法



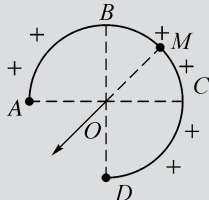
1	2	3	4	5	7
C	D	BC	D	A	BCD

1. C **解析:** AB、AC 两段圆弧在 O 点产生的电场强度, 大小相等, 夹角为 120° , 叠加之后大小为 E , 均设为 E_1 , 则 $E = 2E_1 \cos 60^\circ$, 可得 $E_1 = E$, 所以每段产生的场强大小也为 E . 故 C 正确。

规律总结 对称法

对称法实际上就是根据某些物理现象、物理规律、物理过程或几何图形的对称性进行解题的一种方法. 在电场中, 利用空间上对称分布的电荷形成的电场具有对称性的特点, 使复杂电场的叠加计算问题大为简化。

例如: 如图所示, 均匀带电的 $\frac{3}{4}$ 球壳在 O 点产生的场强, 等效为弧 BC 产生的场强; 弧 BC 产生的场强方向, 又等效为弧的中点 M 在 O 点产生的场强方向。



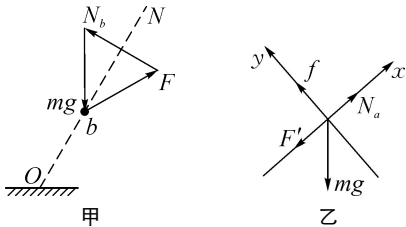
2. D **解析:** 若将电荷量为 $+Q$ 的点电荷放置在 O 点, 则 C、M、D、N 四点的电场强度大小相同, 方向不同, A 错误; 若将

电荷量为 $+Q$ 和 $-Q$ 的点电荷分别放置在 A 点和 B 点,由等量异种点电荷电场中电场线分布的对称性可知, C 、 D 两点的电场强度大小相等,方向均由 A 指向 B , B 错误;若在 C 点和 D 点分别放置等量同种的点电荷,则 O 点的电场强度是零,从 O 点沿 CD 的中垂线经过 N 点到无限远处,电场强度大小从零先增大,再减小到零,则电子从 O 点沿直线运动到 N 点的过程中,所受静电力的大小可能是一直增大的,也可能是先增大后减小的, C 错误;若在 C 点和 D 点分别放置等量正点电荷,则 CD 连线的中垂线上,关于 O 点对称的两点电场强度等大反向,所以电子在 MO 间与 ON 间受力具有对称性,都指向 O 点,所以将一电子从 M 点由静止释放,电子将在 M 、 N 间做往返运动, D 正确。

规律总结 等量点电荷的电场特点

	等量异种点电荷	等量同种点电荷
电场线分布图		
电荷连线上的电场强度	沿连线先变小后变大	
	O 点最小,但不为零	O 点为零
中垂线上的电场强度	O 点最大,向外逐渐减小	O 点最小,向外先变大后变小
关于 O 点对称位置的电场强度	A 与 A' 、 B 与 B' 、 C 与 C'	
	等大同向	等大反向

3. BC 解析:设 b 的质量为 m ,杆对 b 的弹力为 F , ON 对 b 的支持力为 N_b ,其力的矢量图如图甲所示,由几何知识可知 $F=N_b=mg$,现 b 受竖直向下的电场力, F 和 N_b 等比例增大,合力仍为零, b 仍静止,故 B 正确, D 错误;杆对 a 的力始终垂直斜面 OM ,如图乙所示, a 始终静止,摩擦力 $f=m_ag \cos 30^\circ$ 不变,故 A 错误, C 正确。



4. D 解析:先将带电球体补全,一半半径为 R 的球体表面均匀带有正电荷,电荷量为 $2q$,在球外空间产生的电场等效于电荷集中于球心处产生的电场,则在 P 、 Q 两点所产生的电场强度为 $E_0=k \frac{2q}{(2R)^2}=k \frac{q}{2R^2}$,左半球面所带电荷在 P 点的电场强度大小为 E ,由对称性可知去掉的右半球面所带电荷在 Q 点的电场强度大小也为 E ,则 $E_Q=E_0-E=k \frac{q}{2R^2}-E$,故 D 正确。

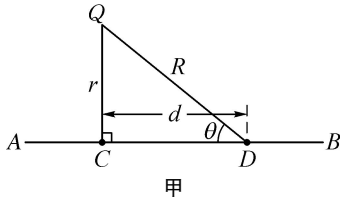
5. A 解析:无限大均匀带电平板,则 R 取无限大,在 Q 点产生的场强 $E_1=2\pi k\sigma_0 \left(1-\frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}\right) \approx 2\pi k\sigma_0$,半径为 r 的圆板在 Q 点产生的场强 $E_2=2\pi k\sigma_0 \left(1-\frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}}\right)$. 无限大

均匀带电平板,从中间挖去一半径为 r 的圆板后的场强是两个场强的差,所以 $E=E_1-E_2=2\pi k\sigma_0 \frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}}$,则 q_0 所受电场力的大小为 $F=Eq_0=2\pi k\sigma_0 q_0 \frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}}$,故 A 正确。

方法点拨 补偿法

有时由题给条件建立的模型不是一个完整的模型,这时需要给原来的问题补充一些条件,组成一个完整的新模型. 这样,求解原模型的问题就变为求解新模型与补充条件的差值问题. 如采用补偿法将有缺口的带电圆环补全为圆环,或将半球面补全为球面,从而将问题化难为易。

6. (1) 由于 C 点的电场强度最大,故场源电荷到 C 点的距离最小,由此可知,场源电荷与 C 的连线垂直于 CD ,如图甲所示。



设场源电荷到 C 点的距离为 r ,到 D 点的距离为 R ,有

$$E=k \frac{Q}{r^2}, \frac{E}{2}=k \frac{Q}{R^2},$$

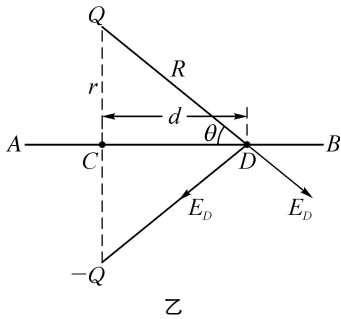
解得 $R=\sqrt{2}r$,

由几何知识可知 $\theta=45^\circ, r=d$.

(2) 根据上述分析可知 $Q=\frac{Ed^2}{k}$.

(3) 根据电场的叠加原理可知, C 点的电场强度的大小为 $E_C=2E$.

在 D 点的电场的合场强如图乙所示,



其中 $E_D=\frac{E}{2}$,

由几何知识可知, D 点的合场强大小 $E_D'=2E_D \cos \theta=\frac{\sqrt{2}}{2}E$.

巅峰挑战

7. BCD 解析:两小球分别在 x 轴上下两侧,电性相同,它们在 P 点产生的场强大小相同,方向分别斜向上和斜向下,与 x 轴夹角相等,方向不同, A 错误;大球所带电荷均匀分布整个球体,它在外产生的电场可等效为所有电荷集中在球心 O 点时在外产生的电场,由库仑定律得 $F=k \frac{Q}{9r^2}$, B 正确;大球在 P 点产生的电场沿 x 轴方向,两小球在 P 点的合

场强也沿 x 轴方向,且小于大球在 P 点的场强,由场强叠加原理可知,挖去两小球后, P 点场强方向不变, C 正确;设挖去的两小球的球心到 P 点的距离为 l ,由几何关系得 $l = \sqrt{r^2 + (3r)^2} = \sqrt{10}r$,球体积公式为 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$,小球半径是大球半径的一半,故小球体积是大球体积的八分之一,故小球所带电荷量为 $q = \frac{Q}{8}$,两小球在 P 点场强均为 $E_1 = k \frac{\frac{Q}{8}}{(\sqrt{10}r)^2} = \frac{1}{80}k \frac{Q}{r^2}$,合场强为 $E = 2E_1 \cos \theta = 2 \times \frac{3}{\sqrt{10}} \cdot \frac{kQ}{80r^2} = \frac{3\sqrt{10}}{400}k \frac{Q}{r^2}$,挖去两小球后,剩余部分在 P 点的场强为 $E' = k \frac{Q}{9r^2} - \frac{3\sqrt{10}}{400}k \frac{Q}{r^2} = \frac{400 - 27\sqrt{10}}{3600}k \frac{Q}{r^2}$, D 正确。

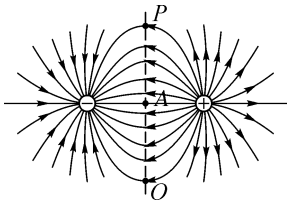
综合提优 1(第一~三节)



1	2	3	4	5	6
D	B	D	C	B	BCD

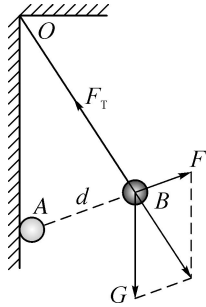
1. D 解析:人在转动手柄的过程中并没有创造电荷,只是电荷从一个物体转移到另一个物体,故 A 错误;大金属球带正电是因为大金属球的原子核的核外电子转移到了其他物体上,故 B 错误;小金属球不带电不是因为内部没有电子,而是因为小金属球的原子核中的正电荷与原子核外电子所带的负电荷相互抵消,故 C 错误;小金属球碰上大金属球后会带上正电荷,由于同种电荷相互排斥,所以小金属球会被弹开,故 D 正确。

2. B 解析:两等量异种点电荷形成电场的电场线分布特点如图所示,由图可知两点电荷连线的中垂线上,电场线方向均相同,即场强方向相同,且与中垂线垂直,在中垂线上,关于 A 点对称的点场强大小相等,由几何关系可知, P 点与 O 点是关于 A 点对称的点,因此 $P(a, a)$ 点和 $O(0, 0)$ 点的电场强度大小相等、方向相同。故 B 正确。



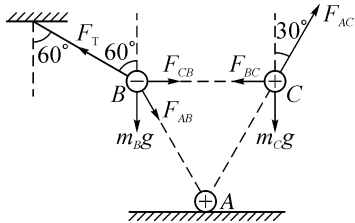
3. D 解析:根据题意,对 B 球受力分析,受重力、细线拉力和库仑力,如图所示,由相似三角形可得 $\frac{G}{OA} = \frac{F_T}{OB} = \frac{F}{d}$,根据库仑定律有 $F = \frac{kQ_A Q_B}{d^2}$,可知,由于 B 球缓慢漏电,则 F 减小,由于 G 、 OA 、 OB 均不变,则 d 逐渐减小, F_T 不变,故 A、B 错误;根据以上分析可知,当 A、B 间距离减为 $\frac{d}{3}$ 时,库仑力减小到原来的 $\frac{1}{3}$,根据 $F = \frac{kQ_A Q_B}{d^2}$ 可知, B 球的电荷量减

小为原来的 $\frac{1}{27}$,故 C 错误, D 正确。



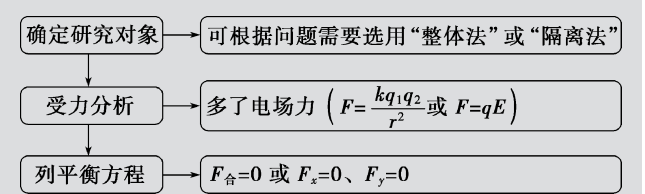
4. C 解析:电荷量为 $-Q$ 的点电荷放在 A 点时,设它在 O 点产生的场强大小为 E_0 ,设 $AO = r$,则根据库仑定律得 $E_0 = k \frac{Q}{r^2}$,由题意可知 $E_1 = \sqrt{E_0^2 + E^2}$, $-Q$ 的点电荷放在 B 点时,由于 $BO = 2AO = 2r$,根据库仑定律,则它在 O 点产生的场强大小为 E'_0 ,则 $E'_0 = k \frac{Q}{(2r)^2} = \frac{E_0}{4}$,由题意可知 $E_2 = \sqrt{\left(\frac{E_0}{4}\right)^2 + E^2}$,联立可得 $E = \sqrt{\frac{16E_0^2 - E_1^2}{15}}$,故 C 正确。

5. B 解析: B、C 球受力如下,如图所示,对 C 球,由力的平衡条件可得 $F_{BC} = F_{AC} \cos 60^\circ$, $m_C g = F_{AC} \sin 60^\circ$,对 B 球,由力的平衡条件有 $F_T \sin 60^\circ = F_{AB} \cos 60^\circ + F_{BC}$, $F_T \cos 60^\circ = F_{AB} \sin 60^\circ + m_B g$,三个球的质量关系 $m_C = 6m_B = 6m_A$;库仑定律表达式 $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$,联立各式可得 $q_A : q_B : q_C = 2 : 1 : 4$,故 B 正确。



规律点拨 涉及库仑力的平衡问题的解题思路

涉及库仑力的平衡问题与纯力学平衡问题分析方法一样,受力分析是基础,应用平衡条件是关键,都可以通过解析法、图示法或两种方法相结合解决问题,但要注意库仑力的大小随着电荷间距变化的特点,具体步骤如下:



6. BCD 解析:橡胶板带负电,铝板靠近后,铝板的下表面带正电,上表面带负电,当下表面与接地铁钉接触后,上表面的电子从铝板通过铁钉流向大地,只有下表面带正电,故 A 错误, B、C 正确;上抬铝板过程中,下表面的正电荷减小,上表面正电荷增加,纸屑因为与金属板带同种电荷(正电荷)而不断飞散,故 D 正确。

7. (1) 由题意可知,带电微粒受到两电荷水平方向的分力大