

课时评价作业（一） 电荷

基础达标练

题组一 电荷

1. [2024 辽宁鞍山高二期中]一飞行器在飞行时与空气摩擦后带电，飞行器在飞行过程中吸引了带负电荷的粉尘。以下说法正确的是（ **D** ）

- A. 与飞行器摩擦的空气不带电荷 B. 与飞行器摩擦的空气带正电荷
C. 飞行器带负电荷 D. 飞行器带正电荷

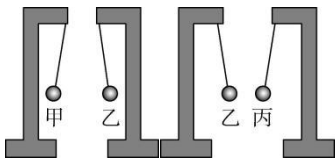
[解析]飞行器在飞行过程中吸引了带负电的粉尘，说明飞行器在飞行过程中与空气摩擦而带上正电，则与飞行器摩擦的空气带上了负电。故选 D。

2. [2024 浙江金华高二月考]关于摩擦起电现象，下列说法正确的是（ **C** ）

- A. 摩擦起电现象使本来没有电子和质子的物体中产生了电子和质子
B. 摩擦起电可能是摩擦导致质子从一个物体转移到另一个物体而形成的
C. 两种不同材料的绝缘体相互摩擦后，同时带上等量异号电荷
D. 丝绸摩擦玻璃棒时，电子从玻璃棒转移到丝绸上，玻璃棒因丢失电子而显负电性

[解析]摩擦起电并没有产生电子和质子，而是电子从一个物体转移到另一物体上，选项 A 错误；摩擦起电是因为摩擦导致电子从一个物体转移到另一个物体而形成的现象，选项 B 错误；两种不同材料的绝缘体相互摩擦后，电子从一个物体转移到了另一个物体，同时带上等量异号电荷，选项 C 正确；丝绸摩擦玻璃棒时，电子从玻璃棒转移到丝绸上，玻璃棒因丢失电子而显正电性，选项 D 错误。

3. [2024 山东聊城二中高一开学考]甲、乙、丙三个轻质小球用绝缘细线悬挂，相互作用情况如图所示。如果丙带正电，则甲（ **B** ）

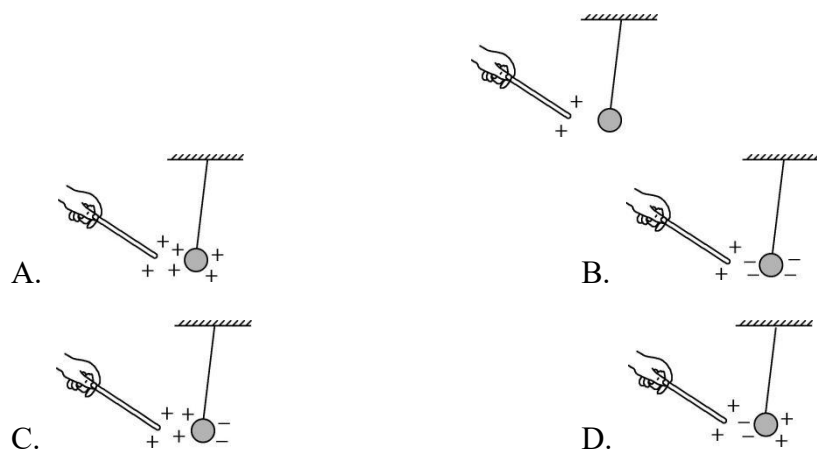


- A. 一定带正电 B. 一定带负电 C. 一定不带电 D. 可能带正电

[解析]由图知，甲球与乙球靠近时相互排斥，所以甲球和乙球一定带同种电荷，乙球和丙球相互吸引，丙带正电，则乙带负电，甲带负电。故选 B。

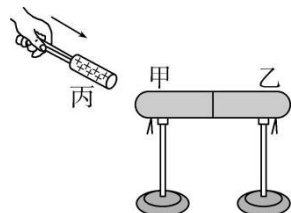
题组二 静电感应

4. [2024 福建龙岩一中高二期中]学习了静电感应后，爱思考的小明想起初中物理老师演示过如图所示实验，用丝绸摩擦过的玻璃棒靠近悬挂的轻质小球时，小球会被吸引，小明猜想玻璃棒会吸引小球的原因可能是静电感应现象，若他的猜想是正确的，你认为图中小球上感应电荷的分布情况合理的是（ **D** ）



[解析]根据同种电荷相斥，异种电荷相吸可得，小球的左侧带有负电荷，右侧带有正电荷。故选 D。

5. 如图所示，带绝缘支架的导体甲和乙彼此接触，且不带电。手持绝缘棒，把带正电的带电体丙移近导体甲；分开导体甲、乙，甲带负电，则乙（ **B** ）



- A. 失去电子，带负电
- B. 失去电子，带正电
- C. 得到正电荷，带正电
- D. 得到正电荷，带负电

[解析]甲、乙本来都不带电，由于静电感应，当带正电的带电体丙移近导体甲时，甲得到电子，带上负电荷；乙失去电子，带上等量的正电荷。故选 B。

题组三 电荷守恒定律 元电荷

6. 已知元电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，则不带电的梳子与干燥的头发摩擦后带 10^{-8} C 的负电荷，这些电荷对应的电子数目约为（ **B** ）

- A. 6×10^9 个
- B. 6×10^{10} 个
- C. 6×10^{11} 个
- D. 6×10^{12} 个

[解析]梳子所带电荷对应的电子数目为 $n = \frac{10^{-8}}{1.6 \times 10^{-19}}$ (个) $\approx 6 \times 10^{10}$ (个), 故选 B。

7. 以下关于摩擦起电、接触起电和感应起电的说法正确的是 (C)

- A. 感应起电不符合电荷守恒定律
- B. 只有接触起电符合电荷守恒定律
- C. 都符合电荷守恒定律, 因为起电实质是电荷的转移
- D. 都符合电荷守恒定律, 因为起电过程中创造的正、负电荷是等量的

[解析]感应起电、摩擦起电、接触起电都符合电荷守恒定律, A、B 错误; 感应起电、摩擦起电、接触起电的实质是电荷的转移, C 正确; 由电荷守恒定律可知, 电荷不会创生, D 错误。

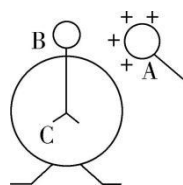
8. 某实验小组的同学取了三个不带电的物体 A、B、C, 然后进行了如下顺序的操作: ①使 A、B 相互摩擦; ②使 B、C 相互接触; ③测出 A 物体的带电荷量为 $+3.2 \times 10^{-17} \text{ C}$, 最终 C 物体的带电荷量为 $8.0 \times 10^{-18} \text{ C}$ (电性未知)。则下列说法正确的是 (C)

- A. 操作①时, 从 B 物体向 A 物体转移了 $3.2 \times 10^{-17} \text{ C}$ 的正电荷
- B. 操作②时, 从 B 物体向 C 物体转移了 $8.0 \times 10^{-18} \text{ C}$ 的正电荷
- C. 最终 C 物体带 $8.0 \times 10^{-18} \text{ C}$ 的负电荷
- D. 最终 B 物体带 $2.4 \times 10^{-17} \text{ C}$ 的正电荷

[解析]操作①时, 从 A 物体向 B 物体转移了 $3.2 \times 10^{-17} \text{ C}$ 的负电荷, A 物体失去负电荷带正电, A 错误; 操作②前, B 物体带负电, C 物体不带电, B、C 相互接触, 最终 C 物体的带电荷量为 $8.0 \times 10^{-18} \text{ C}$, 可知从 B 物体向 C 物体转移了 $8.0 \times 10^{-18} \text{ C}$ 的负电荷, B 错误; 根据电荷守恒定律, 最终 C 物体带 $8.0 \times 10^{-18} \text{ C}$ 的负电荷, B 物体带 $2.4 \times 10^{-17} \text{ C}$ 的负电荷, C 正确, D 错误。

题组四 验电器的两种应用方式及原理

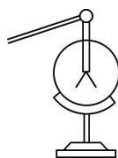
9. 如图所示, 第一次用带正电的金属球 A 靠近不带电的验电器的金属球 B 时, 发现验电器的金属箔片 C 张开一定的角度; 第二次用带正电的金属球 A 与验电器的金属球 B 接触一下, 同样金属箔片 C 张开一定角度, 分析这两次过程, 下列说法正确的是 (B)



- A. 第一次金属球 B 带正电荷，金属箔片 C 带负电荷
- B. 第一次金属球 B 带负电荷，金属箔片 C 带正电荷
- C. 第二次金属球 B 带正电荷，金属箔片 C 带负电荷
- D. 第二次金属球 B 带负电荷，金属箔片 C 带正电荷

[解析]第一次用带正电的金属球 A 靠近不带电的验电器的金属球 B 时，验电器的金属箔片 C 张开一定的角度，这种使金属箔片带电的方式称为感应起电，金属球 B 带负电荷，金属箔片 C 带正电荷，A 错误，B 正确；当带正电的金属球 A 与验电器的金属球 B 接触时，与金属球 B 相连的金属箔片 C 张开一定角度，这种使金属箔片带电的方式称为接触起电，金属球 B 和金属箔片 C 都带正电荷，C、D 错误。

10. 如图所示，用丝绸摩擦过的玻璃棒和验电器的金属球接触，使验电器的金属箔片张开，关于这一现象，下列说法正确的是（ C ）

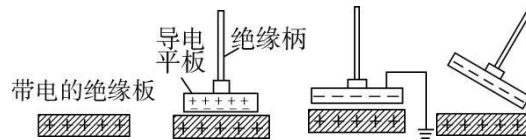


- A. 两个金属箔片上带异种电荷
- B. 两个金属箔片上均带负电荷
- C. 箔片上有电子转移到玻璃棒上
- D. 将玻璃棒移走，则金属箔片立即合在一起

[解析]自然界只存在两种电荷，正电荷和负电荷，用丝绸摩擦过的玻璃棒带正电荷，若将其接触验电器的金属球，此时两个箔片带同种电荷，即正电荷；在此过程中，一部分电子会从验电器的金属箔片转移到玻璃棒；移走玻璃棒时，箔片仍带电，不会立即合在一起，选项 C 正确。

素养提升练

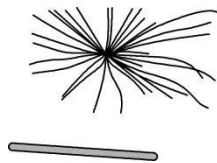
11. 起电盘是获得静电的简单装置,1775 年由伏特发明。它是由一块绝缘物质(如石蜡、硬橡胶、树脂等)制成的平板和另一块带有绝缘柄的导电平板构成的。如图所示是起电盘示意图,其起电原理是 (**B**)



- A. 摩擦起电
- B. 感应起电
- C. 接触起电
- D. 以上三种方式都不是

[解析]导电平板靠近带正电的绝缘板并接地时,发生静电感应,使导电平板带上负电荷,故 A、C、D 错误, B 正确。

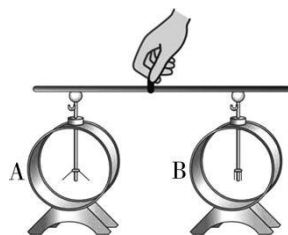
12. 多选题 小明同学在空气干燥的教室里进行一个小实验,将一塑料扁带撕成细丝后,一端打结,做成“章鱼”的造型,用毛巾顺着细丝向下捋几下,同样用毛巾来回摩擦 PVC (塑料)管。将“章鱼”抛向空中,然后把 PVC 管从下方靠近它,直到“章鱼”处于悬停状态,则下列说法正确的是 (**CD**)



- A. PVC 管带电方式属于感应起电
- B. 塑料扁带丝由于带上异种电荷会向四周散开
- C. 用毛巾摩擦后,“章鱼”与 PVC 管带同种电荷
- D. “章鱼”悬停时,受到 PVC 管的斥力

[解析]PVC管带电方式属于摩擦起电,故 A 错误;塑料扁带丝由于带上同种电荷而排斥,向四周散开,故 B 错误;“章鱼”悬停时,受到 PVC管的斥力,用毛巾摩擦后,“章鱼”与 PVC管带同种电荷,故 C、D 正确。

13. [2024 江西宜春高一期中]取两个相同的验电器 A 和 B,用丝绸摩擦过的玻璃棒与 A 接触,使 A 带电, B 不带电,用带绝缘柄的金属棒将 A 和 B 上的金属球连接起来,如图所示,则 (**D**)



- A. B 中的正电荷通过金属棒流向 A，A 的金属箔张角变小
- B. A 中的负电荷通过金属棒流向 B，B 的金属箔张角变大
- C. A 中的负电荷通过金属棒流向 B，B 中的正电荷通过金属棒流向 A
- D. B 中的负电荷通过金属棒流向 A，B 的金属箔张角变大，A 的金属箔张角变小

[解析] 丝绸摩擦过的玻璃棒带正电，与 A 接触后 A 带正电，用带绝缘柄的金属棒将 A 和 B 上的金属球连接起来后，B 中的部分负电荷通过金属棒流向 A，A 的金属箔因所带电荷量减少而张角变小，B 的金属箔因带同种电荷互相排斥而张角变大。故选 D。

14. 如图所示，当人用手接触范德格拉夫起电机的金属球时会出现头发竖起来的现象，下面关于这个过程的描述不正确的是（ B ）



- A. 范德格拉夫起电机起电过程满足电荷守恒定律
- B. 金属球带正电，手接触范德格拉夫起电机的金属球时，由于静电感应，人头发带上负电荷
- C. 出现头发竖起来的现象能够说明同种电荷相互排斥
- D. 手接触范德格拉夫起电机的金属球时，要想出现头发竖起来的现象，人需站在绝缘材料上

[解析] 起电过程是电荷转移的过程，是电荷从一个物体转移到另一个物体，或是电荷从物体的一部分转移到另一部分，该过程中电荷的总量不变，故 A 正确；金属球带正电，手接触范德格拉夫起电机的金属球时，头发上的电子会转移到金属球上，从而使得人头发带上正电荷，故 B 错误；出现头发竖起来的现象能够说明同种电荷相互排斥，故 C 正确；当人在触摸金属球时，人需站在绝缘材料

上，头发才会竖起来，否则电荷会被导走，故 D 正确。由于本题选择错误的，故选 B。

15. 有三个完全相同的金属小球 A、B、C，其中 A 小球带有 $3 \times 10^{-3} \text{ C}$ 的正电荷，B 小球带有 $2 \times 10^{-3} \text{ C}$ 的负电荷，小球 C 不带电。先让小球 C 与小球 A 接触后分开，再让小球 B 与小球 A 接触后分开，最后让小球 B 与小球 C 接触后分开，求现在三个小球所带电荷量分别为多少。

[答案]见解析

[解析]C、A 接触后分开，A、C 所带电荷量均为 $\frac{3 \times 10^{-3}}{2} \text{ C} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ C}$ ，再让小球 B 与小球 A 接触后分开，A、B 所带电荷量均为 $\frac{1.5 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3}}{2} \text{ C} = -2.5 \times 10^{-4} \text{ C}$ ，最后让小球 B 与小球 C 接触后分开，B、C 所带电荷量均为 $\frac{1.5 \times 10^{-3} - 2.5 \times 10^{-4}}{2} \text{ C} = 6.25 \times 10^{-4} \text{ C}$ ，故最终三个小球所带电荷量分别为 $q_A = -2.5 \times 10^{-4} \text{ C}$ ， $q_B = 6.25 \times 10^{-4} \text{ C}$ ， $q_C = 6.25 \times 10^{-4} \text{ C}$ 。

方法感悟 两个完全相同的小球，所带的电荷量分别为 Q_1 、 Q_2 ，则它们接触后再分开都带有 $\frac{Q_1 + Q_2}{2}$ 的电荷量，式中电荷量 Q_1 、 Q_2 均包含相应的正负号，而正负号只代表电性。

课时评价作业（二） 库仑定律

基础达标练

题组一 电荷之间的作用力

1. 多选题关于点电荷，下列说法正确的是（ BD ）

- A. 质量很小的带电体都可以看作点电荷
- B. 体积很大的带电体有时也可看作点电荷
- C. 只有正方形带电体才可以看作点电荷
- D. 当带电体的大小在研究的问题中可以忽略不计时，带电体可以看作点电荷

[解析]点电荷是一种理想化的物理模型，带电体能否看作点电荷，不是看它的形状、体积和质量大小，而是看它的形状、大小及电荷分布情况对所研究的问题的影响是否可以忽略不计，若可以忽略不计，就可以看作点电荷，否则就不能看作点电荷。故选 B、D。

2. 关于点电荷，下列说法正确的是（ D ）

- A. 电子和质子在任何情况下都可视为点电荷
- B. 均匀带电的绝缘球体一定能视为点电荷
- C. 带电的空心金属球一定不能视为点电荷
- D. 一段带电的细杆在一定条件下可视为点电荷

[解析]只有当带电体的大小、形状及电荷的分布情况对所研究问题的影响可以忽略时，才可以把带电体视为点电荷，A、B、C 错误，D 正确。

3. 如图所示，光滑绝缘水平桌面上有 A、B 两个带电小球（可以看成点电荷），A 球带电荷量为 $+2q$ ，B 球带电荷量为 $-q$ ，由静止释放后，A 球的加速度大小为 B 球的两倍，不计空气阻力，下列说法正确的是（ D ）

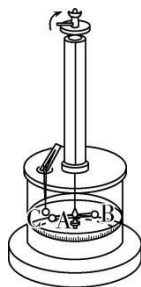


- A. A 球受到的静电力是 B 球受到静电力的 2 倍
- B. A 球质量是 B 球质量的 2 倍
- C. A 球受到的静电力与 B 球受到的静电力是一对平衡力
- D. A、B 球相互靠近的过程中加速度都增大，且 A 球的加速度总是 B 球的两倍

[解析]A 球受到的静电力与 B 球受到的静电力是一对相互作用力，大小相等，方向相反，A、C 错误；因为两球受力大小相等，但 A 球的加速度是 B 球的两倍，所以根据牛顿第二定律 $F = ma$ 可知，A 球的质量为 B 球的 $\frac{1}{2}$ ，B 错误；A、B 球相互靠近的过程中，相互作用力越来越大，所以加速度都增大，并且力的大小相等，A 球质量为 B 球质量的 $\frac{1}{2}$ ，所以 A 球的加速度总是 B 球的两倍，D 正确。

题组二 库仑的实验

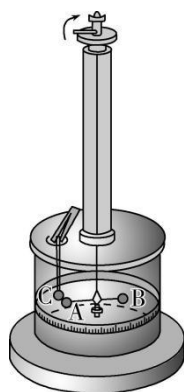
4. [2024 江苏扬州高一期末]如图所示是研究“点电荷之间相互作用规律”的库仑扭秤装置，下列说法正确的是（ C ）



- A. A、C 球所带电荷量必须相等 B. 需要精确测量小球的电荷量
C. 通过悬丝扭转的角度比较力的大小 D. 探究出库仑力与电荷间距离成反比

[解析]实验中 A、C 球所带电荷量不需要相等，故 A 错误；本实验不需要准确测出每个小球的电荷量，故 B 错误；悬丝扭转的角度越大，说明 A、C 球间的库仑力越大，所以通过悬丝扭转的角度可比较力的大小，故 C 正确；利用图中装置探究出库仑力与电荷间距离的二次方成反比关系，故 D 错误。

5. 如图是库仑扭秤实验装置，下列说法正确的是（ A ）



- A. 库仑扭秤能研究微小的库仑力，它在设计时最主要的物理思想方法是放大法
B. 库仑定律的适用条件是点电荷，只有体积足够小的电荷才可以看成点电荷
C. 由库仑定律公式 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 可知，当 $r \rightarrow 0$ 时， F 将趋向于无穷大
D. 带电荷量分别为 Q 和 $2Q$ 的球 A、C 相互作用时，C 受到的库仑力是 A 的 2 倍

[解析]库仑扭秤能研究微小的库仑力，它在设计时最主要的物理思想方法是放大法，故 A 项正确；库仑定律的适用条件是真空中的点电荷，当带电体的形状、大小以及电荷分布对所研究问题的影响可以忽略不计时，可以将带电体看成点电荷，故 B 项错误；当 $r \rightarrow 0$ 时，两个带电体不能看成点电荷，因此，库仑定律不再适用，故 C 项错误；带电荷量分别为 Q 和 $2Q$ 的球 A、C 相互作用时，A 受到的库仑力和 C 受到的库仑力是一对相互作用力，所以大小相等，故 D 项错误。

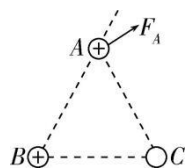
题组三 静电力的计算

6. 真空中有两个点电荷，它们之间的静电力为 F ，如果保持它们所带的电荷量不变，将它们之间的距离变为原来的二分之一，则它们之间作用力的大小等于（ D ）

A. $0.5F$ B. F C. $2F$ D. $4F$

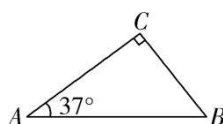
[解析]根据库仑定律有 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 如果保持它们所带的电荷量不变, 将它们之间的距离变为原来的二分之一, 则有 $F' = k \frac{q_1 q_2}{(\frac{r}{2})^2} = 4F$, 故选 D。

7. [2024 江苏南京师大附中高一期中] 如图所示, 有三个点电荷 A、B、C 位于一个等边三角形的三个顶点上, 已知 A、B 都带正电, A 所受 B、C 两个电荷的静电力的合力如图中 F_A 所示, 则下列说法正确的是 (C)

A. C 带正电, 且 $Q_C < Q_B$ B. C 带正电, 且 $Q_C > Q_B$ C. C 带负电, 且 $Q_C < Q_B$ D. C 带负电, 且 $Q_C > Q_B$

[解析] 因 A、B 都带正电, 所以两者的静电力表现为斥力, 即 B 对 A 的作用力沿 BA 的延长线方向, 由平行四边形定则可知, A 和 C 之间的作用力必为引力, 且 $F_{CA} < F_{BA}$, 所以 C 带负电, 且 $Q_C < Q_B$, 故选 C。

8. 如图所示, 直角三角形 ABC 中, $\angle C = 90^\circ$, $\angle A = 37^\circ$ 。两个点电荷分别固定在 A、C 两点, 某点电荷在 B 点受到的静电力方向与 AB 垂直, 取 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ 。则 A、C 两点处点电荷的电荷量之比为 (B)



A. 3:4

B. 5:3

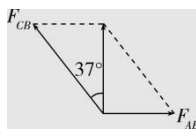
C. 16:9

D. 25:9

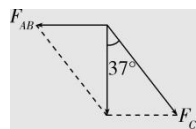
[解析] 对 B 点处点电荷受力分析 (如图甲、乙所示, 有两种可能), 作平行四边

形, 由几何关系得 $\sin 37^\circ = \frac{F_{AB}}{F_{CB}} = \frac{k \frac{q_A q_B}{r_{AB}^2}}{k \frac{q_B q_C}{r_{CB}^2}} = \frac{q_A}{q_C} \times \frac{r_{CB}^2}{r_{AB}^2}$, 得 $\frac{q_A}{q_C} = \frac{r_{AB}^2}{r_{CB}^2} \times \sin 37^\circ = \left(\frac{5}{3}\right)^2 \times$

$\frac{3}{5} = \frac{5}{3}$, 故选 B。

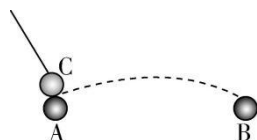


甲



乙

9. [2024 江西九江高一期末]完全相同的两个金属球 A、B 均带有电荷量 $+q$ ，相隔一定距离（小球的直径远小于两球间的距离），两球之间斥力大小是 F 。让第三个完全相同的、带有电荷量 $-\frac{1}{2}q$ 的金属球 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是（ C ）

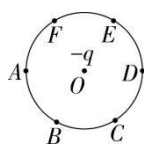


- A. $\frac{1}{32}F$ B. $\frac{3}{32}F$ C. $\frac{5}{32}F$ D. $\frac{7}{32}F$

[解析]设 A、B 相隔的距离为 r ，开始时，A、B 两球之间相互作用力的大小为 $F = k\frac{q^2}{r^2}$ ，金属球 C 与 A 球接触后移开，A、C 所带电荷量均为 $q_1 = \frac{q - \frac{1}{2}q}{2} = \frac{1}{4}q$ ，金属球 C 与 B 球接触后移开，C、B 所带电荷量均为 $q_2 = \frac{q + \frac{1}{4}q}{2} = \frac{5}{8}q$ ，此时 A、B 两球之间的相互作用力的大小为 $F' = k\frac{\frac{1}{4}q \cdot \frac{5}{8}q}{r^2} = \frac{5}{32}k\frac{q^2}{r^2} = \frac{5}{32}F$ ，故选 C。

素养提升练

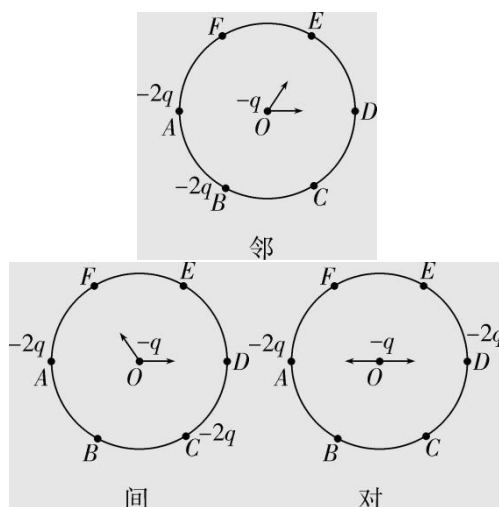
10. [2024 黑龙江哈九中高二月考]多选题如图所示，在半径为 R 的圆周上均匀分布着六个电荷量均为 q 的正电荷。在圆心 O 处固定有一个电荷量为 q 的负电荷，现随机将六个正电荷中的两个更换为电荷量为 q 的负电荷，静电力常量为 k ，此时 O 点的负电荷受到的静电力大小可能为（ ABC ）



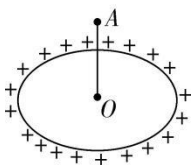
- A. 0 B. $2\sqrt{3}k\frac{q^2}{R^2}$ C. $2k\frac{q^2}{R^2}$ D. $\sqrt{3}k\frac{q^2}{R^2}$

[解析]采用等效替代法，在更换电荷的位置，再放一对电荷量均为 q 的正、负电荷，对于 O 点电荷的受力没有影响，所有正电荷对 O 点电荷的作用力的合力为 0，更换电荷后，所有电荷对 O 点电荷的作用力可等效为在 A、B、C、D、E、F 中随机两个点放置电荷量为 $2q$ 的负电荷对 O 点电荷作用力的合力，有邻、间、对三种可能，如图所示。A 处电荷对 O 点电荷的作用力 $F_0 = k\frac{2q^2}{R^2}$ ，则邻位时两力

夹角为 60° ，合力 $F_{\text{邻}} = \sqrt{3}F_0 = 2\sqrt{3}k\frac{q^2}{R^2}$ ；间位时两力夹角为 120° ，合力 $F_{\text{间}} = F_0 = 2k\frac{q^2}{R^2}$ ；对位时，合力 $F_{\text{对}} = 0$ ，故选 A、B、C。



11. [2024 广东东莞高二联考] 如图所示，一个带电均匀的圆环，其带电荷量为 $+Q$ 、半径为 R 、圆心为 O 点，放在绝缘水平桌面上。过 O 点作一竖直线，在此线上取一点 A ，使 A 点到 O 点的距离为 R ，在 A 点放一带电荷量为 $+q$ 的点电荷，则其在 A 点所受的静电力为（静电力常量为 k ）（ B ）



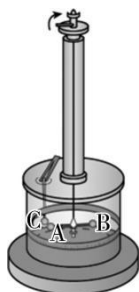
- A. $\frac{kQq}{R^2}$ ，方向竖直向上
 B. $\frac{\sqrt{2}kQq}{4R^2}$ ，方向竖直向上
 C. $\frac{kQq}{4R^2}$ ，方向水平向左
 D. $\frac{kQq}{4R^2}$ ，方向水平向右

[解析] 假设把带电圆环分成很多个小部分，每一小部分都可视为一个点电荷，各点电荷对 A 点处电荷的静电力在水平方向上的分量相互抵消，在竖直方向上的静电力大小为 $F = \frac{kqQ \cos 45^\circ}{(\sqrt{2}R)^2} = \frac{\sqrt{2}kqQ}{4R^2}$ ，故选 B。

创新拓展练

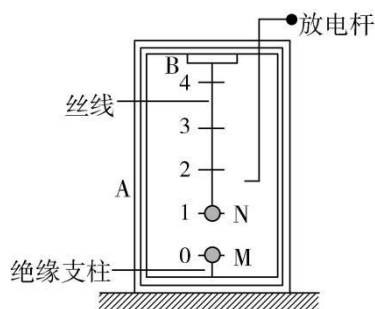
12. 经典模型高中物理的实验方法主要有等效替代法、放大法和控制变量法等。如图所示的实验装置为库仑扭秤。细丝的下端悬挂一根绝缘棒，棒的一端是一个带电的金属小球 A，另一端有一个不带电的 B 球，B 与 A 处于静止状态；当把另一个带电的金属球 C 插入容器，使 C 靠近 A 时，A 和 C 之间的作用力使细丝扭转，通过细丝扭转的角度可以比较力的大小，这里用到的实验方法为 放大

法____。保持电荷量不变，改变 A 和 C 的距离，得到相互作用力 F 和 A、C 间距离 r 的关系，这里用到的实验方法为控制变量法。根据该实验方法，接下来进行的实验操作是保持 A 和 C 间距离不变，改变金属球 C 或 A 的带电荷量 q ，得到相互作用力 F 和电荷量 q 的关系。



[解析]把微小的库仑力放大成可以看得到的扭转角度，并通过扭转角度的大小比较力的大小，这是放大法；保持电荷量不变，改变 A 和 C 间距离可得到 F 和 r 的关系，这是控制变量法；接下来控制另一个变量不变，即保持 A 和 C 间距离不变，改变金属球 C 或 A 的带电荷量 q ，可得到相互作用力 F 和电荷量 q 的关系。

13. 情境创新如图所示是某科技实验小组设计的研究库仑力的装置，在抽成真空的玻璃容器 A 内，M、N 为完全相同的金属小球（带电后可视为点电荷），用绝缘支柱固定带电小球 M，用可调丝线悬挂原来不带电的小球 N，调控小球 N 的位置，通过等距离的背景刻度线 0、1、2、3、4 可准确确定小球 M、N 间的距离，相邻刻度线间距离均为 d ，通过固定在容器顶部并与丝线上端相连的高灵敏度拉力传感器 B 可以显示丝线上的拉力，控制放电杆可以让带电小球完全放电。某实验小组成员完成了以下操作：



- ①在球 N 不带电时读出并记录传感器示数 F_0 ；
- ②让球 N 与球 M 接触后，调整球 N 到位置 1，读出并记录传感器示数 F_1 ；
- ③继续调整球 N 分别到位置 2、3、4，依次读出并记录传感器示数 F_2 、 F_3 、 F_4 ；

④用放电杆使球 N 完全放电，再让球 N 与球 M 接触后，放回到位置 1，读出并记录传感器示数 F_5 ；

⑤重复④的操作，依次读出并记录传感器示数 F_6 、 F_7 。

(1) 对于上述操作，下列判断正确的是 BCD。

- A. 根据②的操作，可求出小球 N 在不同情况下所受的库仑力
- B. 根据①②③的操作，可研究库仑力与点电荷间的距离的关系
- C. 根据②④⑤的操作，可研究库仑力与小球所带电荷量的关系
- D. 要确定静电力常量 k ，还须准确测出小球 M 的带电荷量

[解析]根据②的操作，只能求出小球 N 在位置 1 时所受的库仑力，A 错误；根据①②③的操作，通过传感器的读数可知两球之间的库仑力，因小球 N 在不同位置时两球间的距离已知，则可研究库仑力与点电荷间距离的关系，B 正确；操作④⑤，保持小球间距离不变，每次小球 N 放电后再与 M 接触，由于两球完全相同，使小球所带电荷量依次减小到前次的一半，所以根据②④⑤操作可研究库仑力与小球所带电荷量的关系，C 正确；要确定静电力常量 k ，还必须准确测出小球 M 的带电荷量，D 正确。

(2) 小球 N 第一次与小球 M 接触后调整球 N 到位置 1，此时小球 M、N 间的库仑力大小为 $F_0 - F_1$ 。

[解析]在球 N 不带电时读出传感器示数 F_0 ， $F_0 = mg$ ；小球 N 第一次与小球 M 接触后调整球 N 到位置 1，此时传感器示数为 F_1 ， $F_1 + F_{\text{库}} = mg$ ，则小球 M、N 间的库仑力大小为 $F_0 - F_1$ 。

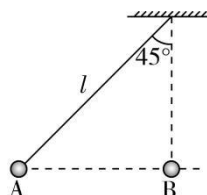
(3) 实验中使用两个完全相同的金属小球，其作用是 使小球 N 与带电小球 M 接触时将 M 所带的电荷量平分。

[解析]实验中使用两个完全相同的金属小球，其作用是使小球 N 与带电小球 M 接触时将 M 所带的电荷量平分。

课时评价作业（三） 静电力作用下的力学问题

基础达标练

4. 如图所示，一质量为 m 、电荷量为 Q 的小球 A 系在长为 l 的绝缘轻绳下端，另一电荷量也为 Q 的小球 B 固定在悬挂点正下方，A、B 均视为点电荷，轻绳与竖直方向的夹角为 45° ，小球 A、B 静止于同一高度。已知重力加速度为 g ，静电力常量为 k ，则两球间的静电力大小为（ A ）

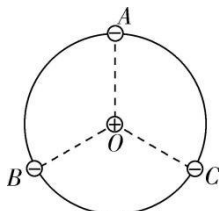


- A. $\frac{2kQ^2}{l^2}$ B. $\frac{\sqrt{2}kQ^2}{l^2}$ C. $\sqrt{2}mg$ D. $\sqrt{3}mg$

[解析]根据库仑定律可得 $F = \frac{kQ^2}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}l\right)^2} = \frac{2kQ^2}{l^2}$ ，A 正确，B 错误；根据平衡条件可得

$F = mg \tan 45^\circ = mg$ ，C、D 错误。

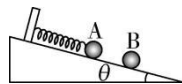
5. 如图所示，A、B、C 是光滑绝缘水平桌面上位于同一圆周且等间距的三点，现在这三点分别放置完全相同的带电荷量为 $-q$ 的金属小球，同时在圆心 O 处放置一个带电荷量为 $+Q$ 的小球，已知所有小球均可看作点电荷且均处于静止状态，则 Q 与 q 的比值为（ B ）



- A. $\frac{1}{3}$ B. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ C. $\sqrt{3}$ D. 3

[解析]以圆周上的一个金属小球为研究对象，受到圆周上另外两个小球的库仑力作用，同时受到圆心上的小球的库仑力作用，设圆的半径为 r ，根据平衡条件得 $2 \times \left(k \frac{q^2}{L^2} \times \cos 30^\circ\right) = \frac{kQq}{r^2}$ ，根据几何关系有 $L = \sqrt{3}r$ ，联立解得 $\frac{Q}{q} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ，故选 B。

6. [2024 浙江高二期中]多选题如图为两个质量分别为 $2m$ 、 m ，电荷量大小均为 q_0 的小球 A 和 B 置于倾角为 θ 的固定光滑绝缘斜面上，其中球 A 通过一根劲度系数为 k_0 的绝缘轻质弹簧与斜面顶端的挡板连接，两小球均处于静止状态。已知静电力常量为 k ，重力加速度为 g ，两小球间距远大于小球的半径，则（ AB ）



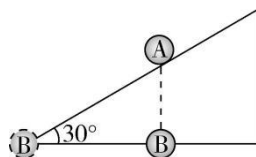
A. 两小球带异种电荷

B. 两小球间距为 $q_0 \sqrt{\frac{k}{mg \sin \theta}}$

C. B 球受到的库仑力大小为 $2mg \sin \theta$ D. 弹簧的压缩量为 $\frac{3mg \sin \theta}{k_0}$

[解析]两小球之间的作用力为吸引力，则两小球带异种电荷，选项 A 正确；对 B 球受力分析，可知 B 球受到的库仑力大小为 $F_{\text{库}} = mg \sin \theta$ ， $mg \sin \theta = k \frac{q_0^2}{r^2}$ ，解得两小球间距为 $r = q_0 \sqrt{\frac{k}{mg \sin \theta}}$ ，选项 B 正确，C 错误；对 A、B 整体受力分析，可知弹簧处于伸长状态， $k_0 x = 3mg \sin \theta$ ，弹簧的伸长量为 $x = \frac{3mg \sin \theta}{k_0}$ ，选项 D 错误。

7. [2024 山东东营一中高二期中]图中斜面倾角为 30° ，A、B 是两个带同种电荷的小球（可视为点电荷），质量均为 m ，分别将 B 球固定在 A 球的正下方和斜面底端（图中虚线位置）。已知 B 球在 A 球正下方时，A 球对斜面的作用力为零，当 B 球固定在斜面底端时，A 球处于静止状态，则 A 球受到的静摩擦力大小为（重力加速度为 g ）（ B ）



A. 0

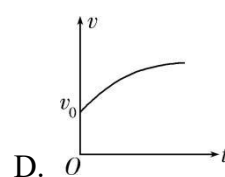
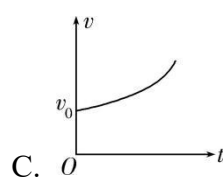
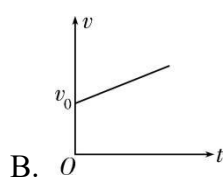
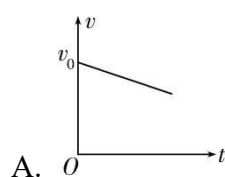
B. $0.25mg$

C. $0.5mg$

D. $0.75mg$

[解析]当 B 球在 A 球正下方时，A 球对斜面的作用力为零，可知 B 球对 A 球的静电力大小为 $F = mg$ ，当 B 球固定在斜面底端时，B 球与 A 球的距离增大为原来的 2 倍，所以它们间的静电力大小为 $F_1 = \frac{1}{4}F = \frac{1}{4}mg$ ，方向沿斜面向上，对 A 球受力分析，有 $f = mg \sin 30^\circ - \frac{1}{4}mg = \frac{1}{4}mg$ ，故选 B。

8. [2024 江西九江高二期末]如图所示，带电小球 M 固定在光滑绝缘水平面上，与 M 带同种电荷的小球 N 以速度 v_0 从 P 点沿直线远离 M，M、N 均可视为质点且带电荷量保持不变，则小球 N 的速度 v 随时间 t 变化图像可能是（ D ）

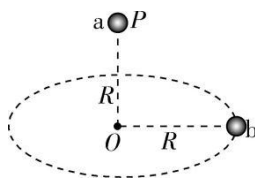


[解析]由题可知,两小球间的库仑力大小为 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$,根据牛顿第二定律可知 $a =$

$\frac{F}{m} = k \frac{q_1 q_2}{r^2 m}$,两小球的带电荷量均不变,随着距离的增加,加速度逐渐减小,小球

N做加速度逐渐减小的加速运动,故选D。

9. [2024 山东省实验中学月考]多选题如图所示, a、b 为两个质量均为 m 、所带电荷量相等的小球, 其中 a 固定在 P 点, b 在 a 的库仑力作用下在空中一水平面内绕 O 点做半径为 R 的匀速圆周运动, 已知 O 点位于 P 点正下方, 此时 $OP = R$, 取重力加速度为 g , 静电力常量为 k , 下列说法正确的是 (AC)



A. 小球 a 与小球 b 一定带异种电荷

B. 小球 a 受到的库仑力大小为 mg

C. 小球 b 的速度大小为 $\sqrt{gR}$

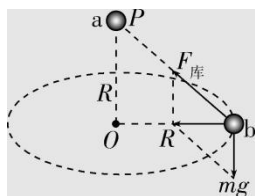
D. 小球所带电荷量的大小均为 $\sqrt{\frac{\sqrt{2}mg}{k}}R$

[解析]要使小球 b 做匀速圆周运动, 小球 a 与小球 b 一定带异种电荷, 故 A 正确;

对 b 球受力分析如图所示, 可知 b 受到的库仑力大小为 $\sqrt{2}mg$, 故 B 错误; 对 b 球,

受力分析有 $\sqrt{2}mg \cos 45^\circ = m \frac{v^2}{R}$, 可得小球 b 的速度大小为 $\sqrt{gR}$, 故 C 正确; 根

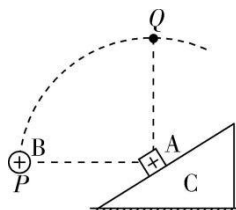
据库仑定律可知, $\frac{kq^2}{(\sqrt{2}R)^2} = \sqrt{2}mg$, $q = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}mg}{k}}R$, 故 D 错误。



素养提升练

10. [2024 湖南衡阳高二期末]多选题如图所示, 在一倾角为 45° 的绝缘斜面 C 上有一带正电的小物体 A 处于静止状态, 现将一带正电的小球 B 沿以 A 为圆心的圆弧缓慢地从 P 点移至 A 正上方的 Q 点处, 已知 P、A 在同一水平线上, 且在

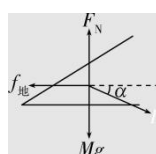
此过程中物体 A 和 C 始终保持静止不动，A、B 可视为质点。关于此过程，下列说法正确的是（ ABC ）



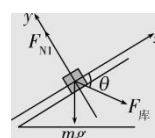
- A. 地面对斜面的摩擦力一定逐渐减小
- B. 地面对斜面的支持力一定一直增大
- C. 物体 A 受到斜面的支持力先增大后减小
- D. 物体 A 受到斜面的支持力可能一直增大

[解析]对 A、C 组成的整体受力分析如图甲所示，在 B 移动的过程中，A、B 之间的距离不变， $F_{库}$ 的大小不变，水平方向有 $F_{库} \cos \alpha = f_{地}$ ，竖直方向有 $Mg + F_{库} \sin \alpha = F_N$ ，在 B 移动的过程中， α 增大， $f_{地}$ 减小， F_N 增大，A、B 正确；

对 A 受力分析如图乙所示，垂直斜面方向有 $mg \cos 45^\circ + F_{库} \sin \theta = F_{N1}$ ，由题意可知 $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ ，当 $\theta = 90^\circ$ 时， F_{N1} 有最大值，故 F_{N1} 是先增大后减小，C 正确，D 错误。

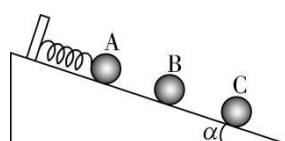


甲



乙

11. [2024 河南郑州高二期中] 如图所示，在倾角为 α 的光滑绝缘斜面上固定一个挡板，在挡板上连接一根劲度系数为 k_0 的绝缘轻质弹簧，弹簧另一端与 A 球连接。三个可视为质点的带电小球 A、B、C，质量均为 M ，其中 A 所带电荷量为 $q_A = q_0 > 0$ ，B 所带电荷量为 $q_B = -q_0$ 。当系统静止时，三小球等间距排列。已知静电力常量为 k ，重力加速度为 g ，则（ A ）



A. $q_C = \frac{4}{7} q_0$

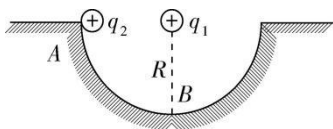
B. 弹簧的伸长量为 $\frac{Mg \sin \alpha}{k_0}$

C. A 球受到的库仑力大小为 $\frac{8Mg \sin \alpha}{3}$

D. 相邻两小球间距为 $q_0 \sqrt{\frac{3k}{7Mg}}$

[解析] 相邻小球间距 r 均相等, 对 C 球受力分析可知 C 球带正电, 根据平衡条件 $Mg \sin \alpha + k \frac{q_0 q_C}{(2r)^2} = k \frac{q_0 q_C}{r^2}$, 对 B 小球受力分析, 根据平衡条件 $Mg \sin \alpha + k \frac{q_0 q_C}{r^2} = k \frac{q_0^2}{r^2}$, 两式联立解得 $q_C = \frac{4}{7} q_0$, $r = q_0 \sqrt{\frac{3k}{7Mg \sin \alpha}}$, 故 A 正确, D 错误; 对 A、B、C 三小球整体受力分析, 根据平衡条件 $3Mg \sin \alpha = k_0 x$, 弹簧的伸长量 $x = \frac{3Mg \sin \alpha}{k_0}$, 故 B 错误; 对 A 球受力分析, 根据平衡条件 $Mg \sin \alpha + F_{\text{库}} = kx_0$, 解得 A 球受到的库仑力大小为 $F_{\text{库}} = 2Mg \sin \alpha$, 故 C 错误。

12. [2024 福建宁德高二期中] 多选题如图所示, 正电荷 q_1 固定于半径为 R 的半圆光滑轨道的圆心处, 将另一电荷量为 q_2 、质量为 m 的带正电小球 (大小忽略不计) 从轨道的 A 点无初速度释放, 重力加速度为 g , 静电力常量为 k , 则 (BC)



A. 小球运动到 B 点时受四个力作用

B. 小球运动到 B 点时的速度大小为 $\sqrt{2gR}$

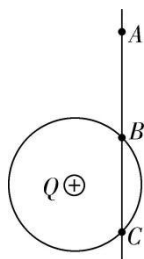
C. 小球在 B 点对轨道的压力为 $3mg + k \frac{q_1 q_2}{R^2}$

D. 小球在 B 点对轨道的压力为 $3mg$

[解析] 小球运动到 B 点时受重力、支持力、库仑力三个力的作用, 故 A 错误; 设小球通过轨道最低点时的速度大小为 v , 以轨道最低点所在的水平面为参考平面, 小球从 A 点到 B 点的过程中只有重力做功, 根据机械能守恒定律得 $mgR = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $v = \sqrt{2gR}$, 故 B 正确; 以小球为研究对象, 重力、支持力与库仑力的合力提供向心力, 在 B 点根据牛顿第二定律得 $N - mg - k \frac{q_1 q_2}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, 解得 $N = 3mg + k \frac{q_1 q_2}{R^2}$, 所以小球在 B 点对轨道的压力 $N' = N = 3mg + k \frac{q_1 q_2}{R^2}$, 故 C 正确, D 错误。

13. [2024 广东茂名高一期末] 如图所示, 光滑绝缘细杆竖直固定放置, 与以正电荷 Q 为圆心、半径为 $\sqrt{3}L$ 的圆周交于 B、C 两点, 一质量为 m 、所带电荷量为 $+q$

的有孔小球,从杆的 A 点无初速度滑下,一直加速向下运动,已知 $AB = BC = 3L$, 静电力常量为 k , 重力加速度为 g , 求:



(1) 在 B 点杆对小球的弹力;

[答案] $\frac{kQq}{6L^2}$ 方向水平向左

[解析]在 B 点, 对小球受力分析, 可知小球所受的库仑力大小为 $F_B = \frac{kQq}{(\sqrt{3}L)^2} = \frac{kQq}{3L^2}$

在 B 点, 设小球所受的库仑力的方向与竖直杆的夹角为 θ

由几何关系可知 $\cos \theta = \frac{1.5L}{\sqrt{3}L} = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\theta = \frac{\pi}{6}$

把 F_B 分别沿水平方向、竖直方向分解, 水平方向由二力平衡可得杆对小球的弹

力 $F_N = F_B \sin \theta$

联立可得 $F_N = \frac{kQq}{6L^2}$, 方向水平向左

(2) 小球在 B 、 C 两点的加速度大小之比。

[答案] $\frac{6mgL^2 - \sqrt{3}kQq}{6mgL^2 + \sqrt{3}kQq}$

[解析]在 B 点, 由牛顿第二定律可得 $mg - F_B \cos \theta = ma_1$

在 C 点, 由牛顿第二定律可得 $mg + F_C \cos \theta = ma_2$

由对称性可知 $F_B = F_C$

联立解得 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{mg - \frac{\sqrt{3}kQq}{6L^2}}{mg + \frac{\sqrt{3}kQq}{6L^2}} = \frac{6mgL^2 - \sqrt{3}kQq}{6mgL^2 + \sqrt{3}kQq}$

课时评价作业 (四) 电场 电场强度及其叠加 基础达标练

题组一 电场 电场强度

1. 多选题关于电场的说法中正确的是 (BD)

A. 电场不是客观存在的物质, 是为了研究电场力而假想的

- B. 两电荷之间的相互作用力是通过电场产生的
- C. 电场是客观存在的物质，是由分子、原子等实物粒子组成的
- D. 电场的基本性质是对放入其中的电荷产生力的作用

[解析]两电荷之间的相互作用力是通过电场来产生的，故 B 正确；电场是客观存在的物质，但不是由分子、原子等实物粒子组成，故 A、C 错误；电场的基本性质是对放入其中的电荷有力的作用，故 D 正确。

2. 电场中有一点 P ，下列说法正确的是 (C)

- A. 若放在 P 点的试探电荷的电荷量加倍，则 P 点的场强加倍
- B. 若 P 点没有试探电荷，则 P 点的场强为零
- C. P 点的场强越小，则同一电荷在 P 点受到的静电力越小
- D. P 点的场强方向就是试探电荷在该点的受力方向

[解析]若放在 P 点的试探电荷的电荷量加倍，则 P 点的电荷受到的静电力会加倍，而此处的电场强度不变，即使不放试探电荷， P 点的电场强度仍保持不变，故 A、B 错误；静电力由电场强度与电荷量决定， P 点的场强越小，则同一电荷在 P 点受到的静电力越小，故 C 正确； P 点的场强方向为放在该点的正电荷所受静电力方向，故 D 错误。

3. 在一个点电荷 Q 附近的 c 点先后放置电荷量不同的试探电荷，试探电荷所受的静电力也不一样。下列图像描述的是试探电荷受力的大小 F 与其电荷量 q 的关系，图像中 A 、 B 两点各代表一组 F 、 q 的数据，下列图像正确的是 (C)



[解析]试探电荷放在 c 点， c 点的电场强度一定。 $F = qE$ ，图像的斜率表示场强，故选 C。

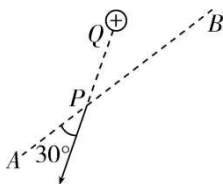
题组二 点电荷的电场

4. 对电场强度公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 有几种不同理解，其中正确的是 (D)

- A. 只要带电体电荷量为 Q ，在距离 r 处激发的电场都能用此公式计算场强 E
- B. 以点电荷 Q 为中心、 r 为半径的球面上各处的场强 E 相同
- C. 当离场源电荷距离 $r \rightarrow 0$ 时，场强 $E \rightarrow \infty$
- D. 当离场源电荷距离 $r \rightarrow \infty$ 时，场强 $E \rightarrow 0$

[解析] 电场强度公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 适用于点电荷形成的电场，对于不能看成点电荷的带电体，本公式不再适用，故 A 选项错误；电场强度是矢量，以点电荷 Q 为中心、 r 为半径的球面上各处的场强 E 大小相等，方向不同，故 B 选项错误；当离场源电荷距离 $r \rightarrow 0$ 时，此时带电体不能看成点电荷，公式不再成立，故 C 选项错误；当离场源电荷距离 $r \rightarrow \infty$ 时，根据公式可得场强 $E \rightarrow 0$ ，故 D 选项正确。

5. [2024 河南信阳高二期末] 如图所示，在研究真空中正点电荷 Q 的电场时，画一条虚线 AB ，测得 AB 线上各点电场强度的最大值为 E ，而 P 点的电场强度方向与虚线的夹角为 30° ，则下列说法正确的是（ D ）



- A. 点电荷电场的场强公式 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 中， r 是点电荷 Q 的半径大小
- B. 该电场中，离点电荷 Q 距离相等的各点场强大小相等、方向相同
- C. P 点的场强大小为 $\frac{1}{2}E$
- D. P 点的场强大小为 $\frac{1}{4}E$

[解析] 点电荷电场的场强公式 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 中， r 是点电荷到某点的距离，故 A 错误；该电场中，离点电荷 Q 距离相等的各点场强大小相等、方向不同，故 B 错误；根据题意，过点电荷作 AB 的垂线，垂足处的场强为 E ，则 $E = k\frac{Q}{r^2}$ ，根据几何关系可知 P 点到点电荷的距离为 $2r$ ，则有 $E' = \frac{kQ}{(2r)^2} = \frac{1}{4}E$ ，故 C 错误，D 正确。

题组三 电场强度的叠加

6. [2024 江西九江高二期末] 当空气中的电场强度超过 E_0 时，空气会被击穿。给半径为 R 的孤立导体球壳充电，球壳所带电荷量的最大值为 Q ，已知静电力常量

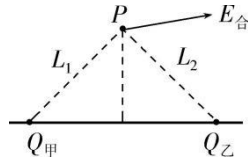
为 k （提示：均匀带电球壳对壳外某点的场强，可以看作集中在球壳中心的点电荷对球外某点的场强），则 Q 为（ B ）

- A. $\frac{E_0 R^2}{2k}$ B. $\frac{E_0 R^2}{k}$ C. $\frac{E_0 R}{2k}$ D. $\frac{E_0 R}{k}$

[解析]当球壳所带电荷量为最大值 Q 时，紧贴球壳周围空间的场强为 E_0 ，根据

$E_0 = \frac{kQ}{R^2}$ ，解得球壳的最大带电荷量 $Q = \frac{E_0 R^2}{k}$ ，故选 B。

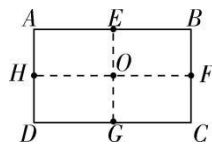
7. 如图所示， L_1 、 L_2 分别表示甲、乙两个点电荷到 P 点的距离，其大小相等， $E_{\text{合}}$ 表示两个点电荷在 P 点产生的合场强。下列对甲、乙两个点电荷的判断，正确的是（ A ）



- A. 异种电荷， $Q_{\text{甲}} > Q_{\text{乙}}$ B. 异种电荷， $Q_{\text{甲}} < Q_{\text{乙}}$
C. 同种电荷， $Q_{\text{甲}} > Q_{\text{乙}}$ D. 同种电荷， $Q_{\text{甲}} < Q_{\text{乙}}$

[解析]由于甲、乙两个点电荷到 P 点的距离相等， P 点合场强方向偏向右上方，根据场强叠加原理可知，两点电荷一定为异种电荷，且甲为正电荷，乙为负电荷，两点电荷在 P 点产生的场强 $E_{\text{甲}} > E_{\text{乙}}$ ，根据点电荷场强公式 $E = k\frac{Q}{r^2}$ ，可得 $Q_{\text{甲}} > Q_{\text{乙}}$ ，故选 A。

8. 如图所示， E 、 F 、 G 、 H 为矩形 $ABCD$ 各边的中点， O 为 EG 、 HF 的交点， AB 边的长度为 d 。 E 、 G 两点分别固定一等量正点电荷，另一电荷量为 Q 的负点电荷置于 H 点时， F 点处的电场强度恰好为零。若将 H 点的负点电荷移到 O 点，则 F 点处电场强度的大小和方向为（静电力常量为 k ）（ D ）



- A. $\frac{4kQ}{d^2}$ ，方向向右 B. $\frac{4kQ}{d^2}$ ，方向向左 C. $\frac{3kQ}{d^2}$ ，方向向右 D. $\frac{3kQ}{d^2}$ ，方向向左

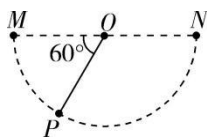
[解析]当负点电荷在 H 点时， F 点处电场强度恰好为零，根据公式 $E = k\frac{Q}{r^2}$ ，可得负点电荷在 F 点产生的电场强度大小为 $E = k\frac{Q}{d^2}$ ，方向水平向左，故两个正点

电荷在 F 点产生的合电场强度大小为 $E = k\frac{Q}{d^2}$, 方向水平向右; 负点电荷移到 O 点,

在 F 点产生的电场强度大小为 $E_1 = k\frac{4Q}{d^2}$, 方向水平向左, 所以 F 点的合电场强度

大小为 $k\frac{4Q}{d^2} - k\frac{Q}{d^2} = k\frac{3Q}{d^2}$, 方向水平向左, 故 D 正确, A 、 B 、 C 错误。

9. [2024 广东清远高二期末] 如图所示, M 、 N 和 P 是以 MN 为直径的半圆弧上的三点, O 点为半圆弧的圆心, $\angle MOP = 60^\circ$, 电荷量相等的两个异种点电荷分别置于 M 、 N 两点, 这时 O 点电场强度的大小为 E_1 ; 若将 N 点处的点电荷移至 P 点, 则 O 点的场强大小变为 E_2 , E_1 与 E_2 之比为 (**B**)



A. 1:2

B. 2:1

C. $\sqrt{3}:2$

D. $\sqrt{3}:4$

[解析] 根据电场的叠加原理, 两个带电荷量相等的异种点电荷分别置于 M 、 N 两点时, 两点电荷在 O 点产生的电场强度方向相同, 大小均为 $E = k\frac{q}{r^2}$, 所以 O 点

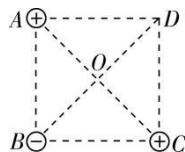
的电场强度大小 $E_1 = 2k\frac{q}{r^2}$, 当置于 N 点处的点电荷移至 P 点时, 两点电荷在 O 点

产生的电场方向夹角为 120° , 根据矢量的叠加可知 O 点的场强大小变为 $E_2 = k\frac{q}{r^2}$,

故 E_1 与 E_2 之比为 2:1, 故选 B 。

素养提升练

10. [2024 湖南株洲高二期末] 如图所示, 三个点电荷所带电荷量的绝对值均为 Q , 分别固定在正方形 $ABCD$ 的三个顶点上, 正方形边长为 a , 对角线交点为 O , 则 D 点与 O 点的电场强度大小之比为 (**A**)



A. $\frac{2\sqrt{2}-1}{4}$

B. $\frac{2\sqrt{2}+1}{4}$

C. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

D. $\frac{1}{4}$

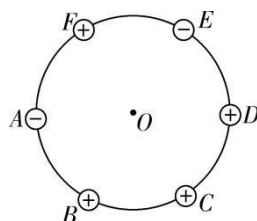
[解析] 三个点电荷的电荷量相等, A 、 C 处两点电荷在 O 点的合电场强度为零,

则 O 点的电场强度等于 B 处点电荷在 O 点产生的电场强度, 其大小为 $E_O =$

$\frac{kQ}{(\frac{\sqrt{2}}{2}a)^2} = \frac{2kQ}{a^2}$; A、C 处两点电荷在 D 点的电场强度大小相等，均为 $E = \frac{kQ}{a^2}$ ，方向

相互垂直，合电场强度大小为 $E_{D1} = \frac{\sqrt{2}kQ}{a^2}$ ，方向由 O 指向 D，B 处点电荷在 D 点的电场强度大小为 $E_{D2} = \frac{kQ}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{kQ}{2a^2}$ ，方向由 D 指向 O，则 D 点的电场强度大小为 $E_D = E_{D1} - E_{D2} = \frac{(2\sqrt{2}-1)kQ}{2a^2}$ ，则 D 点与 O 点的电场强度大小之比为 $\frac{2\sqrt{2}-1}{4}$ ，故选 A。

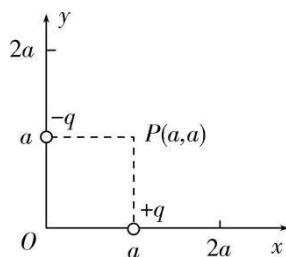
11. [2024 山东青岛高二期末]如图，A、B、C、D、E、F 是真空中圆心为 O、半径为 r 的圆周上的 6 个等分点，在 B、C、D、F 点分别固定电荷量为 q 的正点电荷，在 A 点和 E 点分别固定电荷量为 q 的负点电荷，静电力常量为 k，则圆心 O 处的电场强度大小为 (B)



- A. $\frac{kq}{r^2}$ B. $2k\frac{q}{r^2}$ C. $\frac{3kq}{r^2}$ D. $\frac{4kq}{r^2}$

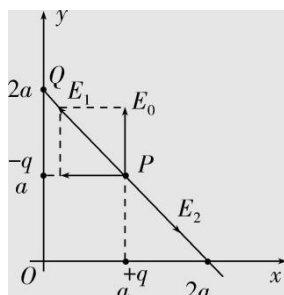
[解析]C、F 两点的点电荷在 O 点产生的电场强度等大、反向，完全抵消，A、D 两点的点电荷在 O 点产生的电场强度大小均为 $k\frac{q}{r^2}$ ，方向均由 O 指向 A 点，其合场强 E_1 大小为 $2k\frac{q}{r^2}$ ，B、E 两点的点电荷在 O 点产生的电场强度大小均为 $k\frac{q}{r^2}$ ，方向均由 O 指向 E 点，其合场强 E_2 大小为 $2k\frac{q}{r^2}$ ，由几何关系可知， E_1 与 E_2 间夹角为 120° ，则圆心 O 处的电场强度大小为 $2k\frac{q}{r^2}$ ，故选 B。

12. 如图，在 $(a,0)$ 位置放置电荷量为 q 的正点电荷，在 $(0,a)$ 位置放置电荷量为 q 的负点电荷，在距 $P(a,a)$ 为 $\sqrt{2}a$ 的某点处放置正点电荷 Q，使得 P 点的电场强度为零。则 Q 的位置及电荷量分别为 (B)

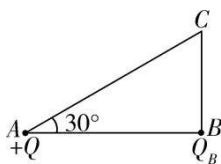


- A. $(0, 2a)$, $\sqrt{2}q$ B. $(0, 2a)$, $2\sqrt{2}q$ C. $(2a, 0)$, $\sqrt{2}q$ D. $(2a, 0)$, $2\sqrt{2}q$

[解析]根据点电荷场强公式 $E = k\frac{Q}{r^2}$ ，两等量异种点电荷在 P 点的场强大小均为 $E_0 = \frac{kq}{a^2}$ ，方向如图所示，两等量异种点电荷在 P 点的合场强为 $E_1 = \sqrt{2}E_0 = \sqrt{2}\frac{kq}{a^2}$ ，方向和如图所示， Q 点电荷在 P 点的场强大小为 $E_2 = k\frac{Q}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{kQ}{2a^2}$ ，三个点电荷的合场强为 0，则 E_2 与 E_1 等大反向，解得 $Q = 2\sqrt{2}q$ ，由几何关系可知 Q 的位置坐标为 $(0, 2a)$ ，故选 B。



13. [2024 广东清远高二期末] 如图所示，直角三角形 ABC 的 $\angle B$ 为直角， $\angle A = 30^\circ$ ，直角边 $BC = a$ 。分别在 A 、 B 两点固定两个点电荷，已知固定在 A 点的点电荷的电荷量为 $+Q (Q > 0)$ ，静电力常量为 k ，若在 C 点放置一带正电的试探电荷，它受到的电场力平行于 AB 指向右方。



- (1) 判断固定在 B 点的点电荷的电性；

[答案]负电

[解析]由 C 点正试探电荷受到的电场力平行于 AB 指向右方，根据电荷间相互作用规律和力的合成可知，固定在 B 点的点电荷带负电。

- (2) 求固定在 A 点的点电荷在 C 点产生的电场强度的大小 E_1 ；

[答案] $\frac{kQ}{4a^2}$

[解析]根据几何关系可知 $AC = 2a$

固定在 A 点的点电荷在 C 点产生的电场强度的大小 $E_1 = \frac{kQ}{AC^2}$

解得 $E_1 = \frac{kQ}{4a^2}$

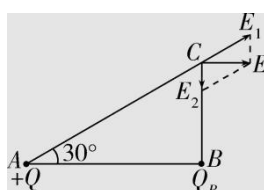
(3) 求 C 点的电场强度大小 E 。

[答案] $\frac{\sqrt{3}kQ}{8a^2}$

[解析]根据题意可知, C 点的电场强度方向平行于 AB 向右, 矢量合成图如图所示,

根据几何关系可知 $\cos 30^\circ = \frac{E}{E_1}$

解得 $E = \frac{\sqrt{3}kQ}{8a^2}$



课时评价作业（五） 电场线 匀强电场

基础达标练

题组一 电场线

1. 下列关于电场线的说法中正确的是 (A)

- A. 电场线是从正电荷或无穷远处出发, 终止于负电荷或无穷远处的曲线
- B. 一对正、负点电荷的电场线不相交, 但两对正、负点电荷的电场线是可以相交的
- C. 电场线是电场中实际存在的线
- D. 电场线就是带电粒子在电场中运动的轨迹

[解析]电场线是从正电荷或无穷远处出发, 终止于负电荷或无穷远处的曲线, A 正确; 电场中任意两条电场线都不能相交, 否则交点处电场强度方向就有两个, B 错误; 电场是客观存在的, 电场线是人为假想的, C 错误; 带电粒子在电场中运动的轨迹和电场线没有直接关系, D 错误。

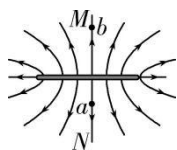
2. 如图所示, 一水平向右的电场线上, 有 A 、 B 两点, 则关于 A 、 B 两点说法正确的是 (A)



- A. 电场方向相同 B. 电场方向相反 C. E_A 一定大于 E_B D. E_A 一定小于 E_B

[解析]A、B 两点的场强方向均水平向右，方向相同，选项 A 正确，B 错误；只有一条电场线不能判断电场线的疏密，则无法比较 A、B 两点的场强大小，选项 C、D 错误。

3. [2024 安徽合肥一中高二期末]均匀带电细棒周围电场的电场线分布如图所示, MN 为细棒中垂线。 a 、 b 为 MN 上的两点, 它们的电场强度大小分别为 E_a 和 E_b , 这两点的电场强度 (**B**)

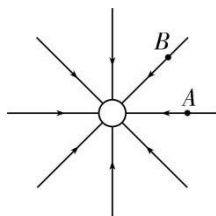


- A. 方向相同, $E_a > E_b$ B. 方向相反, $E_a > E_b$
C. 方向相同, $E_a < E_b$ D. 方向相反, $E_a < E_b$

[解析]根据题意,由图中电场线可知, a 、 b 两点的电场方向相反,由电场线的疏密程度可知, a 点的电场强度大于 b 点的电场强度,即 $E_a > E_b$,故选B。

题组二 点电荷及两个等量点电荷的电场线

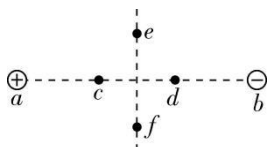
4. 如图所示为某点电荷形成的电场， A 、 B 两点到点电荷距离相等。关于 A 、 B 两点的场强，下列说法中正确的是（ **B** ）



- A. 大小相等、方向相同 B. 大小相等、方向不同
C. 大小不等、方向相同 D. 大小不等、方向不同

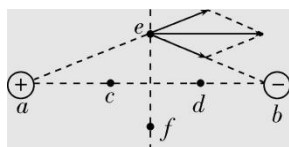
[解析]A、B 两点到点电荷距离相等,则电场强度大小相等,但方向不同,故选 B。

5. 如图所示，在 a 、 b 两点固定着两个等量异种点电荷， c 、 d 两点将 a 、 b 两点的连线三等分， e 、 f 是 a 、 b 两点连线的中垂线上的两点，且 e 、 f 到 a 、 b 两点连线的距离相等，则 (C)

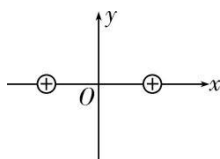


- A. 从 c 到 d 电场强度一直增大
- B. 从 c 到 d 电场强度一直减小
- C. 带正电的试探电荷在 e 点所受的静电力方向平行于 c 、 d 连线向右
- D. 带正电的试探电荷在 e 点所受的静电力方向为由 e 指向 f

[解析]根据等量异种点电荷所形成电场的特点可知，从 c 到 d 电场强度先减小后增大，故 A、B 错误； e 点的电场强度为两点电荷在 e 点产生的合场强，如图所示，根据平行四边形定则。可知正电荷在 e 点所受的静电力方向平行于 c 、 d 连线向右，故 C 正确，D 错误。



6. 如图所示，两个电荷量相同的正点电荷固定在关于原点 O 对称的 x 轴上。关于 y 轴上某点的电场强度 E (以 y 轴正方向为正) 与所在位置的纵坐标 y 的关系，下列各图可能正确的是 (A)

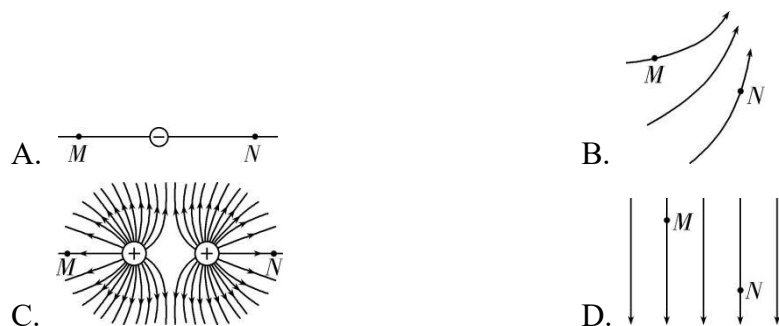


- A.
- B.
- C.
- D.

[解析]两个电荷量相同的正点电荷固定在关于原点 O 对称的 x 轴上，可知 y 轴相当于中垂线，原点 O 场强为零，无穷远处场强也为零，所以从 y 轴上离原点 O 足够远的位置到原点 O 场强会先增大后减小。在 y 轴正半轴上，电场强度方向向上，为正；在 y 轴负半轴上，电场强度方向向下，为负。故选 A。

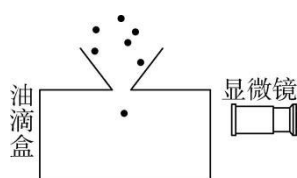
题组三 匀强电场

7. [2024 广东东莞高二期末] 下列四幅图中, M 、 N 两点电场强度相同的是 (**D**)



[解析] A 选项, 图中 M 、 N 两点电场强度方向相反, 故 A 错误; B 选项, 图中 M 、 N 两点电场强度大小不相等, 方向不同, 故 B 错误; C 选项, 图中 M 、 N 两点电场强度方向相反, 故 C 错误; D 选项, 图中 M 、 N 两点电场强度大小相等, 方向相同, 故 D 正确。

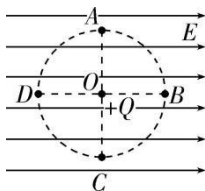
8. [2024 广东肇庆高二期末] 1909 年, 密立根因通过油滴实验测得了电子电荷量而荣获 1923 年诺贝尔物理学奖。密立根油滴实验原理如下: 带负电的油滴自油滴盒顶部入口飘入油滴盒, 油滴盒区域内存在匀强电场。通过显微镜观测油滴的运动情况测得油滴的电荷量。某次实验观测到某一带负电油滴在油滴盒内正好做匀速运动。设油滴质量为 m , 油滴盒内电场强度为 E , 重力加速度为 g , 忽略空气阻力, 下列说法正确的是 (**C**)



- A. 油滴盒内电场强度方向竖直向上
- B. 带电油滴所受电场力与重力是一对相互作用力
- C. 油滴所带电荷量 $q = \frac{mg}{E}$
- D. 油滴所带电荷量可以是任意值

[解析] 带负电的油滴在匀强电场中处于平衡状态, 所受重力与电场力平衡, 电场力竖直向上, 则电场强度方向竖直向下, 选项 A 错误; 重力与电场力是一对平衡力, 选项 B 错误; 由平衡条件 $mg = qE$ 可得 $q = \frac{mg}{E}$, 选项 C 正确; 油滴所带电荷量一定是元电荷的整数倍, 选项 D 错误。

9. 如图所示，在水平向右、场强大小为 E 的匀强电场中，在 O 点固定一电荷量为 Q 的正点电荷， A 、 B 、 C 、 D 为以 O 为圆心、半径为 r 的同一圆周上的四点， B 、 D 连线与电场线平行， A 、 C 连线与电场线垂直，静电力常量为 k ，则（ **A** ）

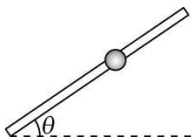


- A. A 点的场强大小为 $\sqrt{E^2 + k^2 \frac{Q^2}{r^4}}$ B. B 点的场强大小为 $E - k \frac{Q}{r^2}$
 C. D 点的场强大小不可能为零 D. A 、 C 两点的场强相同

[解析] 正点电荷 Q 在 A 点的电场强度大小 $E' = \frac{kQ}{r^2}$ ，而匀强电场在 A 点的电场强度大小为 E ，因方向相互垂直，根据矢量的合成，可知 A 点的场强大小为 $\sqrt{E^2 + k^2 \frac{Q^2}{r^4}}$ ，故 **A** 正确；正点电荷 Q 在 B 点的电场强度的方向与匀强电场的场强方向相同，因此 B 点的场强大小为 $E + \frac{kQ}{r^2}$ ，故 **B** 错误；正点电荷 Q 在 D 点的电场强度的方向与匀强电场的场强方向相反，当它们大小相等时， D 点的电场强度大小为零，故 **C** 错误； A 、 C 两点的电场强度大小相等，但方向不同，故 **D** 错误。

素养提升练

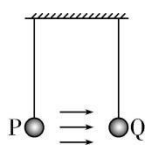
10. 多选题如图，光滑绝缘细杆与水平面成 θ 角固定，杆上套有一带正电的小球，质量为 m ，带电荷量为 q 。为使小球静止在杆上，可加一匀强电场。所加电场的场强满足什么条件时，小球可在杆上保持静止（重力加速度为 g ）（ **BD** ）



- A. 垂直于杆斜向上，场强大小为 $\frac{mg \cos \theta}{q}$
 B. 竖直向上，场强大小为 $\frac{mg}{q}$
 C. 垂直于杆斜向下，场强大小为 $\frac{mg \sin \theta}{q}$
 D. 水平向右，场强大小为 $\frac{mg \tan \theta}{q}$

[解析]若电场方向垂直于杆斜向上，小球受到的电场力方向也垂直于杆斜向上，在平行于杆的方向，小球受力不平衡，不能保持静止，故 A 错误；若电场方向竖直向上，此时球受两个力，竖直向上的电场力和竖直向下的重力，若小球保持静止，根据二力平衡可知 $Eq = mg$ ， $E = \frac{mg}{q}$ ，故 B 正确；若电场方向垂直杆斜向下，在平行于杆的方向，小球受力不平衡，不能保持静止，故 C 错误；若电场方向水平向右，此时小球受三个力，重力、电场力和支持力，若小球保持静止，则重力和电场力沿垂直于杆方向的分力的合力和支持力等大反向，重力和电场力沿杆方向的分力大小相等、方向相反，有 $mg \sin \theta = Eq \cos \theta$ ， $E = \frac{mg \tan \theta}{q}$ ，故 D 正确。

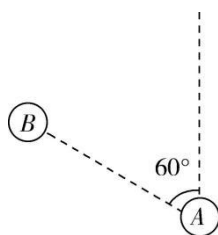
11. [2024 湖北十堰一中高二月考]多选题如图所示，空间存在一方向水平向右的匀强电场，电场强度大小为 E ，两个带电小球 P 和 Q 用相同的绝缘细绳悬挂在水平天花板下，两细绳都恰好与天花板垂直，则下列说法正确的是（ BD ）



- A. P 带正电，Q 带负电 B. P 带负电，Q 带正电
C. P、Q 中点处的电场强度大小为 $6E$ D. P、Q 中点处的电场强度大小为 $7E$

[解析]以小球 P 和 Q 整体为研究对象，两细绳都恰好与天花板垂直，说明两小球在水平方向上所受合外力为零，所以两小球所带电荷量相等，电性相反。以小球 P 为研究对象，小球 P 受到小球 Q 的库仑引力与匀强电场的作用力等大、反向，所以匀强电场对小球 P 的作用力水平向左，故 P 带负电，Q 带正电，A 错误，B 正确；令两小球所带电荷量均为 q ，且两小球的间距为 L ，水平方向上，对 P 球受力分析，有 $k \frac{q^2}{L^2} = qE$ ，则 P、Q 中点处的电场强度大小为 $E' = k \frac{q}{(\frac{L}{2})^2} + k \frac{q}{(\frac{L}{2})^2} - E$ ，解得 $E' = 7E$ ，方向水平向左，C 错误，D 正确。

12. 如图，电荷量为 Q 的正点电荷 A 固定不动，电荷量为 q 、质量可变的正点电荷 B 在 A 的左上方距离为 R 处，A、B 连线与竖直方向成 60° 角，若要使点电荷 B 静止，则需在竖直平面内加一个匀强电场，重力加速度为 g ，静电力常量为 k 。求：



解题关键 首先需要正确地对正点电荷 B 进行受力分析，不要漏掉电场力，其次根据图解法找出最小电场力，最后利用矢量三角形求解电场力和重力，进而求解电场的场强和点电荷的质量。

(1) 所加电场的方向如何时可使场强最小，最小场强 E 的大小是多少；

[答案] $\frac{\sqrt{3}kQ}{2R^2}$ ，方向水平向右

[解析] 对正点电荷 B 受力分析可知，当电场力水平向右时取得最小值，此时电场强度最小，方向水平向右，则 $\sin 60^\circ = \frac{Eq}{k\frac{Qq}{R^2}}$ ，解得 $E = \frac{\sqrt{3}kQ}{2R^2}$

(2) 在场强最小的情况下，点电荷 B 的质量 m 多大；

[答案] $\frac{kQq}{2gR^2}$

[解析] 在电场强度最小的情况下，满足 $\cos 60^\circ = \frac{mg}{k\frac{Qq}{R^2}}$ ，解得 $m = \frac{kQq}{2gR^2}$

(3) 若所加匀强电场斜向右上方与水平方向成 30° 角，且点电荷 B 仍静止，则场强 E' 应为多大。

[答案] $k\frac{Q}{R^2}$

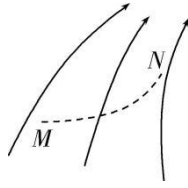
[解析] 若所加匀强电场斜向右上方与水平方向成 30° 角，且点电荷 B 仍静止，受力分析可知 $k\frac{Qq}{R^2} \cdot \cos 30^\circ = E'q \cdot \cos 30^\circ$

解得 $E' = k\frac{Q}{R^2}$

课时评价作业（六） 静电力的性质

基础达标练

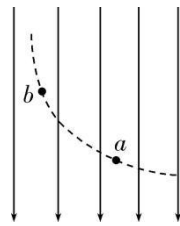
1. 多选题某静电场中的电场线如图所示，一带电粒子在电场中仅受静电力作用，其运动轨迹如图中虚线所示，由 M 点运动到 N 点，以下说法正确的是（ AD ）



- A. 粒子必定带正电
- B. 粒子必定带负电
- C. 粒子在 M 点的加速度大于它在 N 点的加速度
- D. 粒子在 M 点的加速度小于它在 N 点的加速度

[解析]根据带电粒子运动轨迹弯曲的情况，可以确定带电粒子受静电力作用的方向和场强方向相同，故该粒子带正电，A 正确，B 错误。电场线越密，其场强越大，该带电粒子所受静电力就越大，加速度也越大，故此带电粒子在 N 点的加速度大于 M 点的加速度，C 错误，D 正确。

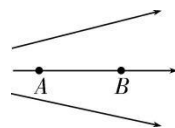
2. 多选题一带电粒子在匀强电场中的运动轨迹如图中虚线所示，如果带电粒子只受静电力作用从 a 向 b 运动，则下列说法正确的是（ BCD ）



- A. 粒子带正电
- B. 粒子带负电
- C. 粒子所受静电力是恒定的
- D. 带电粒子做匀变速运动

[解析]由于粒子运动轨迹向上弯曲，可判断其受力方向为竖直向上，所以粒子应带负电，故 A 错误，B 正确。又由于该电场是匀强电场，粒子仅受静电力作用，则粒子所受静电力恒定，做匀变速曲线运动，故 C、D 正确。

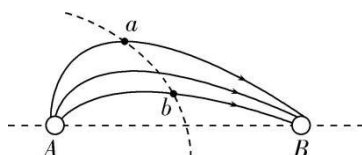
3. 如图， A 、 B 是一条电场线上的两个点，一带正电的粒子仅在静电力作用下从 A 点静止释放，沿电场线运动到 B 点，其速度 v 与时间 t 关系的图像可能是下图中的（ D ）



- A.
- B.
- C.
- D.

[解析]粒子带正电,所受静电力与电场方向相同,可知从A点到B点做加速运动,电场强度不断变小,则粒子所受静电力不断变小,加速度不断变小,可知D正确。

4. [2024 江西九江高二期末]多选题如图, A、B 两个点电荷固定在空间, 实线为两点电荷电场中的部分电场线, 弯曲虚线为一个带电粒子仅在静电力作用下运动的轨迹, a 、 b 为轨迹上两点, 下列说法正确的是 (BD)



- A. A、B 带同种电荷
- B. A、B 带电荷量的绝对值不相等
- C. a 点的电场强度比 b 点的电场强度大
- D. 带电粒子在 a 点的加速度比在 b 点的加速度小

[解析]由电场线分布的特征可知两点电荷带异种电荷, 且 A 带正电, B 带负电, 故 A 错误; 图中电场线分布不具有对称性, 则两点电荷带电荷量的绝对值不相等, 故 B 正确; 由图像可知, b 点附近电场线分布较密, 所以 b 点的电场强度比 a 点的电场强度大, 粒子在 a 点的加速度比在 b 点的加速度小, 故 D 正确, C 错误。

5. [2024 江苏扬州高二期末]硒鼓是激光打印机的核心部件, 主要由感光鼓、充电辊等装置构成, 如图 1 所示, 工作中充电辊表面的导电橡胶给感光鼓表面均匀地布上一层负电荷。我们可以用图 2 模拟带电的感光鼓: 电荷量均为 $-q$ 的点电荷, 均匀对称地分布在半径为 R 的圆周上。若某时刻圆周上 P 点的一个点电荷的电荷量突变成 $-2q$, 则圆心 O 点处的电场强度为 (静电力常量为 k) (D)

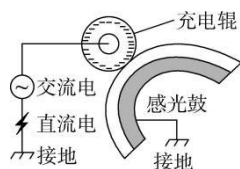


图 1

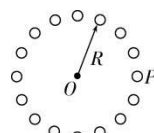
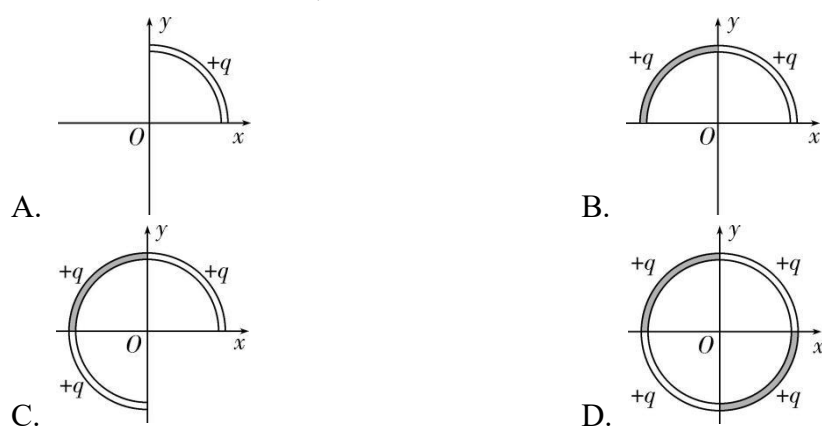


图 2

- A. $\frac{2kq}{R^2}$, 方向沿半径背离 P 点
- B. $\frac{2kq}{R^2}$, 方向沿半径指向 P 点
- C. $\frac{kq}{R^2}$, 方向沿半径背离 P 点
- D. $\frac{kq}{R^2}$, 方向沿半径指向 P 点

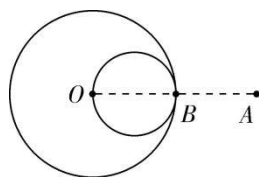
[解析]当 P 点的点电荷为 $-q$ 时, 根据电场的对称性, 可得在圆心 O 点处的电场强度为零, 当 P 点的点电荷为 $-2q$ 时, 可由两个电荷量均为 $-q$ 的点电荷等效替代, 故圆心 O 点处的电场强度可以看成均匀带电圆环和电荷量为 $-q$ 的点电荷产生的两个电场的场强叠加, 所以圆心 O 点处的电场强度为 $E = 0 + k\frac{q}{R^2} = k\frac{q}{R^2}$, 方向沿半径指向 P 点, 故 A、B、C 错误, D 正确。

6. [2024 河南许昌高二期末] 如图所示, 在平面直角坐标系 xOy 中, 各个 $\frac{1}{4}$ 圆环大小相同, 所带电荷量均为 $+q$, 且电荷均匀分布, 各个 $\frac{1}{4}$ 圆环间彼此绝缘。则坐标原点 O 处的电场强度最大的是 (B)



[解析]由于电荷均匀分布, 则各 $\frac{1}{4}$ 圆环上的电荷等效集中于 $\frac{1}{4}$ 圆环的中心, 设 $\frac{1}{4}$ 圆环所带电荷在 O 点产生的场强大小为 E , 则 A 图中场强大小为 E ; B 图中场强大小为 $\sqrt{2}E$; C 图中场强大小为 E ; D 图中场强大小为 0 ; 坐标原点 O 处的电场强度最大的是 B 图, 故选 B。

7. 已知均匀带电球体在球的外部产生的电场与一个位于球心的、电荷量相同的点电荷产生的电场相同。如图所示, 半径为 R 的球体上均匀分布着电荷量为 Q 的电荷, 在过球心 O 的直线上有 A 、 B 两个点, O 和 B 、 B 和 A 间的距离均为 R 。现以 OB 为直径在球内挖一球形空腔, 若静电力常量为 k , 球的体积公式为 $V = \frac{4}{3}\pi r^3$, 则 A 点处电场强度的大小为 (B)



A. $\frac{5kQ}{36R^2}$

B. $\frac{7kQ}{36R^2}$

C. $\frac{7kQ}{32R^2}$

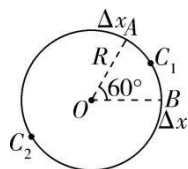
D. $\frac{3kQ}{16R^2}$

[解析]实心大球在 A 点的电场强度 $E_1 = \frac{kQ}{4R^2}$, 挖出的实心小球所带电荷量 $Q' =$

$$\left(\frac{R}{2}\right)^3 \frac{Q}{R^3} = \frac{Q}{8}, \text{ 实心小球在 A 点的电场强度 } E_2 = \frac{k\frac{Q}{8}}{\left(\frac{3}{2}R\right)^2} = \frac{kQ}{18R^2}, \text{ 则 A 点的电场强度 } E =$$

$$E_1 - E_2 = \frac{7kQ}{36R^2}, \text{ 选项 B 正确。}$$

8. [2024 山西晋城高二期末] 半径为 R 的绝缘圆环固定放置, 圆心为 O , 环上均匀分布着电荷量为 Q 的负电荷。如图所示, 在 A 、 B 两处分别取走弧长为 Δx ($\Delta x \ll R$) 的圆弧, 圆环上剩余电荷的分布不变, C_1 、 C_2 分别是圆弧 AC_1B 、圆弧 AC_2B 的中点, 已知 $\angle AOB = 60^\circ$, 静电力常量为 k , 则圆环上剩余电荷在 O 点产生的场强的大小和方向为 (A)



A. $\frac{\sqrt{3}k\Delta xQ}{2\pi R^3}$, 由 O 指向 C_2

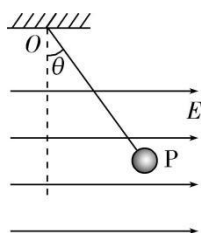
B. $\frac{\sqrt{3}k\Delta xQ}{2\pi R^3}$, 由 O 指向 C_1

C. $\frac{\sqrt{3}k\Delta xQ}{\pi R^3}$, 由 O 指向 C_2

D. $\frac{\sqrt{3}k\Delta xQ}{\pi R^3}$, 由 O 指向 C_1

[解析]假设把取走的电荷放置到原位置, A 、 B 两处的电荷在 O 点的电场强度大小均为 $E_1 = \frac{k\Delta xQ}{2\pi R \times R^2}$, A 、 B 两处的电荷在 O 点的合电场强度为 $E_2 = 2E_1 \cos 30^\circ$, 方向由 O 指向 C_1 , 整个圆环在 O 点的合场强为 0 , 则圆环上剩余电荷在 O 点产生的场强的大小为 $E_3 = E_2 = \frac{\sqrt{3}k\Delta xQ}{2\pi R^3}$, 方向由 O 指向 C_2 , 故选 A。

9. [2024 河北保定唐县一中联考] 如图所示, 用细线将质量为 m 的带电小球 P 悬挂在 O 点, 小球带电荷量为 q , 匀强电场方向水平向右, 小球处于静止状态时细线与竖直方向的夹角为 θ , 重力加速度大小为 g 。以下判断正确的是 (B)



A. 细线拉力大小为 $\frac{mg}{\sin \theta}$

B. 匀强电场的电场强度大小为 $\frac{mg \tan \theta}{q}$

C. 小球所受静电力大小为 $mg \cos \theta$

D. 剪断细线后，小球的加速度大小为 $\frac{g}{\sin \theta}$

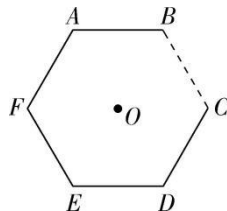
[解析]根据受力平衡有 $Eq = mg \tan \theta$ ，可得小球所受静电力大小为 $mg \tan \theta$ ， $E = \frac{mg \tan \theta}{q}$ ，B 正确，C 错误；根据受力平衡有 $T \cos \theta = mg$ ，解得细线拉力大

小为 $T = \frac{mg}{\cos \theta}$ ，由于小球所受重力和静电力的合力大小等于细线拉力大小，剪断

细线后，根据牛顿第二定律可得 $a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{T}{m} = \frac{g}{\cos \theta}$ ，A、D 错误。

素养提升练

10. 如图所示，边长为 L 的正六边形 $ABCDEF$ 的 5 条边上分别放置 5 根长度都为 L 的相同绝缘细棒，每根细棒均匀带上相同的正电荷，现将电荷量为 $+Q$ 的点电荷置于 BC 中点，此时正六边形几何中心 O 点的场强为零，若移走 $+Q$ 及 AB 边上的细棒，则 O 点的电场强度大小为（ k 为静电力常量，不考虑绝缘细棒之间及绝缘细棒与 $+Q$ 的相互影响）（ C ）



A. $\frac{kQ}{L^2}$

B. $\frac{2\sqrt{3}kQ}{L^2}$

C. $\frac{4\sqrt{3}kQ}{3L^2}$

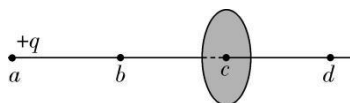
D. $\frac{2\sqrt{3}kQ}{3L^2}$

[解析]根据对称性可知， AB 棒与 DE 棒、 AF 棒与 DC 棒在 O 点的合场强均为 0，所以 EF 棒与点电荷 $+Q$ 在 O 点的合场强也为 0，则有 EF 棒与点电荷 $+Q$ 在 O 点的场强大小相等，所以有 $E_{EF} = E_Q = \frac{kQ}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}L\right)^2} = \frac{4kQ}{3L^2}$ ，若移走 $+Q$ 及 AB 边上的细棒，

则 O 点的电场强度大小为 EF 棒与 ED 棒的合场强大小，所以 $E = 2E_{EF} \cos 30^\circ = \frac{4\sqrt{3}kQ}{3L^2}$ ，故 C 正确。

11. [2024 安徽滁州高二校考]如图所示，一半径为 r 的圆盘上均匀分布着负电荷，在垂直于圆盘且过圆心 c 的轴线上有 a 、 b 、 d 三个点， a 和 b 、 b 和 c 、 c 和 d 间

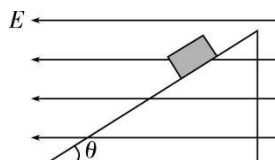
的距离均为 r ，在 a 点处有一电荷量为 $+q$ 的固定点电荷，已知 d 点处的电场强度为 E_0 ，方向由 a 指向 d ， k 为静电力常量，则 b 点处电场强度的大小为（ A ）



- A. $\frac{10kq}{9r^2} - E_0$ B. $\frac{9kq}{10r^2} - E_0$ C. $\frac{9kq}{10r^2} + E_0$ D. $\frac{10kq}{9r^2} + E_0$

[解析] 电荷量为 $+q$ 的点电荷在 d 点产生的电场强度大小为 $E_{d1} = \frac{kq}{(3r)^2}$ ，方向由 a 指向 d ，带负电圆盘在 d 点产生的电场由 d 指向 a ，设电场强度大小为 E_{d2} ， d 点处的电场强度为 E_0 ，方向由 a 指向 d ，则有 $E_{d1} - E_{d2} = E_0$ ，解得 $E_{d2} = \frac{kq}{(3r)^2} - E_0$ ，根据对称性可知带负电圆盘在 b 点的电场强度的大小 $E_{b2} = E_{d2}$ ，方向由 a 指向 b ， $+q$ 在 b 点产生的电场强度大小为 $E_{b1} = \frac{kq}{r^2}$ ，方向由 a 指向 b ，则 b 点处电场强度为 $E_b = E_{b1} + E_{b2}$ ，解得 $E_b = \frac{10kq}{9r^2} - E_0$ ，故选 A。

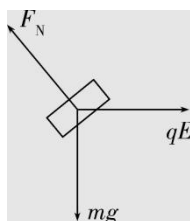
12. [2024 广东佛山一中高一期末] 如图所示，一带电荷量为 $-q = -5 \times 10^{-3} \text{ C}$ 、质量为 $m = 0.1 \text{ kg}$ 的小物块处于一倾角为 $\theta = 37^\circ$ 的光滑绝缘斜面上，当整个装置处于一水平向左的匀强电场中时，小物块恰好处于静止状态。 g 取 10 m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，求：



(1) 匀强电场的场强大小；

[答案] 150 N/C

[解析] 小物块受力分析如图所示，由几何关系有 $\tan \theta = \frac{qE}{mg}$



得 $E = \frac{mg \tan \theta}{q} = 150 \text{ N/C}$

(2) 若从某时刻开始, 电场强度减小为原来的 $\frac{1}{2}$, 小物块下滑距离 $L = 1.5 \text{ m}$ 时的速度大小为多少?

[答案] 3 m/s

[解析] 由牛顿第二定律得 $mg \sin \theta - \frac{qE}{2} \cos \theta = ma$

$$v^2 = 2aL$$

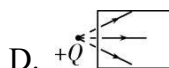
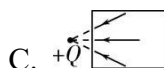
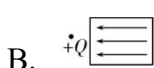
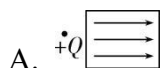
联立得 $v = 3 \text{ m/s}$

课时评价作业 (七) 静电的防止与利用

基础达标练

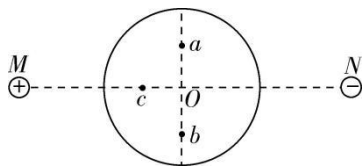
题组一 静电平衡

1. 如图所示, 一个长方形的金属盒原来不带电, 现将一个带电荷量为 $+Q$ 的点电荷放在盒左边附近, 达到静电平衡后, 盒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 (**C**)



[解析] 金属盒内部处于静电平衡状态, 金属盒内部每点的合电场强度都为 0, 即金属盒内的每一点, 感应电荷产生的电场的电场强度都与点电荷在那点产生的电场的电场强度大小相等、方向相反, 选项 C 正确。

2. [2023 辽宁实验中学期中] 一金属小球原来不带电, 现在小球的直径延长线上放置两带电荷量相等的正、负点电荷 M 、 N 且到小球球心 O 的距离相等。如图所示, 球内 a 、 b 、 c 三点到球心距离也相等, 金属球上的感应电荷在 a 、 b 、 c 三点的场强大小分别为 E_a 、 E_b 、 E_c , 则三者相比 (**C**)



A. $E_a = E_b = E_c$ B. $E_a = E_b > E_c$ C. $E_a = E_b < E_c$ D. $E_a = E_b = \frac{E_c}{2}$

[解析] 静电平衡后, 金属球内的合场强处处为零, 金属球上感应电荷产生的附加电场与电荷量相等的正、负点电荷在 a 、 b 、 c 点产生的电场场强大小相等、方向相反, 相互抵消。根据等量异种电荷场强分布特点可知, 正、负点电荷在 a 、 b 、

c 点产生的合场强大小关系为 $E_a' = E_b' < E_c'$ ，所以金属球上的感应电荷在 a 、 b 、 c 三点的场强大小关系为 $E_a = E_b < E_c$ ，故选 C。

题组二 尖端放电

3. [2023 山东潍坊三县联考] 关于避雷针的说法不正确的是 (B)

- A. 避雷针的物理原理就是尖端放电
- B. 为了美观，可把避雷针顶端设计成球形
- C. 避雷针通过尖端放电使云中的电荷中和
- D. 避雷针的尖端安装在建筑物的顶部，并通过金属线与埋在地下的金属板相连

[解析] 避雷针是利用尖端放电制作的，故避雷针必须做成针状，不能为了美观而做成球形，故 B 错误，符合题意。

4. 小黄在乘坐飞机时发现飞机尾翼尖端处有些很细的针，如图所示。这些细针的功能最有可能是 (D)



- A. 扰乱空气流
- B. 发射与地面飞机场联系的电磁波
- C. 预防雷电击中高空飞行的飞机
- D. 释放高速飞行的飞机与空气摩擦时产生的静电

[解析] 飞机高速飞行时与空气摩擦产生静电，电荷在越尖锐的地方密度越大，从而可以通过尖端放电将静电释放出去，故选 D。

题组三 静电屏蔽

5. [2024 重庆渝中高二期中考] 多选题如图所示，用起电机使金属鸟笼带电，站在金属架上的鸟安然无恙，其原因是 (CD)

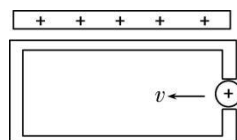


- A. 鸟的脚爪与金属架绝缘
- B. 起电机使笼带电，笼的电场强度不会很大
- C. 鸟笼内部场强为零，电荷分布在笼的外表面

D. 金属鸟笼起静电屏蔽的作用

[解析]起电机使金属鸟笼带电，金属鸟笼起静电屏蔽的作用，鸟笼内部场强为零，电荷分布在笼的外表面，所以站在金属架上的鸟安然无恙。故选 C、D。

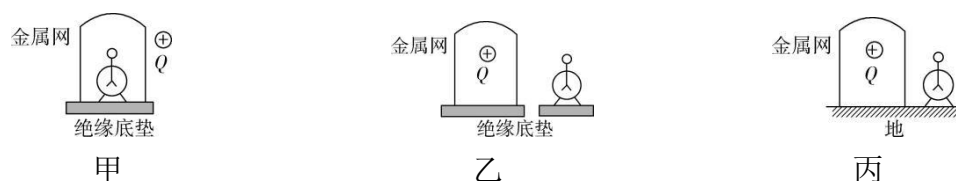
6. 如图所示，空心导体上方有一靠近的带有正电的带电体。当一个重力不计的正电荷以速度 v 水平飞入空心导体内时，电荷将做（ C ）



- A. 向上偏转的类平抛运动 B. 向下偏转的类平抛运动
C. 匀速直线运动 D. 变速直线运动

[解析]导体内部场强为零，正电荷不受静电力作用，正电荷将做匀速直线运动，故 C 正确，A、B、D 错误。

7. [2023 河北邢台月考] 以下关于静电屏蔽实验的说法中正确的是（ C ）



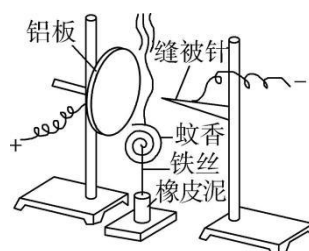
- A. 甲图中验电器的金属箔张开
B. 乙图中验电器的金属箔不会张开
C. 丙图中验电器的金属箔不会张开
D. 甲、乙、丙三图中验电器的金属箔都张开

[解析]甲图中不会张开，金属网可以屏蔽外电场，故 A、D 错误；乙图中会张开，因为金属网未接地，网内的带电体可以对外界产生影响，故 B 错误；丙图中不会张开，因为金属网已接地，网内的带电体对网外无影响，故 C 正确。

题组四 静电吸附

8. 多选题低碳环保是我们追求的生活方式。如图所示是一个用来研究静电除尘的实验装置，处于强电场中的空气分子会被电离为电子和正离子，当铝板与手摇起电机的正极相连，缝被针与手摇起电机的负极相连，在铝板和缝被针中间放置

点燃的蚊香。转动手摇起电机，蚊香产生的烟雾会被电极吸附，停止转动手摇起电机，蚊香的烟雾又会袅袅上升。关于这个现象，下列说法中正确的是（ **BD** ）



- A. 由于蚊香产生带正电的烟雾而被吸附到缝被针上
- B. 烟雾颗粒在被铝板吸附过程中离铝板越近速度越大
- C. 烟雾颗粒在被吸附过程中做匀变速运动
- D. 同一烟雾颗粒在被吸附过程中若带电荷量不变，离铝板越近则加速度越小

[解析]中性空气分子在强电场中被电离成电子和带正电的离子，蚊香产生的烟雾，吸附电子后带负电，在静电力作用下向铝板做加速运动，故 A 错误，B 正确；由于空间电场不是匀强电场，所以烟雾颗粒不做匀变速运动，故 C 错误；因铝板与缝被针间的电场线离铝板越近越稀疏，电场强度越小，烟雾颗粒受静电力越小，加速度越小，故 D 正确。

9. 静电复印机的中心部件，是一个可以旋转的接地的铝辊，铝辊表面镀着一层半导体硒，这个中心部件叫作硒鼓。半导体硒有特殊的光电性质，没有光线照射时是很好的绝缘体，能保持电荷，受到光的照射就立刻变成导体，将所带的电荷导走。复印每一页书稿都要经过充电、曝光、显影、转印、放电等几个步骤，这些步骤是在硒鼓转动一周的过程中完成的。如图所示，曝光后的硒鼓上留下 H 字符，关于 H 字符，下列说法中正确的是（ **B** ）

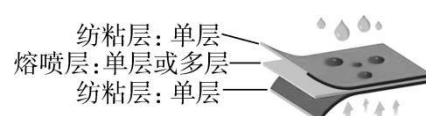


- A. H 字符是没有光照射的地方，不带电荷
- B. H 字符是没有光照射的地方，保持着正电荷
- C. H 字符是有光照射的地方，不带电荷
- D. H 字符是有光照射的地方，带正电荷

[解析]利用光学系统将原稿上字迹的像成在硒鼓上，硒鼓上字迹的像是没有光照射的地方，保持着正电荷，而其他地方受到了光线照射，正电荷被导走，所以 B 正确，A、C、D 错误。

素养提升练

10. [2023 河北石家庄期末]口罩可预防经空气、飞沫传播的疾病，其中间层的熔喷布是一种用绝缘材料做成的带有静电的超细纤维布，能阻隔几微米的病毒，这种静电的阻隔作用属于（ B ）



- A. 静电屏蔽 B. 静电吸附 C. 静电平衡 D. 尖端放电

[解析]由题意可知，熔喷布是一种用绝缘材料做成的带有静电的超细纤维布，当几微米的病毒靠近时，由于静电感应而带电，从而被熔喷布吸附，其原理为静电吸附，故选 B。

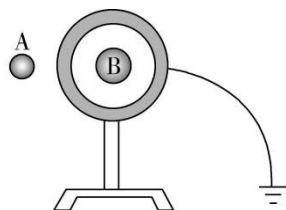
11. [2023 安徽芜湖期末]多选题武当山主峰——天柱峰上有一座金殿，常出现雷火炼殿的奇观：在雷雨交加时，屋顶常会出现盆大的火球，来回滚动。雨过天晴时，大殿屋顶金光灿灿，像被重新炼洗过一般，如图所示。对此，下列分析正确的是（ BC ）



- A. 出现雷火炼殿现象时，大殿内的人是危险的
B. 金殿肯定是一个庞大的优良导体
C. 金殿顶部肯定很少有带尖的结构，不易放电
D. 金殿如果安装了避雷针，这种雷火炼殿现象仍会经常出现

[解析]雷雨天气时，金殿上空聚集大量电荷，金殿是一个优良导体，由于静电屏蔽作用，大殿内的人是安全的，A 错误，B 正确；金殿顶部如果有较多带尖的结构，尖端放电效果明显，则无法观测到雷火炼殿现象，因此可以断定金殿顶部肯定很少有带尖的结构，不易放电，C 正确；金殿如果安装了避雷针，雷雨天气时金殿上空聚集的电荷将被导入大地，雷火炼殿现象无法观察到，D 错误。

12. [2023 黑龙江饶河阶段练习]多选题如图所示，绝缘金属球壳的空腔内、外各有一小球 B 和 A，球壳接地。下列说法正确的是（ AC ）



- A. 若 A 球带电，则球壳内的 B 球处的电场强度为零
- B. 若 B 球带电，则 A 球处的电场强度不为零
- C. 若 A 球和 B 球均带电，则彼此也不会相互影响
- D. 若 A 球和 B 球均带电，则由于球壳接地，A 球对 B 球没有影响，但 B 球对 A 球有影响

[解析]若 A 球带电，B 球放置在金属球壳内，则 B 球处的电场强度为零，故 A 正确；若 B 球带电，金属球壳接地，则 A 球处的电场强度也为零，故 B 错误；由于静电屏蔽，A、B 两球彼此不会相互影响，故 C 正确，D 错误。

13. [2024 河南郑州高二联考]日常生活中，用手碰触一下带静电的物体，物体所带的静电就会通过这条“人体导线”流入大地。如果工厂流水线上的产品需要除静电，挨个摸一下显然不现实，于是一种适合流水线上除静电的设备——除静电风扇就应运而生了。这种风扇出风口有一层金属丝网，含有大量正负电荷、宏观上呈电中性的气流从金属丝网吹向流水线上的产品，产品所带的静电就被除去了。这种除静电风扇简单可靠，因而获得了普遍应用。关于这种除静电风扇，下列说法正确的是（ C ）



- A. 除静电风扇只能除去流水线上产品所带的正电荷
- B. 除静电风扇只能除去流水线上产品所带的负电荷
- C. 除静电风扇使用过程中金属丝网必须接地
- D. 除静电风扇使用过程中金属丝网不用接地

[解析]除静电风扇出风口吹出的气流含有大量正负电荷，因此除静电风扇既能除去流水线上产品所带的正电荷，也能除去流水线上产品所带的负电荷，A、B 错误；除静电风扇使用过程中金属丝网必须接地，才能使流水线上产品所带的静电除去，C 正确，D 错误。