

## 课时作业 42 电场力的性质

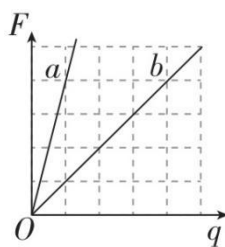
### 基础达标练

1. [2024·云南昆明模拟]关于电场强度,下列说法正确的是( )
- A. 若在电场中的某点不放试探电荷,则该点的电场强度为 0
- B. 真空中点电荷的电场强度公式 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 表明,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
- C. 电场强度公式 $E = \frac{F}{q}$ 表明,电场强度的大小与试探电荷的电荷量 $q$ 成反比,若 $q$ 减半,则该处的电场强度变为原来的 2 倍
- D. 匀强电场中电场强度处处相同,所以任何电荷在其中受力都相同

【答案】B

【解析】电场强度由电场本身决定,与放不放试探电荷无关,故 A 错误;公式 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 是真空中点电荷电场强度的决定式, B 正确;公式 $E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式,电场强度由电场本身决定,电场中某点的电场强度的大小与试探电荷所带的电荷量大小无关,故 C 错误;电荷在电场中所受电场力 $F = qE$ ,电荷在电场中所受电场力与 $q$ 、 $E$ 有关,匀强电场中的电场强度处处相同,电荷所带电荷量 $q$ 不一定相同,则电荷在其中受力不一定相同,故 D 错误。

2. [2024·江苏卷·1, 4 分]在静电场中有 $a$ 、 $b$ 两点,试探电荷在两点的静电力 $F$ 与电荷量 $q$ 满足如图所示的关系,请问 $a$ 、 $b$ 两点的场强大小之比 $E_a:E_b$ 等于( )



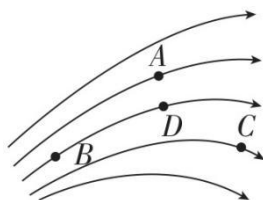
- A. 1:1      B. 2:1      C. 3:1      D. 4:1

【答案】D

【解析】设  $F-q$  图像的横坐标每格长度表示的电荷量为  $q_0$ ，纵坐标每格长度表示的力大小为  $F_0$ ，根据  $E = \frac{F}{q}$  可知  $F-q$  图像的图线斜率表示电场强度，由题图可知

$E_a = \frac{4F_0}{q_0} = 4\frac{F_0}{q_0}$ ， $E_b = \frac{4F_0}{4q_0} = \frac{F_0}{q_0}$ ，可得  $E_a:E_b = 4:1$ ，D 正确。

3. [2024·广东潮州模拟] 某电场的电场线分布如图所示，A、B、C、D 是电场中的四个点，则关于该电场，下列说法正确的是（ ）

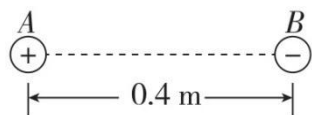


- A. 该电场可能是某带正电的点电荷形成的
- B. 四个点中 B 点的电场强度最大
- C. B、D 两点的电场强度方向相同
- D. 某电荷仅受电场力时能沿电场线从 B 点运动到 D 点

【答案】B

【解析】电场线是弯曲的，所以不可能是点电荷形成的，故 A 错误；B 点的电场线最密集，电场强度最大，故 B 正确；B、D 两点电场线的切线方向不同，所以电场强度方向不同，故 C 错误；假设某电荷仅受电场力时能沿电场线从 B 点运动到 D 点，则电荷一定为正电荷，在 B、D 两点之间运动时沿切线方向，没有指向轨迹的凹侧，不满足做曲线运动的条件，故 D 错误。

4. [2024·贵州安顺模拟] 如图所示，在一条直线上有两个相距 0.4m 的点电荷 A、B，A 的带电荷量为  $+Q$ ，B 的带电荷量为  $-9Q$ 。现引入第三个点电荷 C，恰好使三个点电荷均在静电力的作用下处于平衡状态，则 C 的带电性质及位置应为（ ）



- A. 正，B 的右边 0.4m 处
- B. 正，B 的左边 0.2m 处
- C. 负，A 的左边 0.2m 处
- D. 负，A 的右边 0.2m 处

【答案】C

【解析】要使三个点电荷均处于平衡状态，需满足“两同夹异”“两大夹小”“近小远大”的原则，所以C在A的左侧，带负电；设C在A的左侧 $x$ 处，由于C处于平衡状态，有 $k\frac{Qq}{x^2} = \frac{9kQ \cdot q}{(0.4+x)^2}$ ，解得 $x = 0.2\text{m}$ ，C正确。

5. [2024·广东河源模拟]两个半径均为 $r$ 的相同金属球，球心相距 $3r$ ，分别带有电荷量 $-2Q$ 和 $+4Q$ ，它们之间库仑力的大小为 $F$ ，现将两球接触后再放回原处，两小球间距离保持不变，则两小球间库仑力的大小（ ）

- A. 等于 $\frac{1}{8}F$       B. 小于 $\frac{1}{8}F$       C. 大于 $\frac{1}{8}F$       D. 无法确定

【答案】B

【解析】两金属球相距较近且开始时带异种电荷，电荷因吸引而靠近，则原来两球间库仑力大小 $F > k\frac{8Q^2}{(3r)^2}$ ；两球接触后，两球均带正电，电荷量均为 $Q$ ，电荷因排斥而远离，所以接触后两球间的库仑力大小 $F' < k\frac{Q^2}{(3r)^2} < \frac{1}{8}F$ ，故B正确，A、C、D错误。

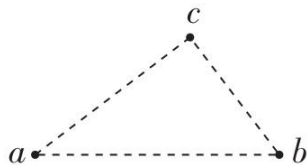
6. [2024·江苏泰州模拟]当空气中的电场强度超过 $E_0$ 时，空气会被击穿。给半径为 $R$ 的孤立导体球壳充电，球壳所带电荷量的最大值为 $Q$ ，已知静电力常量为 $k$ ，则 $Q$ 为（ ）

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

【答案】B

【解析】均匀带电球壳在壳外某点产生的场强，可以看作集中在球壳中心的点电荷在球外某点产生的场强，由 $E_0 = \frac{kQ}{R^2}$ 可得 $Q = \frac{E_0 R^2}{k}$ ，故A、C、D错误，B正确。

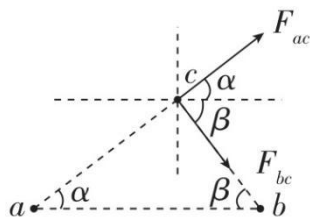
7. [2024·广东肇庆模拟]如图，三个固定的带电小球 $a$ 、 $b$ 和 $c$ ，相互间的距离分别为 $ab = 5\text{cm}$ ， $bc = 3\text{cm}$ ， $ca = 4\text{cm}$ 。小球 $c$ 所受库仑力的合力的方向平行于 $a$ 、 $b$ 的连线。设小球 $a$ 、 $b$ 所带电荷量的比值的绝对值为 $k$ ，则（ ）



- A.  $a$ 、 $b$ 的电荷同号， $k = \frac{16}{9}$       B.  $a$ 、 $b$ 的电荷异号， $k = \frac{16}{9}$   
C.  $a$ 、 $b$ 的电荷同号， $k = \frac{64}{27}$       D.  $a$ 、 $b$ 的电荷异号， $k = \frac{64}{27}$

【答案】D

【解析】对固定的小球c受到的库仑力进行分析，要使c球受到的库仑力合力方向与a、b连线平行，则竖直方向小球c受到的库仑力合力为零，所以a、b的电荷必须异号，如图所示，则有  $\tan\beta = \frac{F_{ac}}{F_{bc}}$ ，由库仑定律得  $\frac{F_{ac}}{F_{bc}} = \frac{|Q_a| \cdot r_{bc}^2}{|Q_b| \cdot r_{ac}^2}$ ，联立解得  $k = \left| \frac{Q_a}{Q_b} \right| = \frac{64}{27}$ ，D 正确。



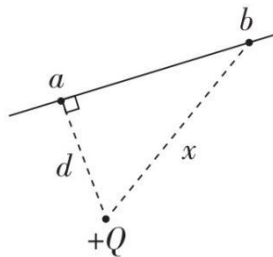
### 能力强化练

8. [2024 · 广西柳州三模]在某正点电荷形成的电场中有一条直线，直线上各点中a点的场强最大，直线上另一点b的场强大小为a点场强大小的 $\frac{1}{4}$ 。则下列说法正确的是（ ）

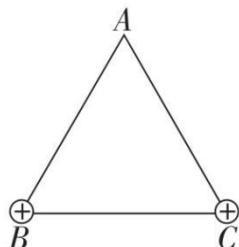
- A. a、b两点的场强方向相同
- B. a、b两点的场强方向的夹角为 $30^\circ$
- C. a、b两点的场强方向的夹角为 $60^\circ$
- D. a、b两点的场强方向的夹角为 $120^\circ$

【答案】C

【解析】直线上各点中a点的场强最大，则点电荷到直线的垂线的垂足为a点，如图，设点电荷到a点的距离为d，则有  $k \frac{Q}{x^2} = \frac{1}{4} \times k \frac{Q}{d^2}$ ，解得  $x = 2d$ ，则a、b两点的场强方向的夹角为 $60^\circ$ ，故选C。



9. [2024 • 山西临汾模拟] 在场强大小为  $E$  的匀强电场中,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个点构成等边三角形。在  $B$ 、 $C$  两点各放一个等量的正点电荷,  $A$  点的场强刚好为零。若把  $B$  点的正电荷换成等量的负点电荷, 则  $A$  点的场强大小为 ( )

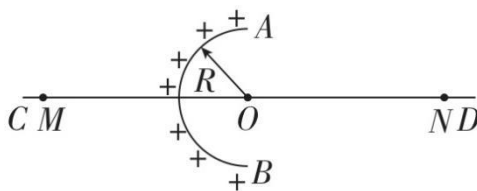


- A.  $\frac{\sqrt{3}}{2}E$       B.  $\sqrt{3}E$       C.  $E$       D.  $\frac{2\sqrt{3}}{3}E$

【答案】D

【解析】根据点电荷的场强公式  $E = k\frac{Q}{r^2}$  可知,  $B$ 、 $C$  处所放正电荷在  $A$  处的场强大小相等, 设为  $E_1$ , 两点电荷在  $A$  点的合场强方向竖直向上, 由于  $A$  点的场强刚好为零, 故匀强电场的场强方向竖直向下, 满足  $2E_1\cos 30^\circ = E$ , 若把  $B$  点的正电荷换成等量的负点电荷, 则两点电荷在  $A$  点的合场强大小等于  $E_1$ , 方向水平向左, 与匀强电场叠加后,  $A$  点的场强大小为  $E' = \sqrt{E^2 + E_1^2}$ , 联立解得  $E' = \frac{2\sqrt{3}}{3}E$ 。

10. [2024 • 广东揭阳二模] 均匀带电的球壳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。如图所示, 在半球面  $AB$  上均匀分布着总电荷量为  $q$  的正电荷, 球面半径为  $R$ ,  $CD$  为通过半球顶点与球心  $O$  的轴线, 在轴线上有  $M$ 、 $N$  两点,  $OM = ON = 3R$ , 已知  $M$  点的电场强度大小为  $E$ , 静电力常量为  $k$ , 则  $N$  点的电场强度大小为 ( )

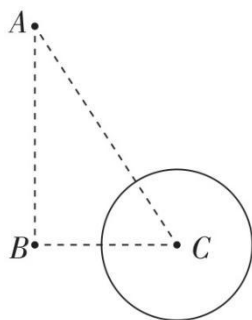


- A.  $\frac{2kq}{9R^2} - E$       B.  $\frac{kq}{4R^2} + E$       C.  $\frac{kq}{2R^2} + E$       D.  $\frac{kq}{2R^2} - E$

【答案】A

【解析】右边补齐半球面, 电荷量为  $2q$  的球在  $N$  点产生的电场强度大小为  $E' = \frac{k \cdot 2q}{(3R)^2} = \frac{2kq}{9R^2}$ , 由对称性可得,  $N$  点实际的电场强度大小  $E_N = \frac{2kq}{9R^2} - E$ , 故选 A。

11. [2024·广东佛山二模] 如图所示, 在直角三角形 $ABC$ 中,  $\angle A = 30^\circ$ ,  $BC = R$ 。 $A$ 、 $B$ 两点各固定一点电荷, 带电荷量分别为 $-4Q$ 、 $+Q$ , 以 $C$ 点为球心固定一不带电的金属球壳, 球壳半径为 $\frac{1}{2}R$ 。已知静电力常量为 $k$ , 球壳表面的感应电荷在球心 $C$ 处产生的电场强度 ( )

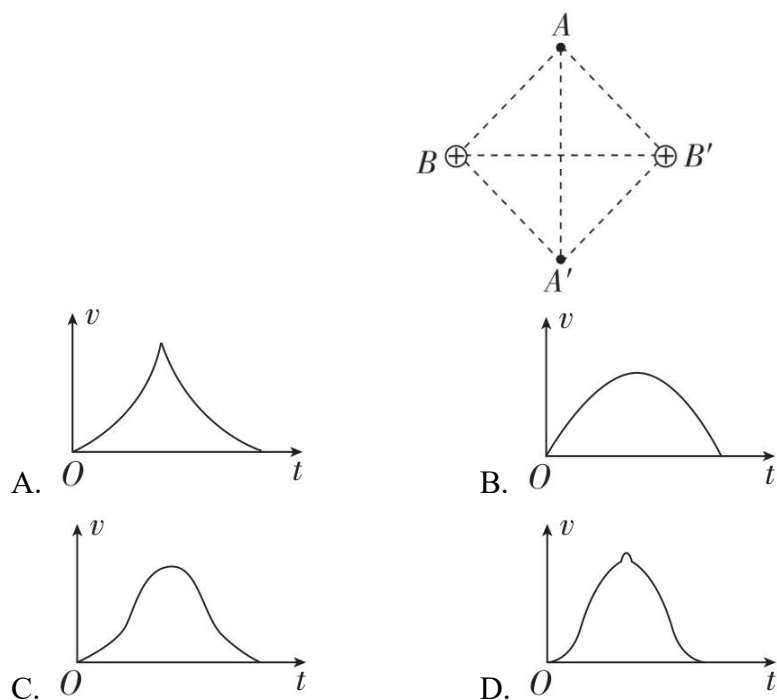


- A. 为零
- B. 大小为 $k\frac{Q}{R^2}$ , 方向沿 $BA$ 方向
- C. 大小为 $k\frac{Q}{R^2}$ , 方向与 $CB$ 方向夹角为 $60^\circ$
- D. 大小为 $2k\frac{Q}{R^2}$ , 方向沿 $\angle ACB$ 平分线

**【答案】C**

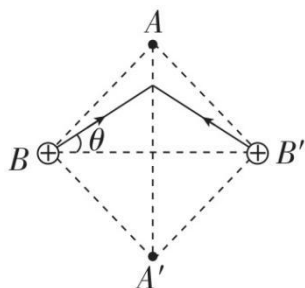
**【解析】**  $A$ 处点电荷在 $C$ 点产生的电场强度沿 $CA$ 方向, 大小为 $E_1 = k\frac{4Q}{(2R)^2} = k\frac{Q}{R^2}$ ,  $B$ 处点电荷在 $C$ 点产生的电场强度沿 $BC$ 方向, 大小为 $E_2 = k\frac{Q}{R^2} = E_1$ ,  $A$ 、 $B$ 两处点电荷分别在 $C$ 点产生的电场强度方向成 $120^\circ$ 角, 大小相等, 所以合电场强度大小为 $E = k\frac{Q}{R^2}$ , 方向与 $BC$ 方向夹角为 $60^\circ$ , 斜向右上; 由于金属球壳内部电场强度处处为零, 感应电荷在球心 $C$ 处产生的电场强度大小为 $E_C = k\frac{Q}{R^2}$ , 方向与 $CB$ 方向夹角为 $60^\circ$ , 斜向左下。故选 C。

12. [2024·辽宁锦州模拟] 如图所示, 正方形的两个顶点 $B$ 、 $B'$ 上固定两个等量正点电荷, 将一电子从顶点 $A$ 由静止释放, 电子仅在静电力的作用下运动到顶点 $A'$ 的 $v-t$ 图像可能正确的是 ( )



【答案】C

【解析】如图所示，



场强最大点与 $B$ 的连线和 $B$ 、 $B'$ 连线的夹角 $\theta$ 的正切值为 $\tan\theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ，由图可知 $\angle ABB' = 45^\circ$ ，得 $\tan 45^\circ = 1$ ，明显 $\tan 45^\circ > \tan\theta$ ，可知电子是从小于电场强度最大值位置释放，则电子所受的合静电力先增大后减小，再增大最后减小，那么加速度也是先增大后减小，再增大最后减小，而 $v-t$ 图像中图线斜率的绝对值表示加速度大小，所以在运动过程中 $v-t$ 图像中图线斜率的绝对值也先增大后减小，再增大最后减小。故选C。

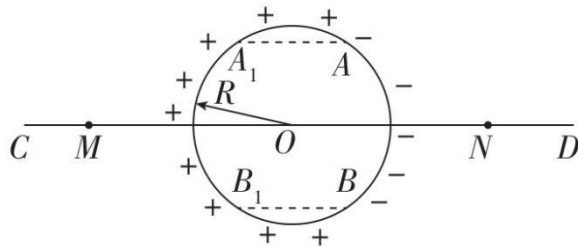
### 素养综合练

13. 均匀带电的球壳在球外空间产生的电场等效于电荷集中于球心处的点电荷产生的电场。如图所示，在绝缘球 $\frac{2}{3}$ 球面 $AA_1B_1B$ 上均匀分布正电荷，总电荷量为 $q$ ；在剩余 $\frac{1}{3}$ 球面 $AB$ 上均匀分布负电荷，总电荷量是 $\frac{1}{2}q$ 。球半径为 $R$ ，球心为 $O$ ， $CD$

为 $\frac{2}{3}$ 球面 $AA_1B_1B$ 的对称轴，在轴线上有 $M$ 、 $N$ 两点，且 $OM = ON = 2R$ ， $A_1A = B_1B$ ，

$A_1A // B_1B // CD$ 。已知 $\frac{1}{3}$ 球面 $A_1B_1$ 在 $M$ 点产生的场强大小为 $E$ ，静电力常量为 $k$ ，

则球壳在 $N$ 点产生的场强大小为（ ）



- A.  $E$                       B.  $2E$                       C.  $|\frac{3kq}{8R^2} - 2E|$                       D.  $\frac{kq}{12R^2} + E$

**【答案】C**

**【解析】**将 $AB$ 部分补上，使球壳变成一个均匀带正电的完整球壳，完整球壳带电荷量为 $Q = \frac{3}{2}q$ ，为保证电荷量不变， $\frac{1}{3}$ 球面 $AB$ 带负电荷量为 $q$ ，则该球壳带正电的部分在 $M$ 点产生的场强为 $E_M = \frac{kQ}{(2R)^2} = \frac{3kq}{8R^2}$ ，根据对称性可知：①带正电的完整球壳在 $N$ 点产生的场强大小 $E_N = \frac{3kq}{8R^2}$ ；② $\frac{1}{3}$ 球面 $AB$ 带负电荷量为 $q$ ，在 $N$ 点产生的场强大小为 $2E$ ，两者方向相反；则球壳在 $N$ 点产生的场强大小为 $E'_N = |\frac{3kq}{8R^2} - 2E|$ ，故选 C。